



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO
DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE
SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS
RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

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

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO
DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE
SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS
RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. HERNÁN PEDRO MARTÍNEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 758-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-10247 presentado por el (la) Bachiller: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA** 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. **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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 merito 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. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.**

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 15 de agosto del 2024
- **HORA** : 9:30 a.m.
- **LUGAR** : Aula 306 - 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 quedun encargados del cumplimiento de la presente Resolución.



 Dr. MILTON QUISPE HUANCA
 DECANO
 CIP. 47790

Regístralo, Comuníquelo, Archívalo.



 Dr. Efraim Parillo Sosa
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
 Archivo
 Intermedio (n)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 476-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de junio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 6224 por el o (la) Bachiller: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 432 - 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 089- 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: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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° 089- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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 merito 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: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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) **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

EMERZON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Eirain Paskillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (u)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 129-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de abril del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-00308, presentado por el señor (a) **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 123-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 54-2024 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: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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° 54-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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 mérito 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: **EMERZON ELVIS QUISPE MARCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE 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. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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 NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILLTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 25/24
Interesado (a)



ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	5%
2	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Pontificia Universidad Católica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1%
7	html.pdfcookie.com Fuente de Internet	<1%




Metadatos Complementarios UANCV



Título de la tesis	
ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75894140
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-6962-0803
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
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	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS



Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765
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: Puno</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latitud: S 70° 01' 18'' - Longitud: O 15° 50' 15''  <p>https://www.google.com/maps/d/edit?mid=13qVYAIFMimSEaHwlcLD-7OGb1p1ktVY&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2024 – Junio 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería del Transporte https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</p> <p>Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
Dr. Efraín Paríño Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EMERSON ELVIS QUISPE MARCA, identificado con DNI Nro. 7589440, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

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

“ ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO ”

Asesorado por: Mg. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 03 de octubre del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante

Huella





DEDICATORIA

A dios, a mi familia y a todos en los que
creyeron en mí.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, a mi asesor y a mis docentes por el conocimiento impartido.



ÍDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento de la problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema	4
1.2.1 Pregunta general.....	4
1.2.2 Preguntas específicas	4
1.3 Justificación.....	5
1.3.1 Justificación teórica.....	5
1.3.2 Justificación practica	6
1.3.3 Justificación social	6
1.3.4 Justificación metodológica.....	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos	7



1.5	Hipótesis.....	7
1.5.1	Hipótesis general.....	7
1.5.2	Hipótesis específicas.....	7
1.6	Variables e indicadores.....	7
1.7	Operacionalización de variables.....	8

CAPITULO II

MARCO TEORICO Y REFERENCIAL

2.1	Investigaciones previas.....	9
2.1.1	Antecedentes internacionales.....	9
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	11
2.1.3	Antecedentes locales.....	12
2.2	Marco teórico.....	13
2.2.1	Carretera.....	13
2.2.2	Organización de las carreteras.....	14
2.2.3	Organización de las vías.....	15
2.2.4	Servicio de transitabilidad.....	16
2.2.5	Capacidad de carga del suelo.....	16
2.2.6	Clasificación de la capacidad de carga.....	17
2.2.7	Crucialidad.....	18
2.2.8	Parámetros de la capacidad de carga.....	18
2.2.9	Parámetros de la capacidad de carga.....	20
2.2.10	Organización de Suelos.....	21
2.2.11	Humedad óptima.....	23



2.2.12	Valor máximo de Densidad.....	24
2.2.13	Índice de resistencia	24
2.2.14	La pulverización del ladrillo	24
2.2.15	Cualidades:.....	26
2.2.16	Retiro del polvillo:	27
2.2.17	Parámetros del polvillo de ladrillo.....	28
2.2.18	Clase de ladrillos	29
2.2.19	La subrasante.....	30
2.2.20	Subrasantes y su relevancia.....	31
2.2.21	Cualidades de una subrasante.....	31
2.2.22	Terrenos inadecuados para la subrasante	31
2.2.23	Estabilización de suelos	32
2.2.24	Parámetros geotécnicos	33
2.2.25	Variedades en la estabilización de los terrenos.....	34
2.2.26	Pruebas de materiales en condiciones controladas según los estándares	36
2.3	Marco conceptual	42

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Diseño de la investigación.....	44
3.1.1	Nivel.....	44
3.1.2	Tipo	44
3.1.3	Método	45
3.1.4	Diseño	45



3.2	Población y muestra	45
3.2.1	Población.....	45
3.2.2	Muestra.....	45
3.2.3	Diseño muestral.....	45
3.3	Ámbito de análisis	46
3.3.1	Locación de la zona en estudio	46
3.3.2	Detallamiento de la zona de evaluación.....	46
3.3.3	Métodos e instrumentos de obtención de datos.....	46
3.3.4	Paso a paso en laboratorio.....	47

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Señalación de resultados de la investigación.....	56
4.1.1	Propiedades de la subrasante en su estado natural	56
4.1.2	Consistencia con polvillo de ladrillo reciclado	60
4.1.3	Compactación agregando polvillo de ladr. reciclado (10%, 15%, 20%)	61
4.1.4	Capacidad de soporte con polvillo de ladrillo reciclado	62
4.1.5	Cualidades mecánicas y físicas del polvillo de ladr. reciclado	63
4.1.6	Dosificación con polvillo de ladrillo reciclado	65
4.2	Discusión de Resultados.....	66
	CONCLUSIONES	69
	RECOMENDACIONES.....	71
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	73
	ANEXOS	76



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	8
Tabla 2. Organización de suelos según índice de plasticidad.....	21
Tabla 3. Categorías de Subrasante en función del CBR.	30
Tabla 4. Distribución de suelos conforme al IP	38
Tabla 5. Calicatas extraídas de la carretera.....	46
Tabla 6. Contenido de humedad	57
Tabla 7. Análisis granulométrico	57
Tabla 8. Reseña de la prueba de limite líquido	58
Tabla 9. Reseña de la prueba de limite plástico.....	58
Tabla 10. Reseña de Límites de Atterberg.....	59
Tabla 11. Categorización según AASHTO y SUCS.....	59
Tabla 12. Reseña de humedad óptima y valores de la MDS	59
Tabla 13. Reseña de resistencia CBR al 95% y 100%	60
Tabla 14. Límite líquido con adición de polvillo reciclado al 10%, 15% y 20%.	60
Tabla 15. Reseña de límite plástico agregando polvillo de ladr. reciclado (10%, 15%, 20%).....	60
Tabla 16. Reseña de Índice plasticidad agregando polvillo de ladr. reciclado (10%, 15%, 20%).....	61



Tabla 17. Reseña de Humedad óptima agregando polvo de ladrillo	61
Tabla 18. Reseña de MDS agregando polvo de ladrillo	61
Tabla 19. Reseña de CBR al 95%. agregando polvillo de ladr. (10%, 15%, 20%)	62
Tabla 20. Reseña de CBR al 100%. agregando polvillo de ladr. (10%, 15%, 20%)	62
Tabla 21. Estructura granulométrica del polvillo de ladr. reciclado.....	63
Tabla 22. Reseña de Límite líquido del polvillo de ladr. reciclado	63
Tabla 23. Reseña de Límite plástico del polvillo de ladr. reciclado	64
Tabla 24. Reseña de Límites consistencia del polvillo de ladr. reciclado	64
Tabla 25. Categorización según SUCS y AASHTO.....	64
Tabla 26. % óptimo de humedad y límites MDS.....	65
Tabla 27. CBR al 95% y 100% del polvillo de ladr. reciclado.....	65
Tabla 28. Porcentaje en peso con adición de polvillo reciclado al 10%, 15% y 20%..	65



INDICE FIGURAS

Figura 1. Ejemplares reciclados.....	25
Figura 2. Residuos finos derivados de ladrillos.....	28
Figura 3. Variedades de ladrillo.....	30
Figura 4. Flujograma para la elección del estabilizador	32
Figura 5. Clases de estabilización.....	35
Figura 6. Diagrama granulometrica.....	37
Figura 7. Determinación del límite líquido mediante el ensayo Casagrande	38
Figura 8. Curva de densidad seca vs humedad	40
Figura 9. Diagrama humedad - densidad seca	41
Figura 10. Muestras en el Horno	48
Figura 11. Tamizado del ensayo	49
Figura 12. Ensayo de Lp.....	50
Figura 13. Prueba de Limite Plástico.....	51
Figura 14. Equipos utilizados	53
Figura 15. <i>Ensayo de CBR</i>	55



RESUMEN

El estudio se realizó en la provincia de Puno, utilizando una metodología cuantitativa y un diseño experimental con dimensión interpretativa. La muestra se obtuvo de numerosas excavaciones y se realizaron análisis de laboratorio en suelos naturales de subrasante, incluyendo granulometría, clasificación SUCS, límites de Atterberg, ensayo Proctor modificado y CBR. Se incluyó polvo de ladrillo en cantidades del 10%, 15% y 20%. El muestreo fue subjetivo y dependió de la evaluación de expertos y del cumplimiento de criterios. Los resultados indicaron que la adición de polvo de ladrillo dio lugar a la clasificación de los suelos naturales como arcillosos de plasticidad media (CL) y arenosos arcillosos (SC), con una dosis óptima del 20% relativa al contenido de humedad. La investigación determinó que la incorporación de polvo de ladrillo mejora significativamente la capacidad portante de la subrasante en caminos rurales de la provincia de Puno.

Palabras clave: Capacidad portante, suelo, subrasante, polvillo de ladrillo.



ABSTRACT

The study was conducted in the province of Puno, using a quantitative methodology and an experimental design with an interpretive dimension. The sample was obtained from many excavations, and laboratory analyses were conducted on natural subgrade soils, including granulometry, SUCS classification, Atterberg limits, modified Proctor test, and CBR. Brick dust was included at quantities of 10%, 15%, and 20%. Sampling was subjective, reliant on expert assessment and adherence to criteria. The findings indicated that the addition of brick dust resulted in the classification of the natural soils as medium plasticity clayey (CL) and clayey sands (SC), with an optimal dose of 20% concerning moisture content. The research determined that the incorporation of brick dust significantly enhances the bearing capacity of the subgrade on rural roads within the province of Puno.

Keywords: Bearing capacity, soil, subgrade, brick dust.



INTRODUCCIÓN

Una carretera no pavimentada de Lampa Desvio a Isla es el tema de esta tesis, que busca identificar la proporción ideal de polvillo de ladr. reciclado para examinar su efecto sobre las propiedades mecánicas de los suelos limosos de subrasante y la capacidad portante de los caminos rurales en la provincia de Puno.

Capítulo I: Se examina la situación problemática de la investigación mediante el análisis, la conceptualización y la organización de la problemática, junto con el “por qué”, los límites, las limitaciones y las ambiciones.

Capítulo II: Esta sección presenta el marco teórico, que incluye el contexto nacional e internacional, el marco conceptual y la explicación de las palabras.

El Capítulo III se centra en la metodología de la investigación, concretamente en la forma, la clase, el nivel y el diseño de la evaluación. También abarca la muestra y la población, los procedimientos e instrumentos que recogen, las técnicas de tratamiento de la información y la evaluación de los resultados.

Capítulo IV: Amplía la evaluación de los datos. Finalmente, se presentan las conclusiones, las sugerencias, las referencias bibliográficas y las imágenes referenciales.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento de la problemática

En Perú, la combinación de los crecientes niveles de tráfico y la amplia gama de clases de superficie que se sitúan en el país conduce al deterioro de muchas carreteras principales con el tiempo, lo que afecta negativamente su crecimiento económico. Ochoa (2019) afirma que las carreteras mejoran el transporte de mercancías dentro de una región, optimizando así su competitividad en el mercado.

Lampa - Desviado an Isla y otras carreteras de Puno son peligrosas debido a defectos superficiales como fallas, grietas y baches. La resistividad del suelo se reduce cuando está húmedo debido a las diminutas partículas que contiene. La estabilización del suelo con polvillo de ladr. reciclado se propone como solución a este problema.



La transitabilidad y durabilidad de las calles con subsuelos limosos mejorará con la estabilización y pavimentación, lo que se representará en una más elevada calidad de vida para los habitantes. La carretera objeto de estudio. La vía objeto de estudio a nivel municipal se encuentra actualmente en un estado de mantenimiento inadecuado, lo que impide su utilización. La carretera que se está evaluando a nivel municipal se encuentra actualmente en un estado de deterioro que la hace incapaz de cumplir las normas fundamentales señaladas en el Manual de Diseño de Carreteras. Este fenómeno puede atribuirse a las formaciones geológicas de los numerosos suelos que se encuentran en la región de Puno. La presencia de varios tipos de suelo en la zona de Puno, incluyendo capas cuaternarias de materiales residuales con partículas diminutas como arena y grava, es responsable de este fenómeno. El suelo está formado por componentes residuales que comprenden partículas finas, específicamente limos y arcillas, que se forman como resultado del proceso de meteorización de secuencias de rocas clásticas y no clásticas. Las deformaciones del suelo dan lugar a complicaciones. La subrasante se refiere a la superficie natural o preparada sobre la que se construye una carretera o un pavimento. La subrasante es susceptible de sufrir daños o fallos debido a la saturación de líquido, que se produce que pasa por el movimiento de maquinaria pesada o del transporte público. El movimiento de grandes máquinas o del transporte público. Esto provoca asentamientos o roderas, causados por la insuficiente capacidad portante del suelo

La problemática de las carreteras podría deberse a diversos factores, como el peso excesivo, defectos estructurales y condiciones meteorológicas desfavorables. Factores que provocan o traen consigo determinados efectos o resultados. Además de generar dificultades, consumir tiempo e imponer cargas económicas a los usuarios de las



carreteras, también contribuyen a que se produzcan accidentes de tráfico. Los usuarios también contribuyen a los accidentes de tráfico.

Los habitantes de estos pequeños pueblos colaboran entre sí para restaurar y mejorar carreteras y autopistas, con el objetivo de establecer redes de transporte que contribuyan al desarrollo económico de sus pueblos. La degradación de la carretera a Lampa - Nos desviamos hacia la provincia Isla de Puno porque allí el terreno es inestable, faltan obras de arte y llueve con frecuencia. Además, la carretera contiene determinados tramos donde confluye el agua. Además, la infraestructura viaria en la zona investigada enfrenta numerosos problemas. Estos problemas surgen principalmente de la diversa gama de suelos y sus respectivas cualidades, que resultan en distintas respuestas físicas, químicas y mecánicas bajo circunstancias específicas.

Una de las principales causas del continuo abandono y daño estructural de las vías es la insuficiencia de presupuesto y valores monetarios asignados para su conservación, ejecución y rehabilitación. Esta falta de financiación afecta directamente a la subrasante de las vías y perjudica la transitabilidad de la zona, generando diversas consecuencias negativas para los usuarios. Estas consecuencias incluyen la imposibilidad de transportar mercancías, mayores costos de mantenimiento de vehículos, tiempos de viaje más prolongados, gastos significativos en reparación de carreteras, menores ingresos por turismo, mayores tasas de enfermedades bronquiales y respiratorias y retraso en el crecimiento local.

Debido a la inadecuación de las subrasantes, no puede garantizarse la estabilidad y el soporte al desenvolvimiento del sistema del pavimento. Por lo tanto, hay dos soluciones disponibles: la primera opción es seguir el enfoque tradicional de sustituir el



suelo actual mediante amplios movimientos de tierra. Un enfoque alternativo es usar polvillo de ladr. para optimizar las características mecánicas y físicas de la carretera, como su capacidad de carga, con la meta de conservar el medio ambiente. En conclusión, la provincia de Puno aún no ha encontrado estrategias muy eficaces para mejorar las diversas cualidades mecánicas y físicas de las arcillas. Por lo tanto, es imperativo explorar métodos alternativos para la estabilización del suelo, como la incorporación de polvillo de ladr. recuperado para mejorar la capacidad portante. Este enfoque resuelve eficazmente los problemas de estabilidad, al tiempo que resulta rentable y sostenible viéndolo desde lo medioambiental. Si no se realiza el estudio, se carecerá de opciones de aglutinantes naturales para mejorar el suelo en la provincia de Puno, lo que conllevará un aumento de los gastos en diversos proyectos de construcción de carreteras.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Pregunta general

¿Qué influencia tiene la adición de polvo de ladrillos reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante en carreteras rurales de la provincia de Puno?

1.2.2 Preguntas específicas

- ¿Cómo serán las cualidades mecánicas y físicas de la subrasante del suelo natural mediante los ensayos de laboratorio?
- ¿Con la dosificación eficaz de suelo y polvillo de ladr. reciclado mejora la subrasante?
- ¿Cómo será la capacidad de soporte de la subrasante con la adición de porcentajes de polvillo de ladr. reciclado mediante el ensayo de CBR?



1.3 Justificación

El reto del estudio puede dar lugar a la creación de métodos novedosos de estabilización de subrasantes, como el uso de polvo de ladrillo reciclado para mejorar la capacidad de carga y construir cimentaciones económicas. De este modo se reducirán los asentamientos y hundimientos del suelo resultantes del movimiento de vehículos y peatones. Mejorará la funcionalidad al incrementar la capacidad de aguante de la superficie a nivel de la subrasante y ahorrará costes al disminuir el movimiento de elementos como los áridos. Además, reducirá la permeabilidad al líquido, maximizará la densidad del suelo y mejorará la la capacidad de carga y la f^c .

Los actuales proyectos de carreteras priorizan la reducción de costes, la eficiencia en el tiempo y la prevención de accidentes en beneficio de la población. Sin embargo, a menudo se pasa por alto el análisis de los aspectos en lo cultural, en recursos y en lo social. Como consecuencia, la mayoría de estos planes se consideran poco sustentables y, debido a eso, no son ejecutados por las ciudades.

1.3.1 Justificación teórica

En la actualidad, existen en el mercado varias soluciones estabilizadoras del suelo que mejoran las cualidades químicas, físicas y mecánicas del suelo para su uso en carreteras rurales. Sin embargo, estos productos no se han utilizado en nuestra localidad, y no estamos seguros de cómo se comportarán en nuestras condiciones específicas. Para garantizar el éxito de un proyecto, es crucial que la solución técnica para la mejora del suelo esté estrechamente alineada con la solución económica.



1.3.2 Justificación practica

La evaluación pretende abordar el problema de los suelos de subrasante que presentan un comportamiento deficiente debido a sus características físicas y mecánicas. Para resolver este problema, el suelo se estabilizará mediante la adición de bloques utilizados.

1.3.3 Justificación social

Este estudio pretende adquirir nuevos conocimientos y técnicas para la estabilidad del suelo mediante la incorporación de polvillo de ladr. reciclado. Además, establecerá una base de datos exhaustiva que podrá utilizarse en futuras iniciativas. Por otra parte, este esfuerzo de investigación supone una contribución significativa al mantenimiento de los recursos naturales a través de la mitigación y erradicación de la contaminación.

1.3.4 Justificación metodológica

Este estudio esboza un enfoque sistemático para mejorar la estabilidad del suelo mediante la incorporación de desechos de ejecución de hormigón y ladrillos. Los resultados serán de gran uso para las personas que deseen optimizar las propiedades de la superficie del subsuelo o para futuros trabajos en esta área.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de polvo de ladrillos reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante en carreteras rurales de la provincia de Puno.



1.4.2 *Objetivos específicos*

- Examinar las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante del suelo natural a través de ensayos de laboratorio.
- Identificar la proporción óptima de suelo y polvillo de ladr. reciclado para mejorar la subrasante.
- Determinar la capacidad de soporte de la subrasante con la incorporación de porcentajes de polvillo de ladr. reciclado mediante el ensayo CBR.

1.5 **Hipótesis**

1.5.1 *Hipótesis general*

La incorporación de polvillo de ladr. reciclado mejora significativamente la capacidad de soporte de la subrasante.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- Las propiedades mecánicas y físicas del suelo natural pueden ser caracterizadas mediante ensayos en laboratorio de mecánica de suelos.
- Una dosificación adecuada de suelo y polvillo de ladr. reciclado mejora las propiedades mecánicas y físicas del suelo natural.
- La adición de polvillo de ladr. reciclado influye positivamente en la capacidad de soporte de la subrasante.

1.6 **Variables e indicadores**

✓ **Variable independiente**

Capacidad de soporte

a. Indicadores

- CBR
- Máxima densidad seca
- Humedad óptima
- Índice de resistencia

✓ **Variable dependiente**

Adición de polvillo de ladr. reciclado

b. Indicadores

- Sistema
- Dimensión
- Consistencia
- porcentaje acorde al peso

1.7 Operacionalización de variables**Tabla 1.***Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Capacidad de soporte	Para conocer la capacidad portante, hay que examinar las deformaciones causadas por la carga impuesta en la subrasante y medirlas con medidas precisas.	%	CBR
			MDS
			Humedad
			Índice de resistencia
Variable dependiente: Adición de polvillo de ladr. reciclado	Amaya (2016) define el polvillo de ladr. como un subproducto del desarrollo de cerámica, resultante del proceso de molienda utilizado para alcanzar ciertas dimensiones.	10%, 15%, 20%	Sistema
			Dimensión
			Consistencia
			Porcentaje acorde al peso



CAPITULO II

MARCO TEORICO Y REFERENCIAL

2.1 Investigaciones previas

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Becerra y Gómez (2019) tuvieron como objetivo mejorar las cualidades físico-mecánicas de suelos arcillosos en Bogotá mediante el uso de residuos de construcción y demolición (RCD). Su objetivo se logró a través de un estudio experimental que involucró la adición de RCD en proporciones de 5%, 10% y 20%. El estudio dio como resultado cuatro grupos, incluyendo un grupo control, los cuales fueron comparados con base en pruebas de gravedad específica, máximos de consistencia, consolidación del suelo a través de la prueba Proctor modificada y determinación del índice CBR. Los datos obtenidos mostraron que nadie en cuenta se refiere a las dimensiones dadas superaba el valor del 6% del CBR al 95%. Además, debido a su bajo peso específico, no se recomienda su uso como capa de rodadura ya que se vuelve frágil bajo cargas de tráfico. En conclusión, los % dados no son adecuados para mejorar suelos arcillosos limosos de



alta plasticidad. Por lo tanto, es crucial un mayor estudio para determinar otros % que cumplan con los límites dados en la norma actual.

Con el fin de construir carreteras con menos tráfico, Hidalgo trató de estudiar las propiedades hidráulicas no saturadas de los suelos a base de polvillo de ladr. en 2019. Se realizó un análisis de forma descriptiva mediante un método experimental en suelos arenosos que simulan caminos terciarios en Colombia. El estudio implicó probar probetas consolidadas con una altura y un diámetro de 5 cm. La técnica consistió en mezclar la tierra con una proporción del 14% de polvo de ladrillo, junto con la inclusión de residuos de cal. Se prepararon muestras comparativas creando tubos de ensayo sin aditivos y mezclando tierra con estabilizadores (p.5). Los hallazgos indicaron una reducción en la constante de porosidad del suelo, k , tras la suma de polvillo de ladr. activo con residuos de cal. Los valores promedio de porosidad se determinaron en $6,85 \text{ E-}06 \text{ cm/s}$, en comparación con el valor aproximado de la arena de $1\text{-E}04 \text{ cm/s}$ (p.7). Los investigadores determinaron que el polvo de ladrillo, al igual que otros tipos de cemento, disminuye la permeabilidad del material al reorganizar internamente las partículas del suelo, reduciendo el número de dimensiones vacías e impidiendo el flujo de agua. Además, proporciona protección al material a nivel del suelo y puede utilizarse como agente impermeabilizante en otros sistemas, como carreteras de poco tránsito (p.8). En este artículo se presenta el uso de polvillo de ladr. como agregado, con una concentración del 14%. También se analizan las pruebas de laboratorio empleadas para determinar las adiciones apropiadas para optimizar las cualidades mecánicas y físicas de la superficie natural en la subrasante, utilizando la organización AASHTO y SUCS. Además, cubre las inhibiciones de la prueba de consistencia y la prueba Proctor modificado.



Quintero et al. (2018) realizaron el estudio. El objetivo del estudio fue examinar la utilización de ladrillos cerámicos residuales en superficies de elevada plasticidad como subrasante para carreteras de poco tráfico (p.106). La evaluación empleó un método nuevo con enfoque descriptivo. La población estuvo conformada por suelos limosos de alta plasticidad en el municipio de Ocaña, Colombia. Se consiguió una muestra de un tramo de 100 m al nivel de subrasante a lo largo de la carretera Pueblo Nuevo Ocaña. Las pruebas de laboratorio realizadas incluyeron la prueba de límites de consistencia, la prueba proctor modificada y CRB. Se utilizaron diferentes dosis de 5%, 10% y 15% adicional (p.108). Los hallazgos incluyeron una categorización de suelos limosos que exhiben una plasticidad significativa. La gravedad específica se midió en 2,65, mientras que el LL se redujo en un 10,46% y el LP disminuyó en un 4,38% en comparación con el suelo original. La adición del 15% dio como resultado un crecimiento del 5,83% en el peso específico de la dosis. La humedad ideal, inicialmente del 10%, se redujo en un 14,29% (p.109). Se determinó que la mejor cantidad de dosis para suelos con alta plasticidad fue del 10%, lo que resultó en una disminución del IP de hasta un 22,27%. Además, hubo una mejora del 3% en el CBR en comparación con la subrasante natural (p.111). El presente estudio insita una metodología que utiliza la proporción de escombros de ladrillo para determinar los aditivos apropiados para la estabilización del suelo. Además, examina varios resultados de pruebas, incluido CBR, índice de maleabilidad y supervisor modificado, para evaluar la eficacia del enfoque propuesto.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Villalta y Chang (2020) evaluaron el impacto del polvo de ladrillo, la goma guar y la puzolana natural en las características físicas y mecánicas de los suelos arcillosos. Empleando un modelo experimental descriptivo, incluyeron en la mezcla un 10% de



polvo de ladrillo y diversas cantidades de puzolana natural. Los resultados indicaron mejoras en los parámetros geotécnicos, una disminución del índice de plasticidad (IP) y un aumento de la consolidación, optimizando así las propiedades de la arcilla. El estudio propuso investigar los efectos del polvo de ladrillo en la estabilización de la subrasante.

La tesis de Callata (2019) examinó el uso de ladrillo recuperado para mejorar las cualidades físico-mecánicas de los suelos en las canteras 'Chullunquiani' y 'Shura' en San Román, Puno, en respuesta a los problemas ambientales derivados de la gestión inadecuada de los residuos. Los residuos de ladrillo se trataron, trituraron y tamizaron, y posteriormente se integraron en el suelo en proporciones de 5%, 10% y 15%. Pruebas como el California Bearing Ratio (CBR), contenido de humedad, consistencia y pruebas Proctor modificadas, indicaron que el uso de ladrillo triturado mejoró las cualidades del suelo en la cantera Chullunquiani, particularmente en lo que respecta a plasticidad, contenido de humedad y densidad seca. Los resultados más favorables se observaron en la cantera de Shura.

2.1.3 Antecedentes locales

Mamani (2019) examinó la mejora de las propiedades mecánicas del suelo de la cantera «Los Monos» de Juliaca mediante la incorporación de escombros de ladrillo y hormigón. Se utilizaron métodos como granulometría, límites de consistencia, densidad seca, contenido de humedad y categorización de suelos. Los resultados demostraron que el uso de un 10% de escombros de ladrillo mejoró el índice de plasticidad, la densidad seca y la relación de resistencia a la compresión (CBR). Sin embargo, con una cantidad equivalente de componentes reciclados, disminuían el California Bearing Ratio, la



densidad máxima y el índice de plasticidad. El estudio determinó que la proporción ideal de escombros reciclados es del 10%, ya que mejora la calidad superficial del suelo.

El objetivo de la tesis de Guevara, «Estabilización de suelos con la incorporación de residuos in accordance para la ejecución de carreteras en la ciudad de Juliaca», era examinar los efectos de los residuos in accordance sobre las características mecánicas y físicas de los suelos de cantera. El experimento incluyó cantidades variables de residuos de ladrillos (2,5, 5, 7 y 10% en peso) añadidos al suelo de la cantera «Los Monos». Después, el suelo se sometió a una batería de pruebas en el laboratorio, incluyendo mediciones del tamaño de las partículas superficiales, limitaciones de consistencia, categorización del suelo, evaluación de la compactación y estimación del índice CBR. A partir de los resultados, se consiguió optimizar las cualidades físicas de la superficie y aumentar el CBR en un 95% utilizando un 7,5% de polvo de ladrillo. El CBR aumentó del 35% al 39% -un aumento del 95%- cuando se utilizó junto con aceite reciclado. Guevara determinó que no todos los escombros de las obras aumentan la calidad del suelo.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Carretera

Franjas con medidas variables adecuadas al terreno es como se definen las infraestructuras especializadas de transporte según Cárdenas (2013). Estas medidas de seguridad se denominan medidas de derecho de vía, y permiten que los automóviles circulen o circulen constantemente en el tiempo y en el espacio, por lo que preservan un entorno agradable y seguro. Cuando se trata del proceso de integración de un proyecto de infraestructura vial, la estabilidad del subsuelo es un componente vital. Esto se debe a que



la carretera no sólo es segura y funcional, sino también estéticamente agradable, placentera y rentable.

2.2.2 Organización de las carreteras

Basándose en evaluaciones y características como la pendiente transversal, la pendiente longitudinal, la superficie de rodamiento y la sección transversal, el MTC peruano ha establecido normas técnicas para la clasificación de las carreteras. Estas normas también fueron desarrolladas de acuerdo con la investigación relacionada. Además, las carreteras se categorizan según dos criterios, que son las funciones que desempeñan y la cantidad de tráfico que reciben (MTC,2016).

2.2.2.1 Carreteras de orden primario:

Además de servir al propósito fundamental de unir la nación y sus regiones primarias de consumo y producción con otras naciones, son las carreteras transversales o troncales, así como las vías de entrada a las principales capitales de los departamentos o provincias. Estas carreteras deben estar pavimentadas en todo momento y pueden segmentarse en función de las necesidades del proyecto.

2.2.2.2 Carreteras de orden secundario:

Son carreteras encargadas de enlazar las carreteras municipales, que parten de una de estas y conectan en la principal ruta de varias. Estas carreteras se denominan carreteras secundarias o de segundo orden. Este tipo de carreteras pueden estar pavimentadas o no, según las circunstancias.

2.2.2.3 Carreteras de orden terciario:

Además de conectar las numerosas carreteras comarcales entre sí, son las vías que enlazan las carreteras municipales. En el ámbito del transporte, estas carreteras se clasifican como vías terciarias y pueden estar recubiertas de material asfáltico. Una vez asfaltadas, deben ajustarse a determinadas características geométricas establecidas para las distintas carreteras secundarias.

2.2.3 Organización de las vías

2.2.3.1 Las vías de primera clase

Con el fin de mejorar tanto la velocidad como la seguridad de la conducción, se aconseja instalar equipos de seguridad vial en las zonas urbanas. El suelo de estas carreteras debe pavimentarse para facilitar la instalación de pasos de peatones. En estas carreteras hay al menos 3,60 metros de anchura entre cada carril, y el IMDA de estas vías oscila entre 4.000 y 2.001 coches al día. Además, puede haber pasos de peatones o de vehículos.

2.2.3.2 Las Carreteras segunda clase

Se requiere una anchura mínima de unos 3,30 metros para las carreteras de dos carriles, y estas carreteras pueden contener pasos para peatones o vehículos. Se aconseja construir medidas de seguridad vial en las ciudades para aumentar tanto la velocidad como la seguridad de la conducción. El IMDA para este tipo de carreteras oscila entre 2.000 y 400 coches al día.

2.2.3.3 Las Carreteras tercera clase

Estas carreteras tienen una IMDA inferior a 400 coches al día, y la anchura de las carreteras de dos carriles debe ser de al menos tres metros. En algunas circunstancias, la longitud de los carriles de estas carreteras puede considerarse por lo menos 2,50 metros. En gran medida, estas carreteras hacen uso de lo que se conoce como aditivos, que a veces se denominan ligantes fundamentales o económicos. Además, también se utilizan estabilizadores del suelo.

2.2.4 Servicio de transitabilidad

Para combatir el desgaste que provocan los caminos de tierra, debido a que provoca accidentes, lapsos de viaje más largos, daños en los automóviles y otras cuestiones, es necesario establecer servicios de transporte accesibles tanto para vehículos como para peatones. Los fundamentos para la reparación de carreteras siempre vienen dados por la evaluación del proyecto, así como por la línea de base económica-social cuando proceda. Esto se debe a que estos factores son muy importantes para minimizar los daños que ocasionan las diversas tareas de mantenimiento (Chávez, 2019).

En 2022, se examinó la capacidad portante de la subrasante de la carretera de San Mateo Chota utilizando varias teorías pertinentes, con la capacidad portante superficial como variable dependiente y el polvo de ladrillo como elemento crítico en el análisis.

2.2.5 Capacidad de carga del suelo

2.2.5.1 Definición teórica:

Los estudios de laboratorio que incluyen las cualidades mecánicas y físicas del suelo, así como sus estados de consistencia y compactación, se utilizan para evaluar la



capacidad portante del suelo, la cual es definida por Parra (2018) como la capacidad del suelo para sostener pesos, tras lo cual se calcula la capacidad portante utilizando criterios de asentamiento permisible.

2.2.5.2 Definición práctica

Para determinar la capacidad portante de la subrasante, se tuvieron en cuenta varios factores, como las propiedades mecánicas y físicas, los estados de consistencia, la capacidad portante y la compactación.

2.2.6 Clasificación de la capacidad de carga

2.2.6.1 Carga máxima soportada

En la mayor medida posible, capacidad de carga

Existe una diferencia entre la capacidad de carga segura de un suelo y la carga útil de un vehículo, que es el mayor peso que puede soportar el vehículo sin desplomarse. El peso de la tripulación y la capacidad del vehículo suelen proporcionar estos datos. Los diseños de los cimientos tienen en cuenta los valores de la capacidad portante - normalmente entre tres y cinco.

2.2.6.2 Capacidad admisible

Cuando la cimentación se somete a este nivel de cizallamiento o hundimiento severo, la cimentación no sufrirá daños. Esta es la magnitud de la carga neta, que incluye la sobrecarga de los cimientos. Esta presión portante, por otra parte, no se tuvo en cuenta en todo el proceso de diseño. Cuando se trata de incógnitas poco claras, es importante utilizar siempre un amplio margen de seguridad.



2.2.7 *Crucialidad*

Para un diseño y mantenimiento precisos de las carreteras, es esencial disponer de información exacta sobre la capacidad portante del terreno. Conocer las características del suelo es esencial, ya que la investigación al aire libre puede no ser factible utilizando equipos y suministros de laboratorio. En el estado de tensión, cuando se produce el colapso por cizallamiento, la capacidad portante de un suelo es igual a su tensión. Los resultados de las pruebas de carga estática o dinámica pueden proporcionar una cifra aproximada de esta capacidad sobre el terreno.

2.2.8 *Parámetros de la capacidad de carga*

2.2.8.1 Características físicas mecánicas

Cuando se trata de la construcción de una estructura de pavimento, estas características del suelo que constituye la subrasante son los signos que hay que tener en cuenta. Independientemente de que esté triturado u homogeneizado, sus características físicas mantienen su estado original.

La estabilización química, con cal, cemento o puzolana, mejora las características del suelo. Para evaluar el suelo de un proyecto, es esencial llevar a cabo muestreos y ensayos, incluidos análisis granulométricos y ensayos del (CBR), el Proctor modificado, las categorías AASHTO y SUCS, etc. Otras dos pruebas que son estados de consistencia son la prueba Proctor modificada y el CBR. Para terminar un proyecto con éxito, es crucial comprender las propiedades del suelo.



2.2.8.2 Estados de consistencia

Este hecho pone de manifiesto el tamaño límite de la composición de la superficie que se ha descrito anteriormente. Esta característica se asocia sobre todo a las zonas del suelo en las que predomina la composición arcillosa. Esto se debe al hecho de que, en este tipo de suelos, las interacciones con los fenómenos de superficie son más prevalentes que los mecanismos de gravedad. Según plazas (2017) Este hecho pone de manifiesto que el agua tiene una fuerte influencia en el comportamiento del suelo.

2.2.8.3 Compactación

El peso específico de un suelo puede aumentarse artificialmente utilizando diversas formas mecánicas, que es lo que se conoce como consolidación del suelo. La consolidación del suelo aumenta su resistencia y reduce su deformación. Para lograr este resultado, se han utilizado métodos adecuados para aumentar su peso específico, reduciendo así la cantidad de vacíos.

En lo que respecta al plástico, el modelo de carga estática supera a los demás métodos utilizados para comprimir el suelo. Según Norabuena (2017), la humedad y la energía específica del suelo determinan la eficacia de la compactación.

2.2.8.4 Capacidad de carga

(Norabuena, 2017). Para hallar la capacidad portante de la superficie y del elemento granular que componen el pavimento, se utiliza el ensayo CBR. En determinadas circunstancias de densidad y humedad, los datos obtenidos de esta prueba se crean en el laboratorio a lo largo del proceso de preparación. Es la tensión vertical que se aplica al suelo sobre el que se levanta una estructura de firme sin crear asentamientos que afecten a la integridad o comportamiento de la estructura. Esta tensión se conoce



como tensión vertical. Utilizando el Índice de Grupo (IG) como base para un C.B.R. modificado, que en este caso se denomina Índice de Cojinete, podría utilizarse en caso de que fuera necesario un mayor aseguramiento.

2.2.9 Parámetros de la capacidad de carga

2.2.9.1 Tamaño de partículas (granulometría)

El análisis granulométrico, que se realiza por tamizado, es el instrumento fundamental para llevar a cabo este tipo de ensayos. Se compone de un bastidor rígido que está dotado de una rejilla, que se caracteriza por tener una separación uniforme entre líneas que se denominan aberturas o rejillas, y a través de estas rejillas se hace pasar el ensayo de suelo que se va a analizar (cuadritos, 2017). El propósito de estas pruebas no es más que determinar los % de sus dimensiones de partículas que están presentes en las clases de suelo modo (cuadrados, 2017).

2.2.9.2 Contenido hídrico

El contenido de materia orgánica retiene la humedad, lo que crea una correlación directa entre la materia orgánica y la humedad del suelo, cuantificada como porcentaje del volumen total del suelo.

2.2.9.3 Índices de Atterberg

Esta prueba distingue entre el semisólido y el sólido mediante la determinación del límite de contracción. Cuando la sustancia empieza a secarse, el volumen disminuye de forma proporcional a la cantidad de humedad que pierde. Cuando el volumen sigue manteniéndose constante incluso con una humedad determinada, que es la humedad en la

que el volumen llega a su representación más baja, es el momento en que se alcanza el umbral.

El suelo experimenta un cambio de fase de plástico a semisólido en el límite líquido (PL), que es el punto en el que no se vuelve ni completamente sólido ni completamente líquido. Restando el LL del PL se obtiene el índice de plasticidad (PI).

Tabla 2.

Organización de suelos según índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Propiedades
$IP > 20$	Elevada	Suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP > 7$		
$IP < 7$	Baja	Suelos pocos arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No plástico (NP)	Suelos extremos de arcilla

Nota. (MTC, 2014).

2.2.10 Organización de Suelos

La organización óptima, según Bañón y Bevíá (2000), ayuda a los ingenieros de carreteras a comprender el desarrollo del suelo a partir de rasgos fácilmente observables, utilizando a menudo la granulometría y la plasticidad para determinar el comportamiento mecánico del suelo.

2.2.10.1 Clase de organización de suelos:

El sistema SUCS, propuesto por Casagrande, es el más utilizado en geotecnia y está aprobado por la American Society of Testing Materials. También, el sistema AASHTO, desarrollado por Hogentogler y Terzaghi para la ingeniería de carreteras, ha sido reconocido y aprobado por la misma organización.



2.2.10.1.1 *Categorización de los suelos*

La observación de suelos que presentan características biológicas, físicas y químicas similares es lo que constituye la agrupación de suelos. Los recursos naturales que componen los suelos son muy complicados; de hecho, su complejidad es más alta que la del aire o el líquido. La composición del suelo incluye todos los constituyentes químicos naturales, así como una mezcla de fases sólidas, líquidas y gaseosas. Además, el número de cualidades químicas, físicas y biológicas, así como las combinaciones de esas características, es casi ilimitado. En vista de ello, no debe sorprender que se hayan presentado varias estrategias alternativas para organizar racionalmente los distintos tipos de suelo.

2.2.10.2 **Reconocimiento de suelos:**

Bañón y Bevíá (2000) afirman que para identificar suelos con partículas gruesas pueden ser útiles las pruebas de resistencia seca, dilatancia y dureza. Por el contrario, los suelos de grano fino son difíciles de triturar debido a la elevada resistencia en seco de las arcillas.

2.2.10.2.1 *Comportamiento expansivo del suelo*

Cuando se aplican vibraciones a un suelo húmedo, se produce un proceso conocido como dilatación, que eleva el nivel de humedad a la superficie. Un poco de arcilla húmeda golpeada con otra mano servirá. Los limos se expanden rápidamente cuando producen una superficie brillante, mientras que las arcillas lo hacen más lentamente. El punto en el que se colapsan tres hilos creados a partir del suelo, cada uno de un milímetro de diámetro, se utiliza para cuantificar la tenacidad, que es una medida de la dureza del suelo.

2.2.10.2.2 Tenacidad del suelo

La plasticidad está correlacionada con una mayor dureza. En lo que respecta a la PL, los suelos limosos son blandos y friables, lo que significa que se desmoronan con facilidad, mientras que los suelos arcillosos son duros. También es posible identificar los finos tocando una palmadita húmeda; las arcillas tienen una textura pegajosa, mientras que los limos tienen una textura arenosa. Las arcillas se denominan suelos cohesivos debido a su pegajosidad, causada por las cualidades cohesivas de los finos, que además están relacionadas con la plasticidad cuando se trata de suelos. Los suelos granulares se componen de gránulos como gravas, arenas y limos (Sánchez, 2015).

El proceso de estudio de suelos en Perú depende en gran medida del sistema SUCS y de los puntos de referencia de la AASHTO. A diferencia de las siete agrupaciones principales establecidas por el sistema AASHTO en 1929, el sistema SUCS utiliza símbolos distintos para denotar los tipos de suelo. Con su dilatada historia, este método se ha hecho famoso por su capacidad para comprender y evaluar las propiedades del suelo, como su composición, comportamiento y adecuación para diferentes usos y construcciones. Con el fin de comprender y evaluar mejor las propiedades del suelo para diferentes aplicaciones y construcciones, el sistema AASHTO es una herramienta esencial en la ciencia y la ingeniería del suelo.

2.2.11 Humedad óptima

Según Badillo y Rodríguez (2005), el peso unitario máximo del agua exprimida por la fuerza de consolidación, impactada por la energía de compactación y la densidad del suelo, es el contenido de humedad del suelo.

2.2.12 Valor máximo de Densidad

La fluctuación del suelo, según Badillo y Rodríguez (2005), es mayor que su densidad cuando se compacta al contenido de humedad ideal, donde la curva de compactación alcanza su valor máximo después de la modificación.

2.2.13 Índice de resistencia

Squares (2017) afirma que, para determinar la resistencia al cizallamiento del suelo, las muestras se someten a tensión hasta que se rompen. Los ingenieros pueden utilizar esta información para tomar decisiones inteligentes sobre el diseño de los cimientos, la elección de materiales y las técnicas de construcción.

2.2.14 La pulverización del ladrillo

Según Amaya (2016), el polvillo de ladr. es un residuo que se produce en el desarrollo de fabricación de piezas cerámicas. Este residuo se produce al moler las piezas con el fin de obtener unas dimensiones especificadas. Los ladrillos se definen como bloques de hormigón o cerámica cocida que se utilizan en revestimientos arquitectónicos y ornamentales. Para determinar la resistencia de los ladrillos es necesario tener en cuenta sus características físicas y mecánicas.

Este desecho se cuantificará utilizando una balanza calibrada, lo que dará lugar a la obtención de tres porcentajes distintos (10%, 14% y 18%) en proporción al peso de la muestra obtenida y analizada. En el siguiente paso, las muestras de suelo se combinarán con otras sustancias y, a continuación, se realizarán pruebas comparativas.

Figura 1.

Ejemplares reciclados



2.2.14.1 Tipos de ladrillos

- ✓ De primera calidad: Ladrillos caros, de alta calidad, cocidos en masa, con dibujos uniformes, aristas vivas y superficies lisas.
- ✓ Los ladrillos de calidad media, fabricados por colada en masa, se clasifican como de segunda clase. Son fuertes y duraderos a pesar de su superficie irregular y esquinas menos afiladas. En su fabricación se utiliza yeso.
- ✓ Los ladrillos sin cocer, de baja calidad, constituyen la tercera categoría. Debido a su superficie rugosa y sus aristas, no se recomienda su uso en ambientes húmedos. Son menos caros que las otras clases, pero no rinden tan bien.
- ✓ La cuarta categoría consiste en ladrillos triturados que se usan como áridos en la elaboración de hormigón. Estos ladrillos son de muy mala calidad y no se utilizan como ladrillos en las construcciones. Se generan quemando una cantidad excesiva de ladrillos, lo que hace que se vuelvan quebradizos

y se sobrecalienten. Como resultado, son propensos a romperse, y por lo tanto no son adecuados para su uso en la construcción.

2.2.14.2 El empleo del ladrillo y su importancia

Constructivo (2019), Los ladrillos son ventajosos por varias razones, la más importante de las cuales es que son asequibles, resistentes al calor y la humedad, y a veces incluso más duraderos que la piedra en determinadas situaciones. Además, el color de los ladrillos difiere de un tipo de arcilla a otro, que se usa durante la fabricación. En la industria de la construcción, además estos materiales son bloques de albañilería de arcilla calcinada huecos y con placas paralelas. Pueden utilizarse para diversos fines, como revestimientos, alicatados, tabiques o columnas, etc.

2.2.15 Cualidades:

La resistencia a la estructura:

- **Compresión:** capacidad de soportar tensiones, que puede proporcionar información sobre la integridad estructural del ladrillo.
- **Succión:** Se refiere al ritmo al que el ladrillo absorbe inicialmente la humedad. Este atributo no se establece explícitamente como una necesidad, ya que muchos ladrillos presentan una elevada succión y superan el límite establecido.
- **En geometría,** los ladrillos varían en sus dimensiones, incluyendo longitud, anchura y altura, así como en las deformaciones de sus superficies.

Longevidad:



- **Absorción:** Se refiere a la capacidad del ladrillo para retener líquidos. La capacidad de impermeabilización del ladrillo viene determinada por su máxima absorción de agua.
- **Congelación:** Se refiere a la capacidad de un ladrillo para aguantar temperaturas muy frías sin sufrir alteraciones en sus diversas características ni sufrir grietas notables.
- **Resistencia al fuego:** Los ladrillos presentan una excepcional resistencia al calor y permanecen prácticamente intactos incluso a temperaturas extremas.
- **Aislamiento térmico:** La baja conductividad térmica de las cualidades físicas ayuda a evitar la transferencia de calor.

2.2.16 Retiro del polvillo:

Los ladrillos fabricados en las diversas ladrilleras artesanales de Puno se transportan en camión. Treinta por ciento de arcilla, treinta por ciento de arena y limo, cinco por ciento de silicato de alúmina y quince por ciento de carbonato cálcico componen el material. El polvillo de ladr. puede obtenerse de la basura generada durante la construcción en las diferentes ladrilleras ubicadas en la provincia de Puno, así como de los vehículos usados para la carga y descarga de ladrillos. Aprovechar las ventajas del material y reutilizar los ladrillos son los objetivos de estas técnicas de extracción.

Figura 2.

Residuos finos derivados de ladrillos



2.2.17 Parámetros del polvillo de ladrillo.

- ✓ **Sistema:** El tamaño se refiere a la dimensión específica de un elemento, generalmente su longitud. Si la partícula es esférica, su dimensión de tamaño vendrá determinada por su radio o diámetro. En el caso de una molécula muy irregular, puede resultar difícil establecer un tamaño igual físicamente correcto.
- ✓ **Dimensión:** Se consigue utilizando un instrumento calibrado, cuyo tamaño debe elegirse en función del volumen que se va a medir. Tiene capacidad para cuantificar el volumen de sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso. La humedad se determina colocándolo directamente en el recipiente adecuado. La forma del menisco -convexa o cóncava- se tiene en cuenta al realizar las mediciones dimensionales.
- ✓ **Contextura:** Es un reflejo de la resistencia de sus uniones y de lo bien que soporta las deformaciones y fracturas. La consistencia de los suelos puede

determinarse analizando muestras o calicatas de suelo, ya estén húmedas o secas.

2.2.18 Clase de ladrillos

Según Steel Group (2021), hay muchos tipos diferentes de ladrillos hechos a mano; el más conocido es el ladrillo teja, que se construye con arcilla sin esmaltar que se ha secado al sol. Actualmente, se utiliza mucho en estructuras agrícolas que no desean una durabilidad significativa, ya que no es aconsejable para edificaciones residenciales.

- ✓ **Ladrillo duro:** La perforación superficial de los ladrillos duros suele ser del 10% o más. Se utiliza a menudo en el modelo de tabiquería debido a su excepcional durabilidad y al hecho de que aumenta la resistencia del mortero al permitirle penetrar a través de los agujeros. A menudo se utiliza en las fachadas de los edificios.
- ✓ **Ladrillos ecológicos:** Además de las categorías anteriores, existen los ladrillos ecológicos. Se trata de una colección de ladrillos desarrollados recientemente que se esfuerzan por ofrecer opciones de construcción beneficiosas para el medio ambiente y completamente ecológicas. Estos materiales incluyen cáñamo, cenizas de carbón, cáscaras de cacahuete, paja, tierra, arena y hasta basura doméstica.
- ✓ **Ladrillo hueco:** Aquí el bloque contiene perforaciones horizontales. Estas perforaciones en los bordes o cabezas de los materiales disminuyen su peso y volumen, facilitando su corte sin comprometer su resistencia. Las perforaciones horizontales están diseñadas para separadores que no están destinados a soportar un peso significativo.

Figura 3.

Variedades de ladrillo



2.2.19 La subrasante

Como indica Cuadros (2017), la capa superficial del suelo en las carreteras sirve para dispersar las fuerzas ejercidas por diversos vehículos. La calidad del suelo afecta a la determinación del espesor del pavimento para diferentes tipos de carreteras. El objetivo principal de esta estructura es proporcionar soporte y soportar el peso del tráfico, que incluye una amplia gama de vehículos. Su función es transferir eficazmente las fuerzas al suelo.

Tabla 3.

Categorías de Subrasante en función del CBR.

Clasificación de Subrasante	CBR
S5: Subrasante Excelente	De CBR \geq 30%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S2: Subrasante Regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
S1: Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%

Nota. (MTC, 2013)

2.2.20 Subrasantes y su relevancia

Empezando por sus detalles mecánicas y físicas, que pueden reducir los gastos de explotación y mantenimiento. Cuando los subsuelos poseen una alta calidad, se minimiza la probabilidad de fallo (Honors, 2019).

La subrasante adecuada debe considerar los siguientes factores:

- ✓ Asegurar una superficie lisa y nivelada sin irregularidades.
- ✓ Proporcionar un drenaje suficiente para manejar eficazmente las precipitaciones.
- ✓ Garantizar que el suelo tenga suficiente resistencia mecánica para soportar el peso del vehículo.

2.2.21 Cualidades de una subrasante

Los suelos compactos, pobres en fibras y granulométricamente uniformes son ideales para carreteras y autopistas. Deben ser capaces de soportar altos niveles de humedad y tener un California Bearing Ratio (CBR) del 6% o superior hasta una profundidad de 0,60 m.

2.2.22 Terrenos inadecuados para la subrasante

Según Honores (2019), las superficies que no posean cualidades específicas para subrasante deben considerar los siguientes factores.

- ✓ Suelo que presenta un alto nivel de flexibilidad.
- ✓ El suelo contiene una alta concentración de materiales orgánicos.
- ✓ El suelo arcilloso es un ejemplo de suelo expansivo.
- ✓ El suelo tiene una composición muy variada.

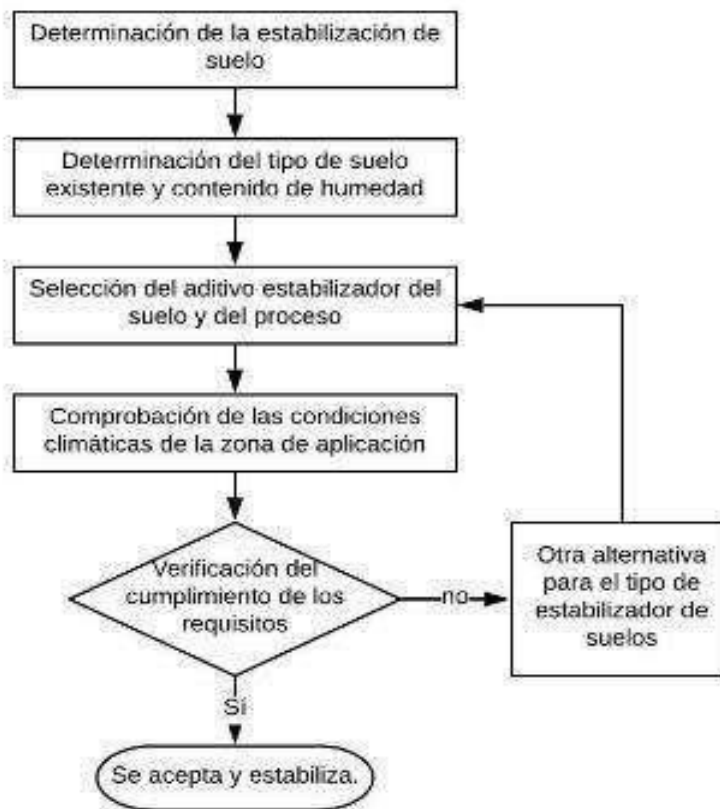
- ✓ El suelo es propenso a la erosión.

2.2.23 Estabilización de suelos

Las enmiendas químicas de los suelos mejoran sus cualidades mediante procesos de estabilización y alteración, según las investigaciones de Álvaro, Musso y Behak (2015). Como resultado, aumentan tanto la resistencia mecánica como el módulo de deformación. La capacidad de carga del suelo se ve influida por los cambios en su consistencia, texturas y volúmenes. Para lograr la estabilidad pueden utilizarse aglutinantes, como estabilizadores químicos y físicos, mientras que la estabilización mecánica implica combinar diferentes tipos de suelo para obtener gradaciones adecuadas.

Figura 4.

Flujograma para la elección del estabilizador



Nota: (MTC, 2014).

2.2.23.1 Cualidades de suelos estabilizados

Según Parra (2018), cuando se estabilizan suelos, normalmente se tiene en cuenta el parámetro de la resistencia. Cuando los suelos son mejorados o estabilizados, la alteración de la resistencia es un resultado prominente. Esto se debe a las cualidades de los aditivos utilizados, que mejoran la cohesión entre las partículas del suelo y, por ende, minimizan los asentamientos.

Permeabilidad y compresión del suelo

- ✓ Pueden producirse desplazamientos internos o dilataciones como resultado de la compactación del suelo.
- ✓ Es fundamental minimizar los huecos en el suelo.
- ✓ La permeabilidad de una estructura determina la cantidad de agua que puede atravesarla sin afectar a sus características.
- ✓ La impermeabilización es necesaria en suelos arcillosos y limosos debido a su reducida permeabilidad.
- ✓ La humedad del suelo está asociada a varios niveles de agua.
- ✓ La capacidad portante, que es la resistencia a la intemperie y a la erosión, es una medida de la duración del suelo.
- ✓ Un diseño adecuado de las capas de pavimento puede aumentar la vida útil del suelo.

2.2.24 Parámetros geotécnicos

- El MTC de 2016 subraya la necesidad de evaluar el uso previsto de la subrasante del suelo y el valor del coeficiente portante de California (CBR) para determinar su estabilidad. Si no es el caso, puede ser necesaria

una operación de reequilibrio que incluya tratamientos nuevos o diferentes basados en técnicas de estabilización química o mecánica.

- La presencia de materiales limosos o arcillosos en la subrasante puede permitir el paso del agua, lo que puede tener un impacto negativo en un material granular. Por lo tanto, es crucial tener en cuenta las capas de la subrasante. Además, es muy importante incluir una capa de 10 cm con fines de estabilización.
- Si existe un nivel freático, la subrasante debe situarse a una profundidad de 0,60 m para material de alta calidad y de 1,20 m para suelos deficientes o inadecuados.
- Los suelos situados por encima de los 4.000 metros sobre el nivel del mar no se ven afectados por las heladas. En estas zonas, el nivel freático debe estar a una profundidad de 1,20 metros. Sin embargo, si no se alcanza este requisito, el suelo debe clasificarse como arena y grava con menos del 3% de partículas de peso inferior a 0,02 mm.
- Los aspectos de la estabilización de suelos incluyen el tipo de superficie, el tipo de aditivo, el uso del suelo, la experiencia anterior, la disponibilidad de aditivos, el equipo necesario y precios similares.

2.2.25 Variedades en la estabilización de los terrenos

Como resultado del aumento del contacto entre las moléculas del suelo y de la pérdida lenta pero constante de volumen del suelo provocada por las cargas a largo plazo, la compactación aumenta la resistencia del suelo a las presiones externas al hacer que las moléculas sean más pequeñas y menos propensas a chocar.

Estabilización por medios mecánicos: - El suelo se compacta para disminuir el volumen vacío; esto aumenta la estabilidad sin cambiar la estructura o composición del suelo.

El proceso de estabilización química - La mejora de las capacidades hidráulicas del suelo mediante la adición de agentes hidráulicos.

- ✓ Inicia la cementación, el intercambio de iones y los procesos químicos.
- ✓ Se incluyen en las categorías de reacciones puzolánicas, aglomeraciones inducidas por floculación e intercambio de cationes.

Estabilización física: - Mejora la calidad del suelo de grano fino mediante un amplio intercambio iónico entre los estabilizadores minerales de arcilla y el propio suelo.

- ✓ El objetivo es reducir la eficacia de la arcilla activada eliminando el agua que los minerales de la arcilla han absorbido.
- ✓ Hace que el suelo se adhiera más con el tiempo al aumentar su capacidad de retención de partículas por fricción.

Figura 5.

Clases de estabilización



2.2.26 Pruebas de materiales en condiciones controladas según los estándares

Propiedades físicas del terreno

A. Análisis de humedad en el material

El contenido de humedad del suelo puede medirse con precisión mediante la prueba de contenido de humedad, que consiste en tomar el primer peso de prueba tras la desecación en un horno a 110 °C y determinar el contenido de humedad de la muestra desecada. (Neyra, 2016)

B. Evaluación Granulométrica:

El objetivo principal de esta investigación es cuantificar la importancia relativa de la angulosidad y la compacidad de los granos en los suelos gruesos. Las distribuciones granulométricas pueden servir de guía para futuros cálculos, aunque el análisis de malla no aborde directamente estos aspectos.

Porcentaje retenido parcial:

$$\% \text{Retenido Parcial} = \frac{\text{Peso Retenido Parcial}}{\text{Peso Total}} * 100 \dots \dots \text{Ec N}^{\circ} 1$$

Porcentaje retenido acumulado:

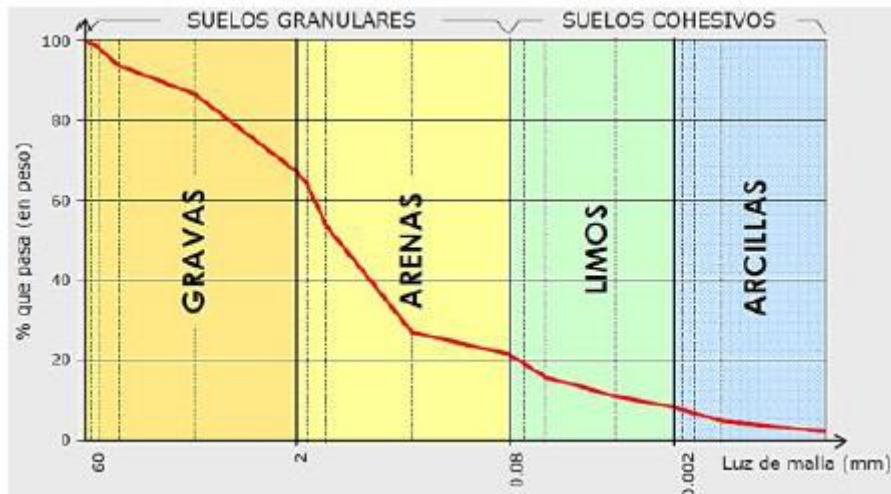
$$\% \text{Ret. Acumulado} = \% \text{Ret. Acumulado} + \% \text{Ret. Parcial} \dots \text{Ec N}^{\circ} 2$$

Proporción que pasa por el tamiz:

$$\% \text{Pasa Tamiz} = 100 - \% \text{Ret. Acumulado} \dots \dots \text{Ec N}^{\circ} 3$$

Figura 6.

Diagrama granulometrica



C. Limite liquido:

Ese es el límite líquido en la edafología. Para averiguarlo se utiliza la prueba de Casagrande. Consiste en dar forma a un suelo tamizado (nº 40) y trazar un surco con una espátula de 13 mm. Se cuentan los golpes necesarios para sellar el surco en circunstancias normales.

$$LL(\%) = \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \dots \dots \dots Ec N^{\circ} 4$$

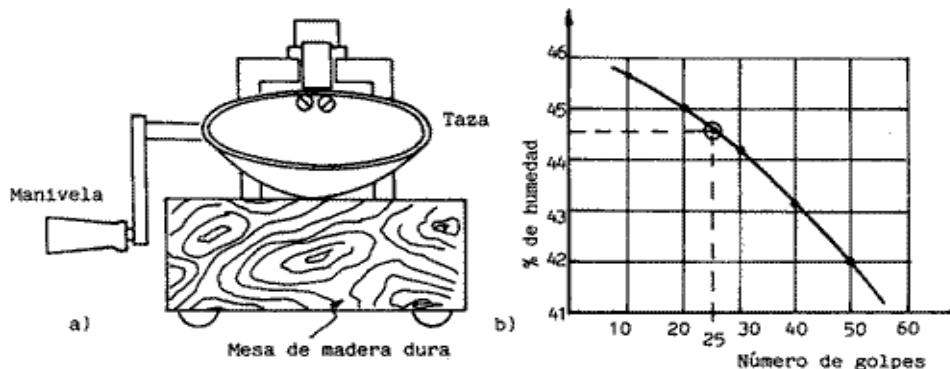
LL = Límite líquido.

$w*n$ = cantidad de agua presente en el suelo.

N = Cantidad de golpes

Figura 7.

Determinación del límite líquido mediante el ensayo Casagrande



D. Límite plástico e índice de plasticidad IP:

La deformabilidad del suelo viene indicada por su índice de plasticidad (IP), que se calcula como el diferencial entre los límites plástico y líquido. Cuando se trata del límite plástico, es el nivel de humedad más bajo que impide el desmoronamiento cuando se forman cilindros de 3 mm de diámetro:

$$\text{Limite Plastico}(\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del horno}} * 100 \dots \text{Ec N}^\circ 5$$

$$\text{Indice plastico} = \text{Limite Liquido} - \text{Limite Plastico} \dots \text{Ec N}^\circ 6$$

Tabla 4.

Distribución de suelos conforme al IP

Índice de plasticidad (IP)	Plasticidad	Características
IP>20	Alta	Suelo muy arcilloso
20>IP>7	Media	Suelo arcilloso
IP<7	Baja	Suelo poco arcilloso
IP=0	No plástico (NP)	Suelo exento de arcilla

Nota: (MTC, 2014).



Cualidades mecánicas de los suelos

A) Ensayo de Proctor Modificado:

Tras establecer una conexión entre la humedad del suelo y la densidad seca, se genera la curva de compactación fijando la energía de compactación en 2700 knm/m³. El procedimiento consiste en comprimir cinco capas de materiales con diferentes contenidos de humedad y, a continuación, impactar cada capa 56 veces. Para generar la curva se utilizan cálculos y mediciones de peso con regla.

$$\text{Densidad húmeda } (P_m), \text{ en } (g/m^3) = 1000 * \frac{(M_T - M_{md})}{V} \dots \dots \text{ Ec. 8}$$

$$\text{Densidad seca } (P_d), \text{ en } (g/m^3) = 1000 * \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}} \dots \dots \text{ Ec. 9}$$

$$\text{Contenido de humedad } (W), \text{ en } (\%) = 1000 * \frac{M_w}{M_s} \dots \dots \text{ Ec. 10}$$

Donde:

Mt: Masa húmeda (molde + suelo) (kg).

Mmd: Masa del molde compactado (kg).

V: Volumen del molde.

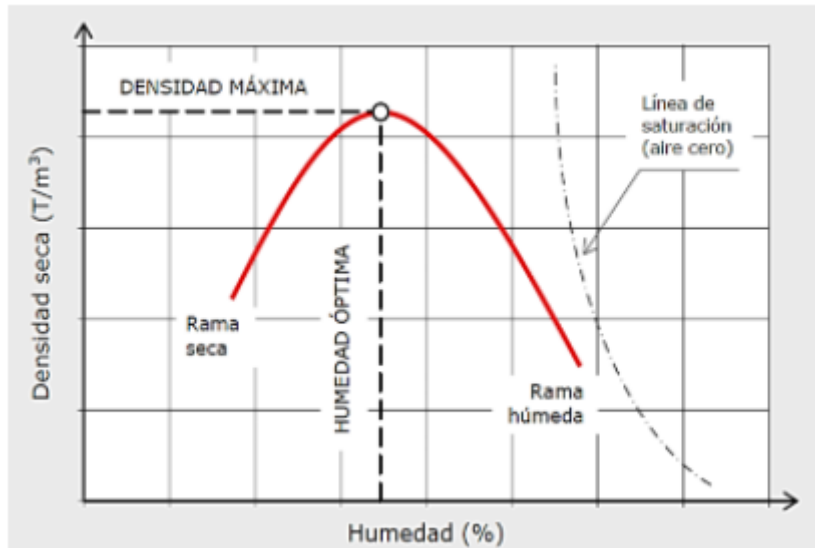
W: Humedad (%) del suelo.

Mw: Masa húmeda (suelo).

Ms: Masa seca (suelo).

Figura 8.

Curva de densidad seca vs humedad

**B) Ensayo CBR en laboratorio:**

La capacidad portante de los suelos y materiales granulares de pavimento puede evaluarse mediante el ensayo CBR con el método Proctor Modificado, que altera las muestras compactadas:

- Para determinar la densidad y el contenido de humedad se utilizará la técnica Proctor modificada.
- Cuando un material se hincha debido a la presencia de agua, se denomina determinación de la expansión.
- En las pruebas de resistencia a la penetración se utiliza un aparato CBR.

El coeficiente de fricción (CBR) es la caída de presión entre el suelo típico y la profundidad a la que debe impulsarse un pistón para alcanzar una determinada profundidad.

$$CBR(\%) = \frac{\text{Presión en el suelo}}{\text{Presión en el suelo patrón}} * 100 \dots \dots \text{Ec N}^\circ 11$$

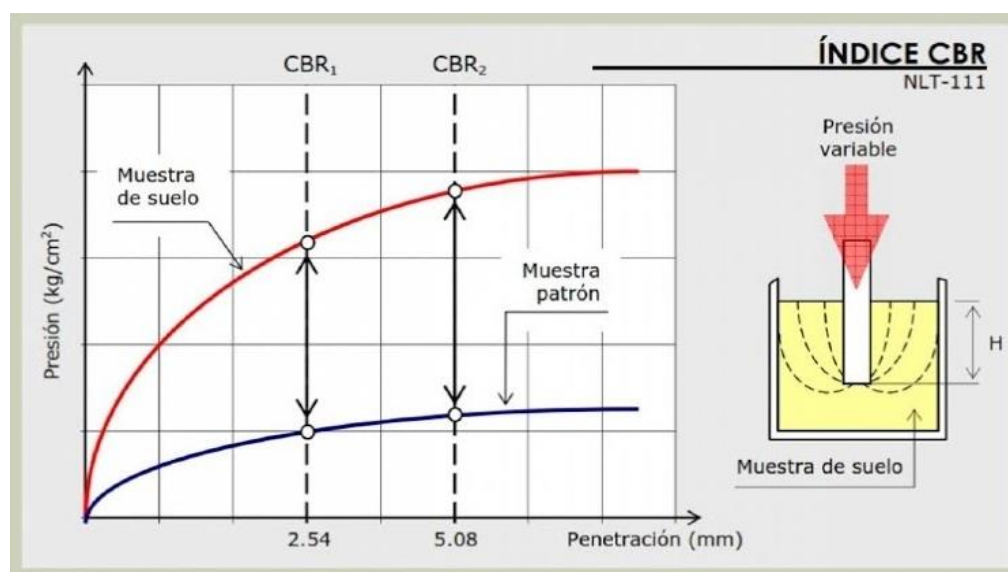
$$(\%) \text{ de expansión} = \frac{\text{lectura inicial} - \text{lectura final}}{127 (\text{altura del molde})} * 100 \dots \dots \text{Ec N}^\circ 12$$

Procedimiento del ensayo CBR:

- Para alcanzar el contenido de humedad ideal determinado por la prueba Proctor modificada, las muestras se exprimen en tres capas de moldes con 56, 25 y 12 golpes por capa.
- Durante cuatro días, las muestras se prueban bajo una supercarga de diez libras, que es lo mismo que un pavimento flexible de dos pulgadas. Se utiliza un medidor para controlar la expansión cada 24 horas.
- El ensayo CBR se lleva a cabo a un ritmo de 0,05 pulg./min. al cabo de 96 horas, registrándose las presiones a profundidades comprendidas entre 0,025 y 0,500 pulg.

Figura 9.

Diagrama humedad - densidad seca





2.3 Marco conceptual

1. AASHTO: Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transportes.
2. Agregado: Material granular como arena, grava o roca triturada, utilizado en diversos tamaños (MTC, 2008).
3. Arcillas: Partículas menores a 2 μm , formadas por desintegración de rocas y minerales (MTC, 2008).
4. Compactación: Procedimiento mecánico para reducir vacíos en suelos o mezclas (MTC, 2008).
5. Control de calidad: Evaluaciones técnicas que verifican el cumplimiento de normas y especificaciones (MTC, 2008).
6. Consistencia: Capacidad del suelo para fluir y deformarse.
7. Limo: Partículas sedimentarias entre 0,002 y 0,02 mm de tamaño (MTC, 2008).
8. Contenido de humedad: Cantidad de agua presente en el suelo en su estado natural (MTC, 2013).
9. Contenido óptimo de humedad: Cantidad exacta de agua para lograr la máxima densidad seca en la prueba Proctor (MTC, 2013).
10. CBR: Relación entre la fuerza de penetración en suelo y grava estándar, expresada en porcentaje (%).
11. Densidad: Relación entre la masa y el volumen de un objeto.
12. Granulometría: Análisis para determinar la distribución de tamaños de partículas en una muestra (MTC, 2013).



- 13. Grava:** Partículas entre 4,75 mm y 75 mm, utilizadas en pavimentos (MTC, 2013).
- 14. Índice de plasticidad:** Diferencia entre los límites líquido y plástico del suelo (MTC, 2013).
- 15. Límite líquido:** Contenido de humedad donde el suelo pasa de estado líquido a plástico (MTC, 2013).
- 16. Límite plástico:** Contenido de humedad donde el suelo pasa de estado plástico a semisólido (MTC, 2013).
- 17. Subrasante:** Capa superior del suelo en carreteras, compactada para soportar el pavimento (MTC, 2013).
- 18. Reafirmación:** Capa granular natural o procesada que distribuye cargas y mejora la resistencia del pavimento.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 Nivel

Según Daen (2011), esta investigación es explicativa. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en las muestras se presentan en tablas, permitiendo comparar y explicar los cambios observados.

3.1.2 Tipo

La investigación es aplicada, utilizando datos de investigaciones básicas para resolver el problema de las propiedades físicas y mecánicas inadecuadas de los suelos de subrasante, con el fin de establecer objetivos prácticos y modificar una industria (Carrasco, 2006)



3.1.3 Método

Se siguió el método científico, con un proceso sistemático que incluye la observación, identificación del problema, formulación de hipótesis, predicción y comprobación (Cegarra, 2004).

3.1.4 Diseño

El diseño fue experimental, manipulando la variable independiente (escombros de construcción) para evaluar su efecto sobre las propiedades del suelo en condiciones controladas (Sampieri, 2014).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

El estudio se centra en el material de subrasante de la carretera Lampa - Desvío a la Isla, entre los km 1+000 y km 4+000, en la provincia de Puno.

3.2.2 Muestra

Se tomaron muestras de suelo de tres fosas ubicadas en los km 1+000, 2+500 y 4+000 de la misma ruta.

3.2.3 Diseño muestral

Las características de la subrasante se determinaron mediante muestras extraídas de tres fosas con una profundidad de 1,50 m cada una.

Tabla 5.*Calicatas extraídas de la carretera*

Lugar	Calicata	Profundidad
Carretera Lampa - Desvió a Isla	C – 01	1.50 m
	C – 02	1.50 m
	C – 03	1.50 m

3.3 **Ámbito de análisis**

3.3.1 *Locación de la zona en estudio*

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos de la UANCV, en Juliaca, para analizar los materiales granulares y las arenas aluviales de las canteras, así como su capacidad portante.

3.3.2 *Detallamiento de la zona de evaluación*

El laboratorio cuenta con la certificación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y equipos calibrados, emitiendo certificados al concluir cada prueba.

3.3.3 *Métodos e instrumentos de obtención de datos*

Métodos de recolección de respuestas

Se utilizó observación directa durante las visitas de campo para recoger muestras de suelo mediante tres calicatas y realizar las pruebas correspondientes.

El método incluyó una combinación de análisis documental, examen físico y bibliografía numérica para realizar con precisión diversas pruebas necesarias para hallar la evaluación granulométrico, la clasificación SUCS y las pruebas de consistencia. Además, el método incluía la prueba Proctor modificada, como la prueba CBR.



Materiales de obtención de datos

Los parámetros de las pruebas de laboratorio se obtuvieron mediante hojas de datos de pruebas normalizadas de laboratorios acreditados de mecánica de suelos, creadas de acuerdo con las normas ASTM, que incluyen formularios como los siguientes:

- Los parámetros para el análisis granulométrico se determinan utilizando el método de clasificación SUCS, es decir, mediante el uso de una tarjeta granulométrica y tamizado, como se especifica en el examen MTC EM 107-2016)
- El índice de plasticidad y los parámetros de humedad natural pueden determinarse mediante el ensayo del límite de Atterberg, concretamente consultando las fichas del límite de Atterberg (MTC E 108-2016)
- La investigación utilizó pruebas Proctor modificadas, especialmente la ASTM D-1557, para determinar el contenido de humedad ideal y los valores de densidad seca máxima, mientras que los parámetros de cizallamiento directo se obtuvieron utilizando la tarjeta de prueba CBR especificada MTC EM 132.

3.3.4 Paso a paso en laboratorio

✓ Prueba de contenido de humedad

Procedimiento:

- Utilizar una balanza analítica para anotar cuánto pesa la tara de metal vacía.
- Tarar la muestra una vez humedecida y anotar su peso total.

- Durante 24 horas, mantenga la muestra y la tara en una estufa de secado regulada a una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Para mantener el aire del horno uniforme mientras se seca, no abra la puerta con demasiada frecuencia.
- Antes de realizar la pesada final, deje que la muestra y la tara se enfríen a temperatura ambiente en un desecador para evitar la condensación o las fluctuaciones de temperatura que podrían provocar errores.

Figura 10.

Muestras en el Horno



✓ **Ensayo de granulometría de finos**

Para averiguar cuál es la distribución granulométrica más común en el suelo, este estudio utilizará el método ASTM D-422, que consiste en medir el flujo de suciedad a través de tamices de 200 mallas, para realizar un análisis cuantitativo de la distribución granulométrica.

Procedimiento:

- Antes de empezar a fracturar la muestra, es importante anotar su masa total.

- Para obtener resultados óptimos en términos de claridad y pureza del agua, se aconseja filtrar la muestra mediante un tamiz de malla 200.
- Se recomienda secar la muestra en un horno a 110°C durante un día entero.
- Una vez seca, se tamiza consecutivamente con tamices de malla descendente.

Figura 11. *Tamizado del ensayo*



✓ **Límites de consistencia (ATTERBERG)**

▪ **Ensayo de limite liquido**

Determinar el límite líquido (LI), el índice de fluidez (FI) y el índice de plasticidad (PI) de la muestra.

Protocolo de la prueba:

- Tras pasar una muestra seca de unos 150 gramos por un tamiz de grano 24, se descarta el material que se queda pegado.
- Tras un periodo de 24 horas de mezcla con agua, el material tamizado se somete a un análisis granulométrico.
- Para dar forma a la muestra se utiliza una torta elíptica con un centímetro de grosor en la parte superior.

- Para evitar que se desprendan restos de la masa, se hace un surco en el diámetro de la torta con una cuchara.
- Para marcar los trazos se realizan dos rotaciones por segundo hasta que las ranuras alcanzan una profundidad de 0,50 puntos.
- El límite líquido se utiliza para evitar que se extraiga la sustancia al manipular la muestra entre los dedos sobre vidrio esmerilado.
- Para eliminar la humedad se utiliza un cilindro de varilla con una capacidad de unos 2 gramos de muestra y un movimiento oscilatorio aplicado a 0,80-0,90 ciclos por minuto.
- Se crean fisuras superficiales en la muestra durante el proceso de fabricación de varillas cilíndricas de 3,2 mm de diámetro.

Figura 12.

Ensayo de Lp



▪ **Ensayo de límite plástico**

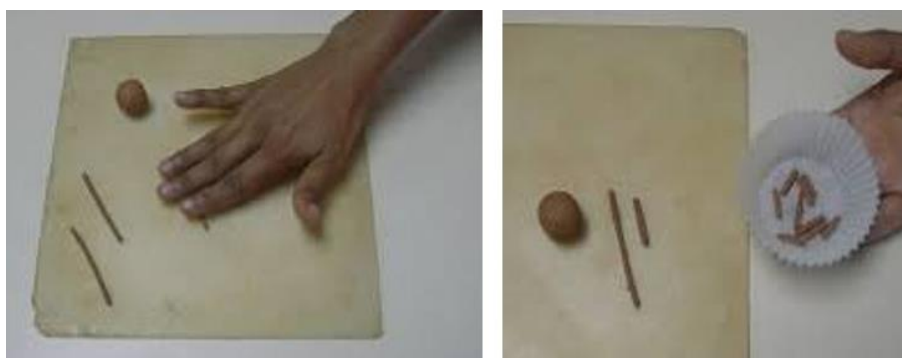
El límite plástico (Lp) y el índice de plasticidad (Ip) sirven como métricas esenciales para evaluar el comportamiento de los suelos finos dentro del campo de la mecánica de suelos.

Metodología:

- Un espécimen de aproximadamente 2 gramos de peso se hace rodar manualmente sobre vidrio molido para disminuir su contenido de humedad.
- El movimiento alternativo se produce a una frecuencia de 0,80 a 0,90 ciclos por minuto.
- Las barras resultantes deben alcanzar un diámetro de 3,2 mm y presentar grietas visibles en la superficie.

Figura 13.

Prueba de Limite Plástico



✓ Prueba de Proctor modificado

Procedimiento del ensayo:

- Se debe exponer al aire una muestra de unos 40 kg para obtener unos resultados de secado óptimos. Evite dañar la integridad estructural de los componentes principales al desmontarlos utilizando un mazo de goma.
- Durante la fase de amasado, que se caracteriza por el uso de medidas exactas como 2 pulgadas, $\frac{3}{4}$ de pulgada, $\frac{3}{8}$ de pulgada y el número 4, se recomienda desechar cualquier partícula que se haya acumulado.



- Los resultados de la inspección granulométrica determinarán la técnica de ensayo que debe utilizarse. Se requiere una muestra de 2,5 kilogramos para el método A y la técnica B, mientras que para la opción C se necesita una muestra de 6 kilogramos.
- La sustancia debe agitarse a mano mientras se añade agua a una concentración del 2% o del 4%, según el resultado deseado, para crear una mezcla homogénea.
- Divida la mezcla en cinco partes iguales y transfiera cada una de ellas utilizando un embudo metálico; esto la preparará para la compactación por caída libre.
- Asegurándonos, con una regla metálica, de que el borde del molde sea regular y la superficie quede nivelada tras compactar la muestra en cinco capas..
- El método para medir la humedad consiste en tomar una pequeña muestra, trasladarla a un recipiente metálico para pesarla y, a continuación, calcular su contenido de humedad. Bowles (1980) afirma que la pieza sobrante debe desecharse en un recipiente adecuado.

Figura 14.

Equipos utilizados



✓ **Ensayo (cbr)**

Protocolo a seguir del ensayo:

- Tanto el ensayo Proctor como el California Bearing Ratio (CBR) utilizan el mismo material, y ambos ensayos necesitan que la muestra esté seca para funcionar correctamente.
- Mantener un contenido de agua constante durante el ensayo Proctor es muy necesario para determinar la masa seca límite que se podría alcanzarse.
- A continuación, dividimos la muestra en cinco porciones iguales para obtener una mezcla homogénea.
- Tras la colocación del espaciador y del papel de filtro que va unido a él dentro del molde, se debe realizar a continuación una técnica de compactación de 56 golpes.
- Para empezar, se debe colocar el papel de filtro y, a continuación, retirar el disco espaciador. Anote la masa de la probeta una vez humedecida.



- La primera colocación de un papel de filtro debe ir seguida de la retirada del disco espaciador y, a continuación, de la medición del peso de la muestra mojada.
- De acuerdo con las instrucciones, la primera muestra se somete a un total de 56 caídas libres, mientras que la segunda se somete a un total de 35 impactos. Por último, la tercera muestra se somete a un total de doce impactos.
- Los moldes de lectura se sumergieron en el extensómetro con una frecuencia de una vez cada veinticuatro horas durante un período de cuatro días en el transcurso del experimento.
- Se retiran los moldes en 4 días, y luego el agua debe dejarse escurrir durante un período de quince minutos después de que los moldes han sido retirados.
- Para determinar el alcance de la carga que se está aplicando, es necesario colocar la probeta dentro de la prensa de forma que quede alineada con la sobrecarga adecuada. Una vez colocada cuidadosamente la probeta, se debe poner encima el cilindro.
- La velocidad de penetración del pistón es de 0,05 pulgadas por minuto.
- Para registrar los datos del dial de carga se consideraron diferentes niveles de penetración: 0,25, 0,05, 0,075, 0,10, 0,15, 0,20, 0,30, 0,40 y 0,50 pulgadas. Se toman las mediciones manteniendo la presión constante.

➤ **Determinación del C.B.R. de diseño**

Se pueden encontrar los valores que van con la C.B.R. de diseño utilizando fosos de prueba. El Instituto del Asfalto sugiere utilizar un valor global como criterio

para determinar la resistencia de diseño; este valor debe ser el 60%, el 75% o el 87,5% de los valores individuales que sean iguales o superiores a los establecidos para los distintos escenarios de tráfico.

Figura 15.

Ensayo de CBR





CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Señalación de resultados de la investigación

Se analizaron datos de laboratorio utilizando hojas de cálculo Excel para evaluar el impacto del polvo de ladrillo reciclado en la capacidad portante de la subrasante en caminos rurales de Puno, optimizando así la carretera Lampa - Desvío a la Isla.

4.1.1 *Propiedades de la subrasante en su estado natural*

Cantidad de humedad

La resistencia de la subrasante depende del contenido de humedad, evaluado mediante mediciones en tres pozos de prueba.

Tabla 6.*Contenido de humedad*

Contenido de humedad	C – 01	C – 02	C – 03
Peso de suelo húmedo	102.1	83.73	21.85
Peso de suelo seco	86.54	69.23	19.45
Peso del agua	15.56	14.6	2.4
Contenido de humedad (%)	17.98	21.09	12.34

Evaluación Granulométrica

El objetivo de realizar un análisis granulométrico mediante calicatas extraídas es cuantificar con precisión la organización de dimensiones de elementos por eso del suelo.

(MTC, 2016)

Tabla 7.*Análisis granulométrico*

Análisis granulométrico				
Tamiz		% Que pasa		
#	mm	C - 01	C - 02	C - 03
20	0.84	98.86	99.34	99.39
30	0.59	97.15	98.52	98.58
40	0.42	96.48	97.33	97.54
50	0.30	95.77	96.52	96.78
100	0.15	92.53	94.77	94.35
200	0.07	91.82	93.58	92.46

Límites de atterberg

Esta prueba nos permite determinar la sensibilidad de nuestro suelo examinando su comportamiento en relación con su nivel de humedad. Las respuestas en resumen en la tabla.

Tabla 8.

Reseña de la prueba de limite líquido

Limite líquido (%)	C – 01		C – 02		C – 03	
	g	%	g	%	g	%
1	15	46.23	15	49.37	15	45.07
2	23	46.84	23	48.84	24	42.54
3	33	44.84	33	44.84	33	40.91
Resum. de datos	25	46.68	25	46.69	25	42.61

Nota: Contenido de humedad (expresado en porcentaje) y número de golpes (medido en gramos) Los datos obtenidos indican el contenido de humedad a 25 golpes, lo que se denomina el Ll del suelo, estimado a partir de las curvas de flujo.

Tabla 9.

Reseña de la prueba de limite plástico

Límite plástico (%)	C – 01	C – 02	C – 03
Masa de suelo húmedo	7.35	7.34	5.23
Masa de suelo seco	5.69	5.67	4.17
Peso de agua	1.66	1.67	1.06
% de humedad (%)	29.17	29.45	25.42

Tabla 10.*Reseña de Límites de Atterberg*

Límite consistencia (%)	C – 01	C – 02	C – 03
Límite líquido	41.06	40.85	42,61
Límite plástico	24.01	24.11	25.42
Límites consistencia	17.05	16.74	17.19

Tabla 11.*Categorización según AASHTO y SUCS*

Categorización de suelos		
Muestras	AASHTO	SUCS
C – 01	A-7-6(0)	CL
C – 02	A-6(0)	CL
C – 03	A-7-6(0)	CL

Tabla 12.*Reseña de humedad óptima y valores de la MDS*

Propiedades mecánicas	C – 01	C – 02	C – 03
MDS (%)	1,48	1.46	1.47
% óptimo de humedad (%)	22,13	23,35	23.35

Tabla 13.*Reseña de resistencia CBR al 95% y 100%*

Propiedades	C – 01	C – 02	C – 03
95%	3.52	4.06	3.57
100%	5.32	5.92	5.22

4.1.2 Consistencia con polvillo de ladrillo reciclado

Tabla 14.*Límite líquido con adición de polvillo reciclado al 10%, 15% y 20%.*

Límite líquido	C – 01	C – 02	C – 03
+ 10 % de PLR	31,86	33,38	31,93
Subrasante + 15 % de PLR	29,10	30,92	29,28
+ 20 % de PLR	26,32	27,57	26,93

Tabla 15.*Reseña de límite plástico agregando polvillo de ladr. reciclado (10%, 15%, 20%)*

Límite plástico	C – 01	C – 02	C – 03
+ 10 % de PLR	15,62	18,11	14,39
Subrasante + 15 % de PLR	14,09	13,16	13,25
+ 20 % de PLR	12,28	13,35	13,21

Tabla 16.*Reseña de Índice plasticidad agregando polvillo de ladr. reciclado (10%, 15%, 20%)*

Índice de plasticidad	C – 01	C – 02	C – 03
+ 10 % de PLR	16,15	15,18	17,55
Subrasante + 15 % de PLR	15,02	17,77	16,04
+ 20 % de PLR	14,05	14,23	13,73

4.1.3 Compactación agregando polvillo de ladr. reciclado (10%, 15%, 20%)

Tabla 17.*Reseña de Humedad óptima agregando polvo de ladrillo*

% de humedad optimo (%)			
Muestras	C – 01	C – 02	C – 03
+ 10 % de PLR	20.21	21.43	20.65
Subrasante + 15 % de PLR	16.54	17.31	17.64
+ 20 % de PLR	14.57	14.98	15.21

Tabla 18.*Reseña de MDS agregando polvo de ladrillo*

MDS (gr/cm3)			
Muestras	C – 01	C – 02	C – 03
+ 10 % de PLR	1.66	1.64	1.65
Subrasante + 15 % de PLR	1.86	1.81	1.85
+ 20 % de PLR	1.92	1.93	1.91

4.1.4 Capacidad de soporte con polvillo de ladrillo reciclado

Tabla 19.

Reseña de CBR al 95%. agregando polvillo de ladr. (10%, 15%, 20%)

CBR 95%			
Muestras	C – 01	C – 02	C – 03
Subrasante natural		3,72	
+ 10 % de PLR	7,23	7,43	7,33
Subrasante + 15 % de PLR	9,43	9,24	9,33
+ 20 % de PLR	10,23	10,33	9,93

Tabla 20.

Reseña de CBR al 100%. agregando polvillo de ladr. (10%, 15%, 20%)

CBR 100%			
Muestras	C – 01	C – 02	C – 03
+ 10 % de PLR	11,23	11,73	11,24
Subrasante + 15 % de PLR	14,90	14,93	14,93
+ 20 % de PLR	17,35	17,89	17,64

4.1.5 Cualidades mecánicas y físicas del polvillo de ladr. reciclado

Tabla 21.

Estructura granulométrica del polvillo de ladr. reciclado

Evaluación granulométrica		
Tamiz		% Que pasa
N°	mm	Polvillo de ladr. reciclado
10	2.00	80.96
20	0.84	76.30
40	0.42	65.67
100	0.15	44.89
200	0.07	39.45

Tabla 22.

Reseña de Límite líquido del polvillo de ladr. reciclado

Muestras	Polvillo de ladr. reciclado	
	g	%
1	14	31.22
2	26	30.93
3	33	30.09
Resum. de datos	25	31.30

Tabla 23.*Reseña de Límite plástico del polvillo de ladr. reciclado*

Límite plástico (%)	Polvillo de ladr. reciclado
Masa de suelo húmedo	8.31
Peso suelo seco	6.99
Peso del agua	2.42
% de la humedad (%)	23.51

Tabla 24.*Reseña de Límites consistencia del polvillo de ladr. reciclado*

Límites de consistencia (%)	Polvillo de ladr. reciclado
Límite líquido	31.30
Límite plástico	23.51
Límites consistencia	7.79

Tabla 25.*Categorización según SUCS y AASHTO.*

Organización de suelos			
Muestras	AASHTO		SUCS
Polvillo de ladr. reciclado	A-4(1)		Arenas arcillosas
	Arenas arcillosas	SC	Mezcla de arena y arcilla

Tabla 26.*% óptimo de humedad y límites MDS*

Muestra	Humedad óptima %	MDS %
Polvo de ladrillo	21.13	1.49

Tabla 27.*CBR al 95% y 100% del polvillo de ladr. reciclado*

Muestra	Resum. de datos del ensayo de CBR	
	95%	100%
Polvo de ladrillo	4.10	6.48

4.1.6 Dosificación con polvillo de ladrillo reciclado

Tabla 28.*Porcentaje en peso con adición de polvillo reciclado al 10%, 15% y 20%.*

Dosificación óptima	Subrasante natural + 20 % de PL
MDS[gr/cm ³]	1.92
% óptimo de humedad %	14.82
CBR 95%	11.00
CBR 100%	18.40

4.2 Discusión de Resultados

La investigación clasificó la subrasante natural como «CL» según la metodología SUCS. Los pozos de prueba indicaron un contenido medio de humedad del 17,14%, un límite líquido del 45,33%, un límite plástico del 28,01% y un índice de plasticidad del 17,32%. La densidad seca máxima registrada fue de 1,47, acompañada de un contenido óptimo de humedad del 22,94%. La subrasante está compuesta por arenas arcillosas y se clasifica como grupo A-4 (1) según el método de clasificación de la AASHTO. Según los Resum. de datos del método SUCS, el material puede describirse como «SC», término que designa una mezcla de arenas y arcillas. El material está compuesto por un 31,30% de líquido y un 23,51% de plástico. Estas son las limitaciones del material. El punto óptimo para el porcentaje de humedad es del 21,13%, y la densidad seca es de 1,49. Los Resum. de datos concluyentes incluyen un parámetro medio de 6,47 y un valor CBR de 4,09 con un nivel de confianza del 95%. Se prevé que ambos Resum. de datos sean correctos.

Entre las Tablas 16 y 18, En el segundo objetivo, se encontró que la subrasante con adiciones de polvillo de ladr. difería significativamente de la subrasante natural en cuanto a las medias de los parámetros de límite líquido. En total se examinaron 15 muestras. Según los Resum. de datos del estudio, el límite líquido de la subrasante disminuye con el aumento de la cantidad de polvillo de ladr. añadido. Por ejemplo, el límite líquido disminuye al 11,97% con la inclusión de un 10% de PLR. Del mismo modo, un aumento del 15% de PLR resulta en una reducción al 14,51%, y una adición del 20% de PLR resulta en una caída al 26,94%. La subrasante original tenía un valor límite líquido del 45,33%, y estas métricas se comparan con él. Incorporando los porcentajes correspondientes -por ejemplo, un 10% de PLR- a la subrasante no tratada, se consigue



una reducción del 12,95%. Si los parámetros del límite plástico de la subrasante cambian en una cantidad determinada cuando se añade polvo ladr. El valor de referencia es del 28,01%. Cuando se compara con la subrasante tal como es, las características porcentuales de la adquirida, 15% PLR, y 20% PLR lo redujo en un 13,51% y 15,06%, respectivamente. Esto es un buen presagio. Los Resum. de datos mostraron que la subrasante con agregación de polvillo de ladr. tenía un índice de plasticidad de la subrasante inferior al de la subrasante en su estado natural, y que las medias de los criterios I_p de los dos tipos de subrasante eran comparables. El porcentaje desciende al 5,31% a medida que aumentan los valores; por ejemplo, al 10% de PLR, desciende al 3,15%; al 15% de PLR, desciende al 4,14%; y al 20% de PLR, desciende al 4,14%. Las cifras, sin embargo, descienden cuando se incluye el polvo de ladrillo. Cada una de estas medidas se ha comparado con la base bruta, sin procesar, que tiene un I_p del 19,29%.

Las Tablas 19-20 presentan la contracción por humedad asociada a proporciones variables de polvo de ladrillo reciclado (RMP). La subrasante no tratada presenta un contenido de humedad del 21,13%. La incorporación de 10%, 15% y 20% de PLR resulta en reducciones del contenido de humedad a 20,76%, 17,16% y 14,96%, respectivamente. La evaluación de la densidad seca reveló un aumento de 0,13 g/cm³ con un 10% de PLR, 0,5 g/cm³ con un 15%, y 0,39 g/cm³ con un 20%, en relación con la densidad seca máxima de la subrasante, registrada en 1,17 g/cm³.

La Tabla 29 complementa la Tabla 28 con datos adicionales que demuestran cómo la capacidad portante de la subrasante fue mejorada por la adición de polvo de ladrillo reciclado (RMP), según lo evaluado por CBR. Se encontró que el CBR medio en su condición original era del 3% con un nivel de confianza del 95%. Con un 10% de PLR, el CBR creció un 3,88%, con un 15% un 5,82%, y con un 20% un 6,63%. Este aumento



fue proporcional a la cantidad de PLR añadida. La mejora sustancial en el soporte de la subrasante que se produjo a medida que aumentaba la cantidad de PLR se muestra en este aumento.

La tabla 4.22 muestra las características del CBR, el porcentaje ideal de humedad y la densidad seca para el quinto objetivo. En su forma natural, el porcentaje ideal de humedad resultó ser del 17,14%. Se observó un descenso considerable del porcentaje óptimo de 7,71% cuando se mezcló polvo de ladr. en la subrasante en una proporción del 20% del Coeficiente de Límite Plástico (PLR). Además, la sustitución del 20% del PLR por polvillo de ladr. aumentó el peso máximo en seco de la subrasante en 0,41 (g/cm³). Con una densidad seca máxima de 1,17 (g/cm³), las muestras preparadas de la subrasante se compararon con este aumento. Con un nivel de confianza del 95%, el California Bearing Ratio (CBR) resultó ser de 3,88 en los Resum. de datos finales. Sin embargo, se observó un aumento del 6,63% del CBR al 95% cuando se utilizó polvillo de ladr. en lugar del 20% del PLR. El parámetro CBR aumentó al 12,92% para el 20% del límite plástico (PL) cuando el valor CBR alcanzó el 100% y la media fue de 5,70.



CONCLUSIONES

Las cualidades físicas y mecánicas del polvo de ladrillo reciclado y de la subrasante natural fueron ensayadas de acuerdo a los lineamientos establecidos en el manual de ensayos de materiales de la ruta Lampa - Desvío a la Isla. El índice de plasticidad promedio de la subrasante fue de 17,32%, lo que llevó a que la técnica SUCS la clasificara como «CL» (arcillas inorgánicas de plasticidad media). Se estableció una densidad seca máxima de 1,47 y un contenido de humedad ideal del 27,94%. En las estadísticas resumidas se incluye un CBR medio de 3,70% con un 100% de certeza y de 3,88% con un 95% de confianza.

El polvo de ladrillo se clasificó como «SC» (arenas arcillosas y suelos limosos) en función de sus cualidades físico-mecánicas evaluadas mediante la técnica SUCS. Según las estadísticas, el contenido óptimo de humedad es del 10,21%, la densidad seca máxima es de 1,44, el límite plástico es del 28,01% y el límite líquido es del 45,33% líquido. Además, con un nivel de confianza del 95%, pudimos obtener un valor CBR de 3,72 y un índice de plasticidad medio de 5,49.

Se determinó la proporción óptima de tierra reciclada y polvo de ladrillo para evaluar la dosis que mejoraría la subrasante. En comparación con las combinaciones con 15% y 20% de polvo, que dieron lugar a grandes aumentos, la muestra con 100% de subrasante natural y 10% de polvo tuvo un CBR mucho menor. Destacando el aumento del límite plástico (PL) y del coeficiente de capacidad portante (CBR) hasta niveles óptimos al 100% del PLR, sobresalieron las muestras con 15% y 20% de polvo.

En la carretera Lampa - Desvío a la Isla se realizó un ensayo CBR para evaluar la capacidad portante de la subrasante, en el que se utilizaron distintos porcentajes de polvo



de ladrillo (10%, 15%, 20%). Las muestras tratadas con un 20% de PLR mostraron una diferencia significativa en comparación con las tratadas con un 15% de PLR, aumentando el CBR en un 85% con un nivel de confianza del 95%. Asimismo, el tratamiento de las muestras con mayores porcentajes de PLR se asoció con un aumento del CBR al 100%.



RECOMENDACIONES

Se aconseja a los investigadores que amplíen el alcance del estudio actual a la integración del polvo de ladr. en otros tipos de suelo. Deben pensar en cómo emplear los porcentajes proporcionados por el MTC cuando se trate de aditivos como la cal o el cemento. También se recomienda hacer un análisis de costes. Se ha demostrado que el uso de material estabilizador tiene Resum. de datos positivos en términos de mejora de la capacidad portante.

Sería conveniente que las distintas entidades del gobierno regional realizaran análisis químicos de las distintas superficies y muestras de polvillo de ladr. recogidas en las ladrilleras de la zona de Chota. Sugiero encarecidamente que se realicen estos análisis. A continuación, podrán pensar en utilizar estos materiales como estabilizantes para aplicaciones ecológicas, biodegradables y respetuosas con el medio ambiente cuando conozcan su composición específica.

Las empresas consultoras y los promotores de proyectos deben recordar que los suelos con composiciones específicas, como los suelos tropicales, las superficies naturales, las superficies con alto contenido en cal y minerales, las superficies arcillosas y las superficies expuestas a temperaturas superiores a 110°C, pueden sufrir cambios sustanciales en sus propiedades cuando se realizan estudios de mecánica de suelos. Debido a las altas temperaturas, la poca agua de hidratación presente en estos suelos puede evaporarse o perderse. Como se observa cerca de los límites de Atterberg, los cambios en las propiedades superficiales pueden ser el resultado de esta pérdida de agua de hidratación.



Se recomienda que las muestras recogidas de la subrasante estén totalmente secas antes de realizar las pruebas en los laboratorios de mecánica de suelos. Los Resum. de datos de pruebas como la densidad seca máxima y la humedad óptima están fuertemente influenciados por el contenido de humedad de las muestras en términos porcentuales. Siguiendo las directrices de ASTM D2216-7, los especímenes deben ser retirados del horno en un plazo de 18 a 24 horas a una temperatura de alrededor de 100°C. El polvillo de ladr. tiene un fuerte potencial estabilizador y aumenta las características de capacidad portante, por lo que se sugiere que los fabricantes de ladrillos artesanales lo manejen adecuadamente. Algunos fabricantes de ladrillos también pueden ver aumentados sus ingresos como resultado de este tratamiento.

Para determinar las dosis más eficaces, se debería probar menos del 5% de la combinación polvo de ladrillo-suelo. También debería investigarse el efecto sobre la capacidad portante de las muestras de control. Dado que menos personas tendrían que transportar materiales pesados como el pavimento, los trabajadores de la construcción ahorrarán tiempo y dinero.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvaro, R., Musso, M., y Behak, L. (2009). Zonificación del potencial expansivo de los suelos de la formación libertad: métodos de identificación y estabilización.
- Arias, F. (2006). El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Episteme. La investigación científica. Recuperado de
- Badillo, E. y Rodríguez, A. (2005) Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de suelos.
- Bañon, B. y Beviá, F. (2000). Manual de Construcción de Carreteras. Volumen II:
- Braja, M. (2013). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Cuarta edición
- Behak, L. y Pérez, W. (2008), Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación. Artículo científico "Bogotá.
- Budini, F., Clausen, V., González, A., y Cabrera, S. (2019). Evaluación del potencial puzolánico del polvillo de ladr. y puzolanas naturales. Revista Semantic scholar
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., y otros. (septiembre, 2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: Un acercamiento en las ciencias sociales. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8(7), 1603-1617.
- Canales, J. (2008). Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición. físicas-y-propiedades-mecánicas-de-los-suelos-y-sus-metodos-de-medicion/



- Cardenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras (Segunda ed.)*. Bogota, Colombia: Eco-Ediciones.
- Castro, A. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante*.
- Cerna, J. (2020). *Potencial de expansión y capacidad portante del suelo de la carretera del Colcap en la subrasante al adicionar ceniza de cáscara de arroz, Cáceres del Perú, Ancash, 2020 (Tesis de pregrado)*. Ancash. Universidad cesar Vallejo.
- Cruzado, C. (2019). *Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal en la carretera puente Ricardo Palma La Oroya*.
- Constructivo, R. (2019). *Ladrillos más económicos y resistentes a partir de residuos de construcción*.
- Chávez, P. (2019). *La transitabilidad como alternativa de movilidad sustentable en la ciudad de Ibarra*. Universidad Técnica del norte.
- Daen, S. (2011). *Tipos de Investigación Científica*. *Revista de Actualización Clínica Investiga boliviana*, 621-624.
- El Popular (2019). *Diversidad de suelos peruanos: el Perú es un país pobre en buenos suelos*. *Revista el popular*.
- Fernández, et al. (2018). *Metodología de la Investigación científica*. México: Ediciones U.
- Gonzales, F. (2020). *Ambiente y desarrollo concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.



Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. McGraw Hill Education.

Hernández, S. y Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA. 9(17), 51-53.

MTC, (2016). Manual de ensayo de materiales.

Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., y Romero, H. (2018). Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y redacción de la tesis (5° ed.). Ediciones de la U.

Olivera, F. (2019). Compactación del suelo: Métodos de ensayo de compactación del suelo y sus usos. Cotecno.

Organización de la Naciones Unidas (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Ortiz, Y. (2020). Estimación de parámetros de resistencia en suelos arenosos

Parra, M. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Universidad Católica de Colombia.

Pierre, G. (2021). Vías de comunicación en los países andinos. Del Cápac Ñan

Gallardo, R. Cuanalo, O. Quintero, L. Muñoz, A. y Martínez, C. (2018). Analysis of the behavior of high plasticity floors with the addition of residue material in the manufacture



ANEXOS



ANEXO 01
MATRIZ DE CONSISTENCIA



Matriz de consistencia

Título: Análisis de la influencia de la adición de polvo de ladrillos reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante en carreteras rurales de la provincia de Puno

Línea de investigación: Tecnología de la construcción – p17

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos de medición
Interrogante general. ¿Qué influencia tiene la adición de polvo de ladrillos reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante en carreteras rurales de la provincia de Puno?	Objetivo general. Determinar la influencia de la adición de polvo de ladrillos reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante en carreteras rurales de la provincia de Puno.	Hipótesis general. El uso de polvillo de ladr. reciclado optimiza la capacidad portante de la subrasante.	Variable independiente:	<ul style="list-style-type: none"> • CBR • Máxima densidad seca • Humedad optima • Índice de resistencia 	<ul style="list-style-type: none"> • % 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio.
Interrogantes específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Capacidad de soporte			<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio.
1. ¿Cómo será las cualidades mecánicas y físicas de la subrasante del suelo natural mediante los ensayos de laboratorio?	1. Analizar las cualidades mecánicas y físicas de la subrasante del suelo natural mediante los ensayos de laboratorio.	1. Encontrar sus cualidades mecánicas y físicas del suelo natural en el laboratorio de mecánica de suelos.				
2. ¿Con la dosificación eficaz de suelo y polvillo de ladr. reciclado mejora la subrasante?	2. Hallar la dosificación eficaz de suelo y polvillo de ladr. reciclado para mejorar la subrasante.	2. La dosificación optima de suelo-polvillo de ladr. reciclado mejora las cualidades mecánicas y físicas de suelo natural.	Variable dependiente:	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema • Dimensión • Consistencia • Porcentaje acorde al peso 	<ul style="list-style-type: none"> • 10% • 15% • 20% 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio.
3. ¿Cómo será la capacidad de soporte de la subrasante con la adición de porcentajes de polvillo de ladr. reciclado mediante el ensayo de CBR?	3. Hallar la capacidad de soporte de la subrasante con la adición de porcentajes de polvillo de ladr. reciclado mediante el ensayo de CBR.	3. La agregación del polvillo de ladr. reciclado afecta considerablemente en la capacidad portante de la subrasante.	Adición de polvillo de ladr. reciclado			<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio.



ANEXO 2
ANÁLISIS 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 : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

MUESTRA : CON 20% DE POLVO DE LADRILLO

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	121.50
SUELO SECO + TARRO	gr	108.24
PESO DEL TARRO	gr	15.20
PESO DEL AGUA	gr	13.26
PESO DEL SUELO SECO	gr	93.04
HUMEDAD %	%	14.25

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

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		Z	Q	5	6
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	27.53	24.98	14.08	15.02
SUELO SECO + TARRO	gr	24.10	22.55	13.55	14.14
PESO DEL TARRO	gr	15.23	8.55	8.11	8.20
PESO DEL AGUA	gr	3.43	2.43	0.53	0.88
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.88	14.00	5.44	5.94
HUMEDAD %	%	38.65	17.36	9.74	14.81
N° DE GOLPES		15	15		

LÍMITE LÍQUIDO % :	26.32	LÍMITE PLÁSTICO % :	12.28
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO % : **14.05**

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
 Mgtr. ARNALDO YANATORRES
 CIP 103257



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



TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

MUESTRA : CON 15% DE POLVO DE LADRILLO

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	142.30
SUELO SECO + TARRO	gr	123.95
PESO DEL TARRO	gr	10.15
PESO DEL AGUA	gr	18.35
PESO DEL SUELO SECO	gr	113.80
HUMEDAD %	%	16.12

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

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		V	C	3	4
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	33.82	30.59	11.10	10.15
SUELO SECO + TARRO	gr	28.55	24.74	10.18	9.85
PESO DEL TARRO	gr	9.40	6.35	6.02	6.15
PESO DEL AGUA	gr	5.27	5.85	0.92	0.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	19.15	18.39	4.16	3.70
HUMEDAD %	%	27.52	31.81	22.12	8.11
N° DE GOLPES		22	22		

LÍMITE LÍQUIDO % :	29.21	LÍMITE PLÁSTICO % :	15.11
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO % : **14.10**

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

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

B. N° 006-00292811



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 : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

MUESTRA : CON 10% DE POLVO DE LADRILLO

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	122.06
SUELO SECO + TARRO	gr	102.35
PESO DEL TARRO	gr	6.28
PESO DEL AGUA	gr	19.71
PESO DEL SUELO SECO	gr	96.07
HUMEDAD %	%	20.52

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

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		M	N	1	2
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	41.02	39.10	9.58	9.98
SUELO SECO + TARRO	gr	34.88	31.80	9.12	9.50
PESO DEL TARRO	gr	14.55	9.02	6.29	6.30
PESO DEL AGUA	gr	6.14	7.30	0.46	0.48
PESO DEL SUELO SECO	gr	20.33	22.78	2.83	3.20
HUMEDAD %	%	30.20	32.05	16.23	15.00
N° DE GOLPES		25	25		

LÍMITE LÍQUIDO % :	31.12	LÍMITE PLÁSTICO % :	15.62
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO % : **15.51**

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

UANCV - ICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

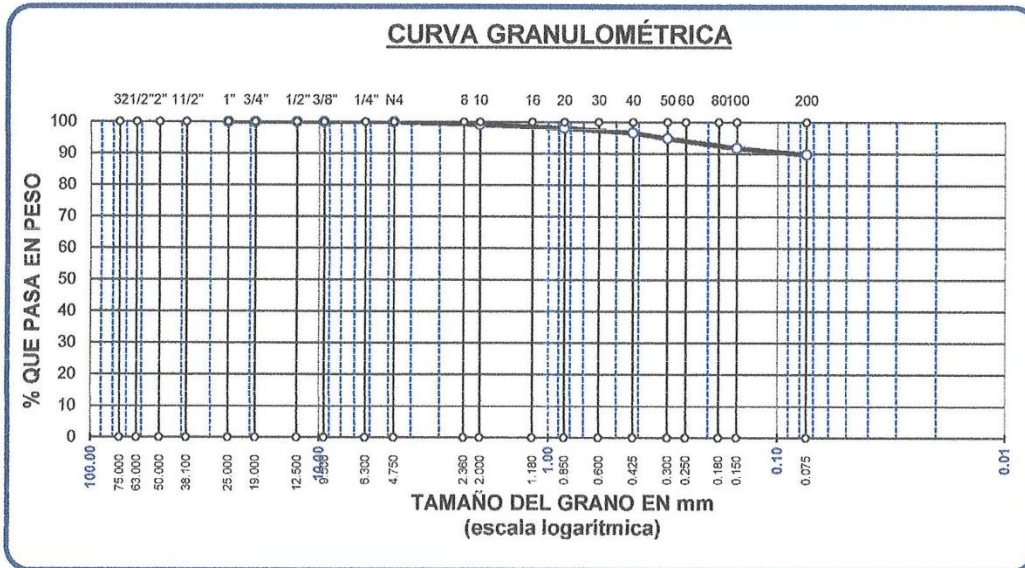
MUESTRA : CALICATA N° 3

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABER. mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000					P.I.= 500.00
2"	50.000					P.L.= 51.28
1 1/2"	38.100					P.P.= 448.72
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	% W = 12.34
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 42.61
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 26.45
1/4"	6.300					I.P.= 16.15
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360					D10= --- Cu= ---
No10	2.000	4.06	0.81	0.81	99.19	D30= --- Cc= ---
No16	1.180					D60= ---
No20	0.850	5.55	1.11	1.92	98.08	CLASIFICACIÓN:
No30	0.600					I.G. = :
No40	0.425	7.10	1.42	3.34	96.66	SUGS : CL
No 50	0.300	9.23	1.85	5.19	94.81	ASSTHO : A-7-6(0)
No60	0.250					OBSERVACIONES:
No80	0.180					ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
No100	0.150	15.24	3.05	8.24	91.76	
No200	0.075	10.10	2.02	10.26	89.74	
BASE		448.72	89.74	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA		89.74				



UANCV - FICP
 C.A.F. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFFERSON

Mgr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



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 : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

MUESTRA : CALICATA N° 3

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	21.85
SUELO SECO + TARRO	gr	19.45
PESO DEL TARRO	gr	0.00
PESO DEL AGUA	gr	2.40
PESO DEL SUELO SECO	gr	19.45
HUMEDAD %	%	12.34

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	31.93	27.96	5.23	5.38
SUELO SECO + TARRO	gr	26.85	21.98	4.17	4.22
PESO DEL TARRO	gr	14.30	8.49	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr	5.08	5.98	1.06	1.16
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.55	13.49	4.17	4.22
HUMEDAD %	%	40.48	44.33	25.42	27.49
N° DE GOLPES		26	26		

LÍMITE LÍQUIDO % :	42.61	LÍMITE PLÁSTICO % :	26.45
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO % : **16.15**

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

UANCV - FICP
 CAP INGENIERÍA CIVIL

 Mg. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

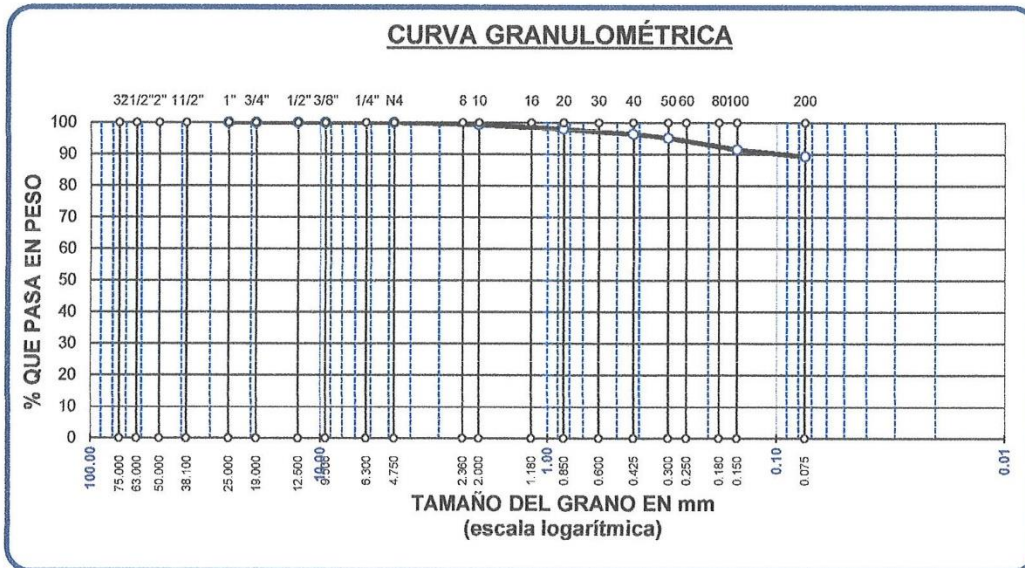
MUESTRA : CALICATA N° 2

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

TAMICES ASTM	ABER. mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO:
3"	75.000					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000					P.I.= 500.00
2"	50.000					P.L.= 53.65
1 1/2"	38.100					P.P.= 446.35
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	% W = 20.94
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L.= 46.69
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 29.46
1/4"	6.300					I.P.= 17.23
No4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	CARACT. GRANULOMÉTRICAS:
No8	2.360					D10= ---- Cu= ----
No10	2.000	3.14	0.63	0.63	99.37	D30= ---- Cc= ----
No16	1.180					D60= ----
No20	0.850	7.06	1.41	2.04	97.96	CLASIFICACIÓN:
No30	0.600					:
No40	0.425	8.10	1.62	3.66	96.34	SUCS : CL
No 50	0.300	6.23	1.25	4.91	95.09	ASSTHO : A-7-6(0)
No60	0.250					OBSERVACIONES:
No80	0.180					ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
No100	0.150	18.10	3.62	8.53	91.47	
No200	0.075	11.02	2.20	10.73	89.27	
BASE		446.35	89.27	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA						



UANCV - FICP
 COP INGENIERÍA CIVIL

Mgr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



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 : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

MUESTRA : CALICATA N° 2

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	83.73
SUELO SECO + TARRO	gr	69.23
PESO DEL TARRO	gr	0.00
PESO DEL AGUA	gr	14.50
PESO DEL SUELO SECO	gr	69.23
HUMEDAD %	%	20.94

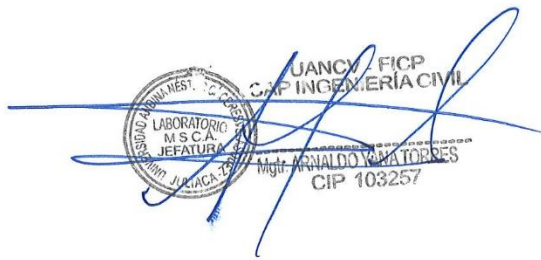
LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
TARRO N°		C	D	3	4
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	34.89	31.60	7.31	7.57
SUELO SECO + TARRO	gr	26.72	23.76	5.67	5.82
PESO DEL TARRO	gr	9.39	6.33	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr	8.17	7.84	1.64	1.75
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.33	17.44	5.67	5.82
HUMEDAD %	%	47.14	44.97	28.92	29.99
N° DE GOLPES		28	28		

LÍMITE LIQUIDO % :	46.69	LÍMITE PLÁSTICO % :	29.46
---------------------------	--------------	----------------------------	--------------

ÍNDICE PLÁSTICO % : **17.23**

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


 UANCV - FICP
 E.S.P. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATURA
 Ing. ERNESTO RAMÍREZ
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS REICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

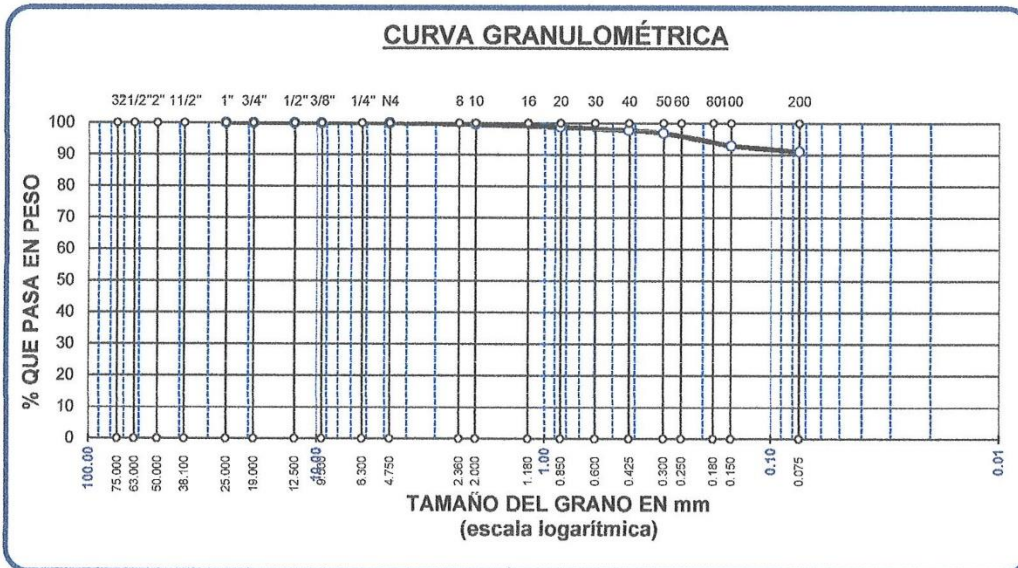
MUESTRA : CALICATA N° 1

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 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.= 500.00
2 1/2"	63.000					P.L.= 44.89
2"	50.000					P.P.= 455.11
1 1/2"	38.100					% W = 17.98
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.= 46.68
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.P.= 29.63
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	I.P.= 17.05
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	2.10	0.42	0.42	99.58	D60= ----
No16	1.180					CLASIFICACIÓN:
No20	0.850	3.96	0.79	1.21	98.79	SUCS : CL
No30	0.600					ASSTHO : A-7-6(0)
No40	0.425	5.32	1.06	2.28	97.72	OBSERVACIONES:
No50	0.300	4.32	0.86	3.14	96.86	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.150	20.04	4.01	7.15	92.85	
No200	0.075	9.15	1.83	8.98	91.02	
BASE		455.11	91.02	100.00	0.00	
TOTAL		500.00	100.00			
% PERDIDA						



UANCV - FCP
 CAP INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 Mgr. ARNALDO VAYATONES
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



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 : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

SOLICITANTE : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

MUESTRA : CALICATA N° 1

UBICACIÓN : CIUDAD DE PUNO

LUGAR : REGIÓN PUNO

FECHA : 28 DE ABRIL DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	102.10
SUELO SECO + TARRO	gr	86.54
PESO DEL TARRO	gr	6.28
PESO DEL AGUA	gr	15.56
PESO DEL SUELO SECO	gr	80.26
HUMEDAD %	%	17.98

LÍMITE LÍQUIDO - 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	40.70	38.40	7.35	7.34
SUELO SECO + TARRO	gr	32.98	29.19	5.69	5.64
PESO DEL TARRO	gr	14.96	8.66	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	gr	7.72	9.21	1.66	1.70
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.02	20.53	5.69	5.64
HUMEDAD %	%	42.84	44.86	29.17	30.14
N° DE GOLPES		15	15		

LÍMITE LÍQUIDO % : 46.68 **LÍMITE PLÁSTICO %** : 29.63

ÍNDICE PLÁSTICO % : 17.05

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

UANCV - FICP
 CAV INGENIERÍA CIVIL

 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00292811



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

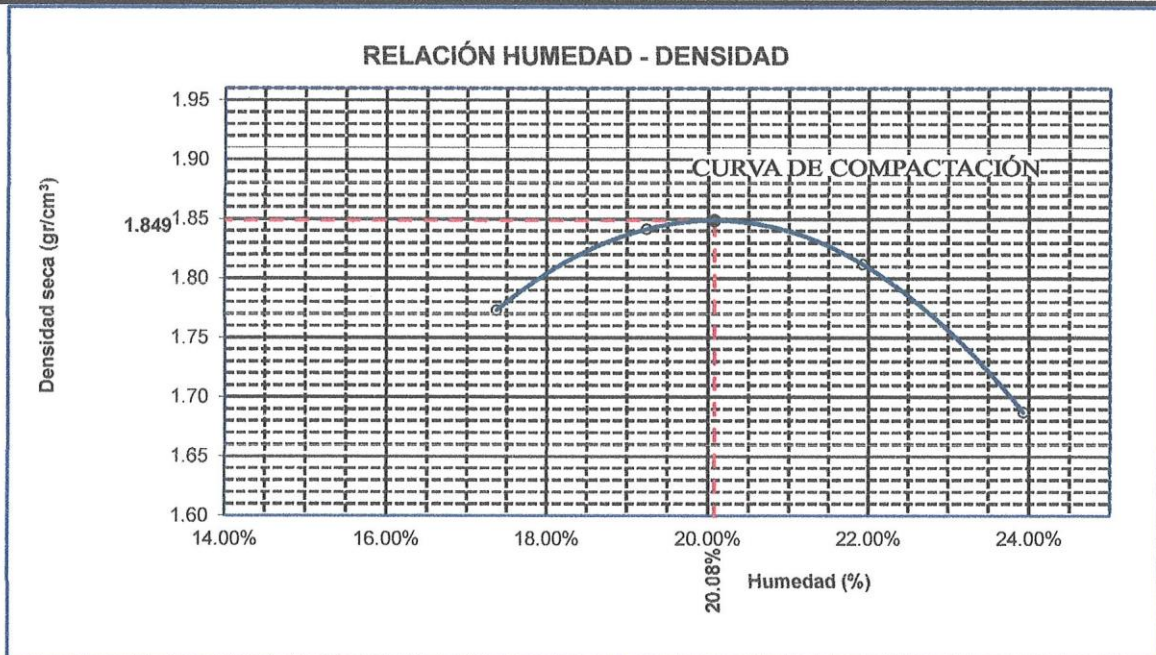
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
MUESTRA	: TERRENO NATURAL
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO
LUGAR	: REGIÓN PUNO
FECHA	: 17 DE 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.	10265	10503	10531	10285
Peso del Molde	gr.	5938	5938	5938	5938
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4327	4565	4593	4347
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.081	2.196	2.209	2.091

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	143.08	198.00	229.00	263.50	215.68	230.04	218.10	234.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	129.20	176.26	201.26	229.58	185.98	199.57	184.98	199.56
Peso del Agua	gr.	13.88	21.74	27.74	33.92	29.70	30.47	33.12	34.54
Peso de la Capsula	gr.	48.65	52.17	55.92	54.71	51.42	59.75	49.98	51.51
Peso del Suelo Seco	gr.	80.55	124.09	145.34	174.87	134.56	139.82	135.00	148.05
% de Humedad	%	17.23%	17.52%	19.09%	19.40%	22.07%	21.79%	24.53%	23.33%
Promedio de Humedad	%	17.38%		19.24%		21.93%		23.93%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.773		1.841		1.812		1.687	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.849 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.08%



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA

MAR ARNANDO VANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00292811



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	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
MUESTRA	: TERRENO NATURAL
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO
LUGAR	: REGIÓN PUNO
FECHA	: 17 DE MAYO DEL 2024

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

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11060	10648	11223	11020	11292	11018
Peso del Molde	gr.	6795	6795	6744	6744	6785	6785
Peso del Suelo Humedo	gr.	4265	3853	4479	4276	4507	4233
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.026	1.831	2.131	2.034	2.150	2.019

Capsula No	No	4									
Suelo Humedo + Capsula	gr.	202.28	254.47	317.00	267.30	272.59	315.00	247.17	276.50	337.00	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	174.20	217.60	290.80	231.51	236.20	286.14	218.52	243.96	304.89	
Peso del Agua	gr.	28.08	36.87	26.20	35.79	36.39	28.86	28.65	32.54	32.11	
Peso de la Capsula	gr.	37.53	38.88	39.00	39.06	38.16	37.00	37.99	38.69	39.24	
Peso del Suelo Seco	gr.	136.67	178.72	251.80	192.45	198.04	249.14	180.53	205.27	265.65	
% de Humedad	%	20.55%	20.63%	10.41%	18.60%	18.38%	11.58%	15.87%	15.85%	12.09%	
Promedio de Humedad	%	20.59%			10.41%			18.49%			11.58%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.680			1.658			1.798			1.823

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/04/2024	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.50	0	0
14/04/2024	08:25: a.m.	24:00:00	0.62	0.02	0.01	0.56	0.01	0.01	0.54	0.00	0.00
15/04/2024	08:25: a.m.	48:00:00	0.69	0.02	0.02	0.59	0.01	0.01	0.58	0.00	0.00
16/04/2024	08:25: a.m.	72:00:00	0.83	0.02	0.02	0.62	0.02	0.01	0.60	0.00	0.00
17/04/2024	08:25: a.m.	96:00:00	0.92	0.02	0.02	0.64	0.02	0.01	0.61	0.00	0.00

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		1.10	29.8	1.5		2.20	34	1.7		2.40	35	1.8	
1.27	01:00		3.20	38.7	2.0		6.10	51	2.6		6.30	52	2.6	
1.91	01:30		6.50	52.7	2.7		9.70	66	3.4		12.90	80	4.0	
2.54	02:00	70.31	8.20	59.9	3.0		11.10	72	3.7		16.20	94	4.7	
3.81	03:00		10.10	68.0	3.4		15.60	91	4.6		23.50	125	6.3	
5.09	04:00	105.00	12.60	78.6	4.0		18.60	104	5.3		28.00	144	7.3	
6.35	05:00		14.10	85.0	4.3		20.90	114	5.8		29.90	152	7.7	
7.62	06:00		16.70	96.0	4.9		23.80	126	6.4		32.10	161	8.2	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A.
JEFE LABORATORIO
M.Sc. JULIANA GONZALEZ

Md. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

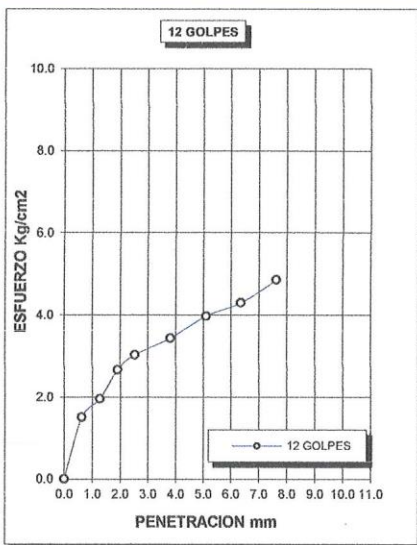
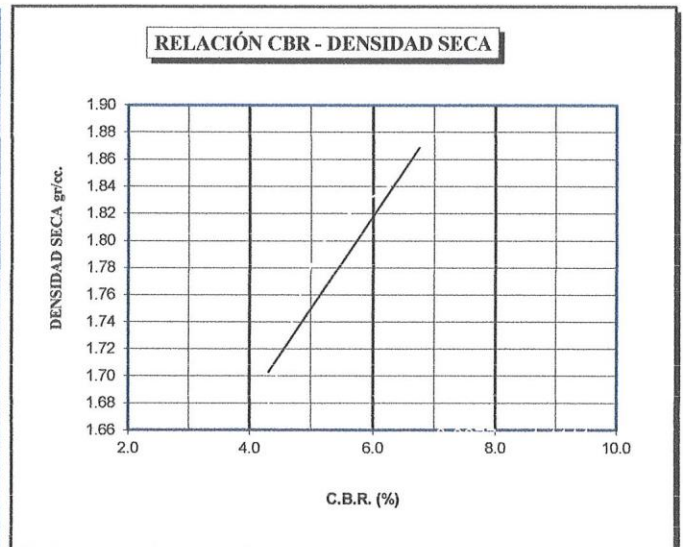
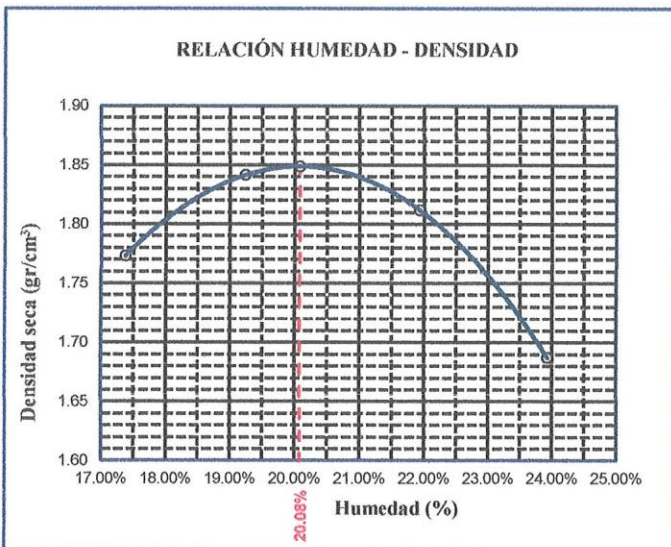
B. N° 006-00292811



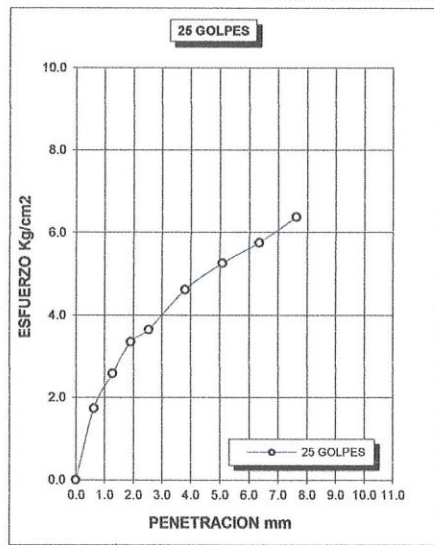
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



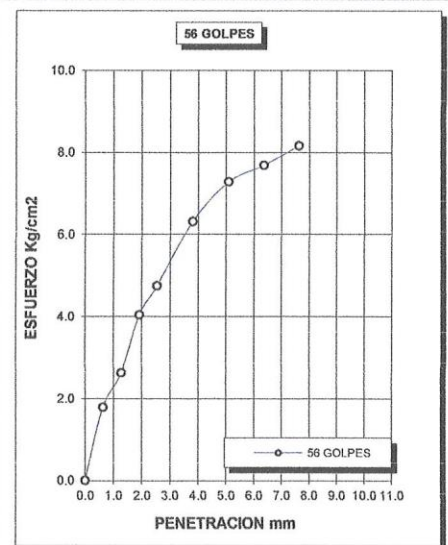
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
	SOLICITANTE : : Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1.849
MUESTRA	: TERRENO NATURAL	HUMEDAD OPTIMA (%)	20.08%
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	6.75
LUGAR	: REGIÓN PUNO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	5.19
FECHA	: : 17 DE MAYO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :	
		AASHTO	: A-7-6(0)
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



CBR 4



CBR 5



CBR 7

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

B. N° 006-00292811



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

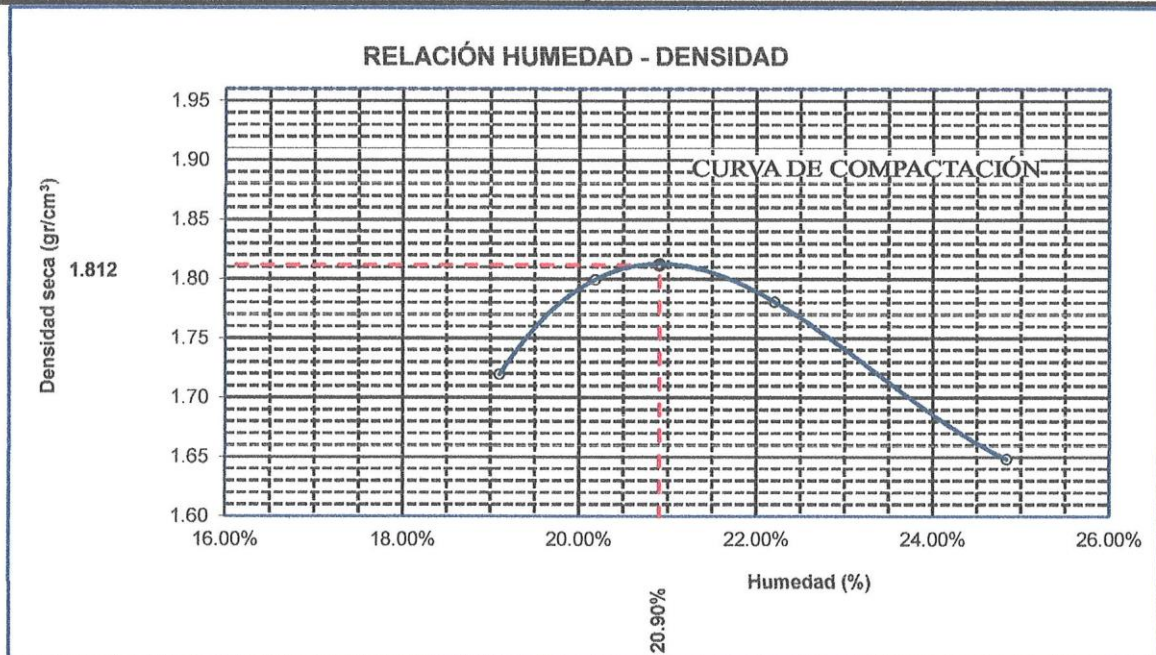
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
MUESTRA	: CON 10% DE POLVO DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO
LUGAR	: REGIÓN PUNO
FECHA	: 17 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.	10196	10434	10462	10216
Peso del Molde	gr.	5938	5938	5938	5938
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4258	4496	4524	4278
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.048	2.163	2.176	2.058

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	144.10	197.50	228.55	264.55	216.08	231.09	219.10	235.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	128.20	175.10	200.10	228.66	186.08	200.03	185.47	198.55
Peso del Agua	gr.	15.90	22.40	28.45	35.89	30.00	31.06	33.63	36.55
Peso de la Capsula	gr.	48.65	52.17	55.92	54.71	51.42	59.75	49.98	51.51
Peso del Suelo Seco	gr.	79.55	122.93	144.18	173.95	134.66	140.28	135.49	147.04
% de Humedad	%	19.99%	18.22%	19.73%	20.63%	22.28%	22.14%	24.82%	24.86%
Promedio de Humedad	%	19.10%		20.18%		22.21%		24.84%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.720		1.799		1.781		1.648	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.812 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 20.90%



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

B. N° 006-00292811



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	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
MUESTRA	: CON 10% DE POLVO DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO
LUGAR	: REGIÓN PUNO
FECHA	: 17 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.	11058	10646	11221	11018	11289	11016
Peso del Molde	gr.	6795	6795	6744	6744	6785	6785
Peso del Suelo Humedo	gr.	4263	3851	4477	4274	4504	4231
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	2.025	1.830	2.130	2.033	2.148	2.018

Capsula No	No	4									
Suelo Humedo + Capsula	gr.	201.12	251.37	316.02	266.25	271.16	314.18	246.87	275.41	336.07	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	174.20	217.60	290.80	231.51	236.20	286.14	218.52	243.96	304.89	
Peso del Agua	gr.	26.92	33.77	25.22	34.74	34.96	28.04	28.35	31.45	31.18	
Peso de la Capsula	gr.	37.53	38.88	39.00	39.06	38.16	37.00	37.99	38.69	39.24	
Peso del Suelo Seco	gr.	136.67	178.72	251.80	192.45	198.04	249.14	180.53	205.27	265.65	
% de Humedad	%	19.70%	18.90%	10.02%	18.05%	17.65%	11.25%	15.70%	15.32%	11.74%	
Promedio de Humedad	%	19.30%		10.02%	17.85%		11.25%	15.51%		11.74%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.698		1.663	1.807		1.828	1.860		1.806	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/04/2024	08:25: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.70	0	0
14/04/2024	08:25: a.m.	24:00:00	0.63	0.02	0.01	0.55	0.01	0.01	0.71	0.00	0.00
15/04/2024	08:25: a.m.	48:00:00	0.70	0.02	0.02	0.58	0.01	0.01	0.90	0.01	0.00
16/04/2024	08:25: a.m.	72:00:00	0.81	0.02	0.02	0.61	0.02	0.01	0.92	0.01	0.00
17/04/2024	08:25: a.m.	96:00:00	0.90	0.02	0.02	0.66	0.02	0.01	0.94	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		2.40	35.3	1.8		12.10	76	3.9		13.60	83	4.2	
1.27	01:00		6.30	51.9	2.6		15.30	90	4.6		18.20	102	5.2	
1.91	01:30		12.80	79.9	4.0		20.10	110	5.6		22.50	121	6.1	
2.54	02:00	70.31	16.20	93.9	4.7		24.10	127	6.4		28.55	146	7.4	
3.81	03:00		23.50	124.9	6.3		28.30	145	7.3		33.62	168	8.5	
5.09	04:00	105.00	28.00	144.0	7.3		31.20	158	8.0		37.10	183	9.2	
6.35	05:00		29.90	152.0	7.7		34.10	170	8.6		42.60	208	10.4	
7.62	06:00		32.10	161.4	8.2		39.10	191	9.7		45.70	219	11.1	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

UANCV FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO
M S C A
JEFE TITULAR
MOR ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

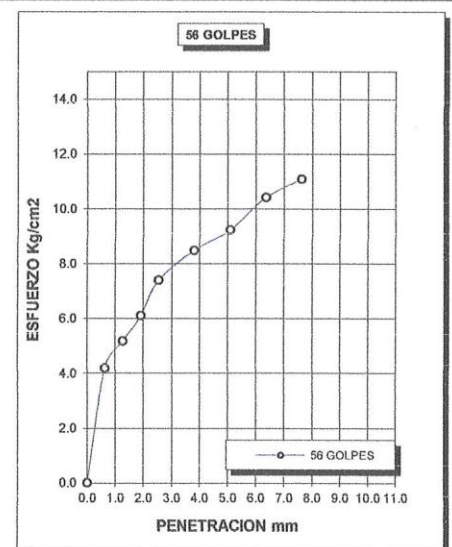
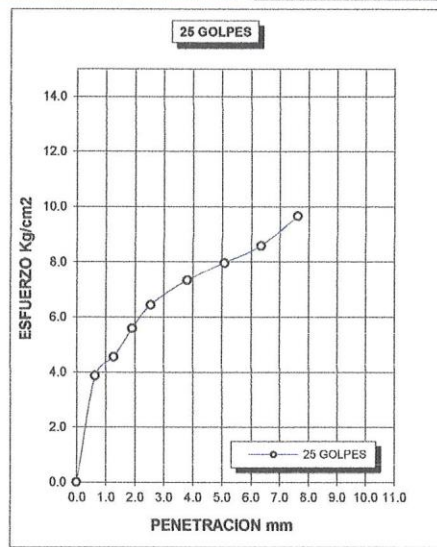
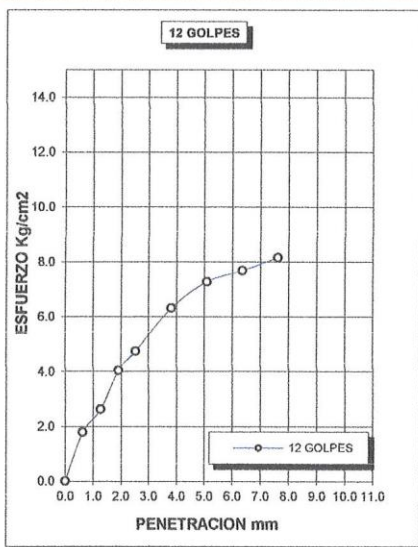
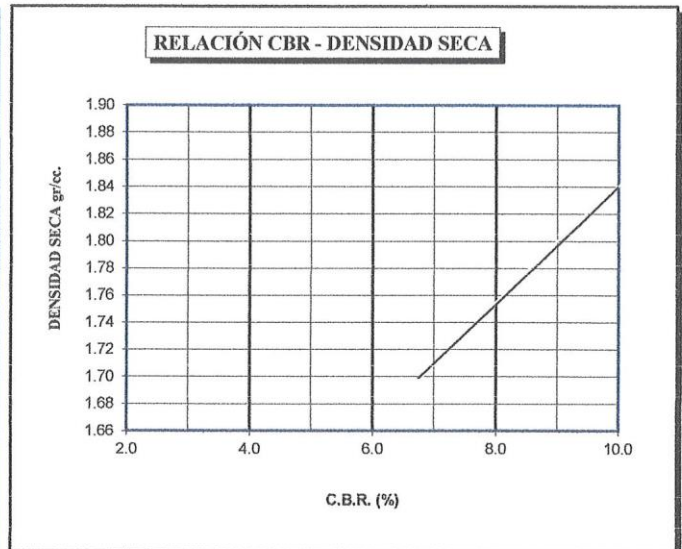
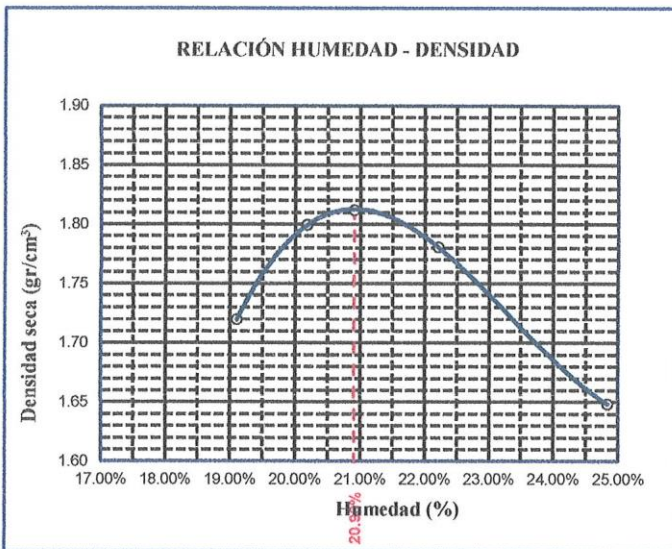
B. N° 006-00292811



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	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE :	Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.812
MUESTRA :	CON 10% DE POLVO DE LADRILLO	HUMEDAD OPTIMA (%) 20.90%
UBICACIÓN :	CIUDAD DE PUNO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 10.52
LUGAR :	REGIÓN PUNO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 9.16
FECHA :	17 DE MAYO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :
		AASHTO : A-7-6(0)
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UANCV - FICP
CAP. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mgtr. ARNALDO YANATORRES
CIP. 402257

B. N° 006-00292811



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

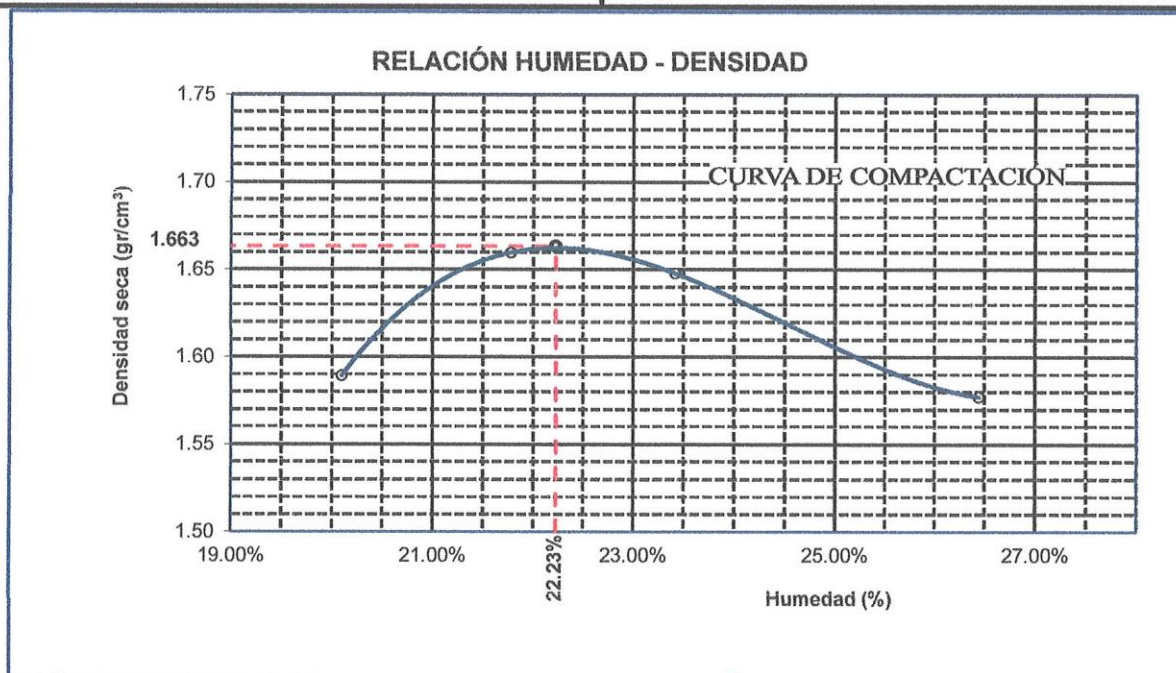
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
MUESTRA	: CON 15% DE POLVO DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO
LUGAR	: REGIÓN PUNO
FECHA	: 17 DE MAYO DEL 2024

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

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	9906	10140	10166	10084
Peso del Molde	gr.	5938	5938	5938	5938
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3968	4202	4228	4146
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.909	2.021	2.034	1.994

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	146.10	200.10	231.20	267.54	219.50	234.50	222.74	238.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	129.30	176.10	200.00	229.30	187.55	201.40	186.99	199.22
Peso del Agua	gr.	16.80	24.00	31.20	38.24	31.95	33.10	35.75	39.58
Peso de la Capsula	gr.	48.65	52.17	55.92	54.71	51.42	59.75	49.98	51.51
Peso del Suelo Seco	gr.	80.65	123.93	144.08	174.59	136.13	141.65	137.01	147.71
% de Humedad	%	20.83%	19.37%	21.65%	21.90%	23.47%	23.37%	26.09%	26.80%
Promedio de Humedad	%	20.10%		21.78%		23.42%		26.44%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.589		1.660		1.648		1.577	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.663 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	22.23%



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

INGENIERO CIVIL

EMERZON ELVIS QUISPE MARCA

103257

B. N° 006-00292811



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	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO
SOLICITANTE	: Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA
MUESTRA	: CON 15% DE POLVO DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CIUDAD DE PUNO
LUGAR	: REGIÓN PUNO
FECHA	: 17 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.	10839	10342	10898	10658	11096	10933
Peso del Molde	gr.	6795	6795	6744	6744	6785	6785
Peso del Suelo Humedo	gr.	4044	3547	4154	3914	4311	4148
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.921	1.685	1.976	1.862	2.056	1.979

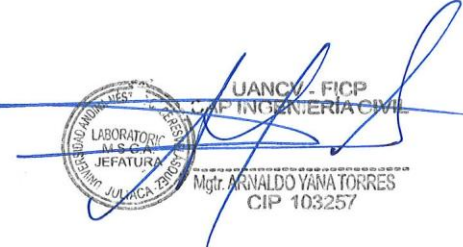
Capsula No	No	4								
Suelo Humedo + Capsula	gr.	295.13	266.00	329.18	287.14	273.41	281.17	271.48	285.69	311.05
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	249.01	226.65	300.11	248.12	237.44	254.85	239.23	252.58	283.11
Peso del Agua	gr.	46.12	39.35	29.07	39.02	35.97	26.32	32.25	33.11	27.94
Peso de la Capsula	gr.	38.70	39.10	39.08	39.03	39.15	38.50	38.50	37.58	37.67
Peso del Suelo Seco	gr.	210.31	187.55	261.03	209.09	198.29	216.35	200.73	215.00	245.44
% de Humedad	%	21.93%	20.98%	11.14%	18.66%	18.14%	12.17%	16.07%	15.40%	11.38%
Promedio de Humedad	%	21.46%		11.14%	18.40%		12.17%	15.73%		11.38%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.582		1.516	1.669		1.660	1.777		1.776

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/04/2024	09:30: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
14/04/2024	09:30: a.m.	24:00:00	0.55	0.01	0.01	0.52	0.01	0.01	0.40	0.01	0.01
15/04/2024	09:30: a.m.	48:00:00	0.57	0.01	0.01	0.54	0.01	0.01	0.42	0.01	0.01
16/04/2024	09:30: a.m.	72:00:00	0.60	0.02	0.01	0.55	0.01	0.01	0.43	0.01	0.01
17/04/2024	09:30: a.m.	96:00:00	0.62	0.02	0.01	0.57	0.01	0.01	0.45	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		12.30	77.3	3.9		13.90	84	4.3		16.60	96	4.8	
1.27	01:00		15.40	90.5	4.6		18.70	105	5.3		22.20	119	6.0	
1.91	01:30		20.35	111.5	5.6		23.10	123	6.2		29.10	149	7.5	
2.54	02:00	70.31	24.40	128.7	6.5		29.60	151	7.6		34.90	173	8.8	
3.81	03:00		28.50	146.1	7.4		34.50	172	8.7		40.10	195	9.9	
5.09	04:00	105.00	32.50	163.1	8.2		38.10	187	9.4		45.60	219	11.1	
6.35	05:00		35.60	176.2	8.9		43.10	206	10.5		50.10	238	12.0	
7.62	06:00		40.10	195.3	9.9		46.70	223	11.3		56.30	264	13.3	
8.84	07:00													
10.16	08:00													


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

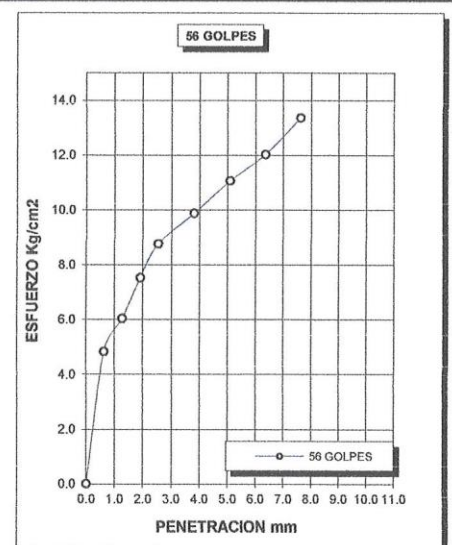
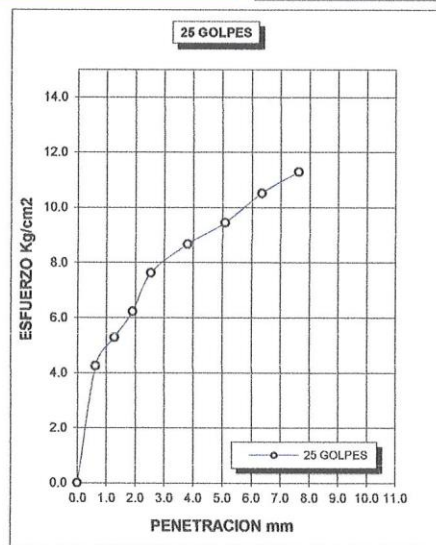
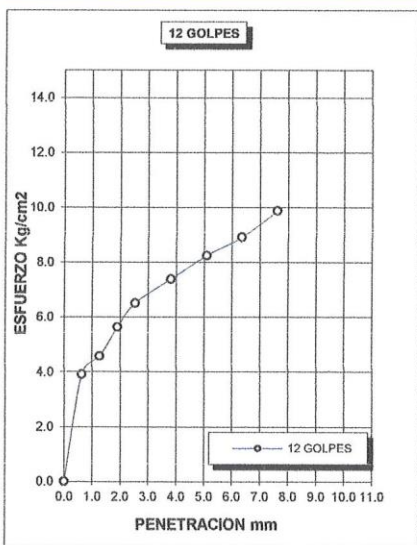
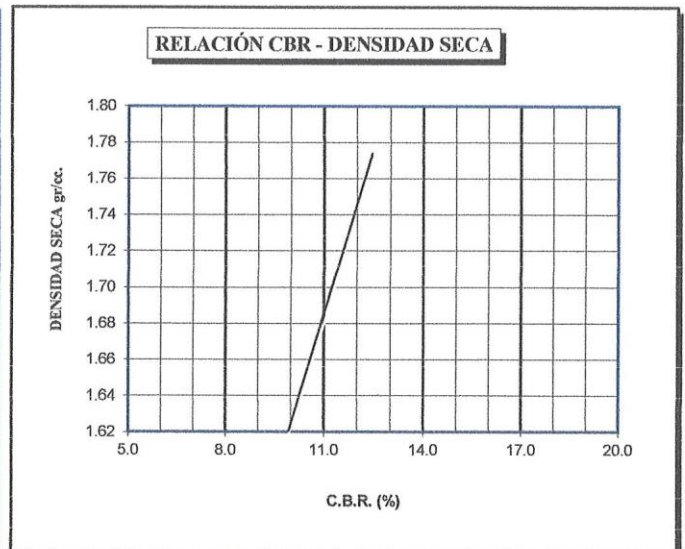
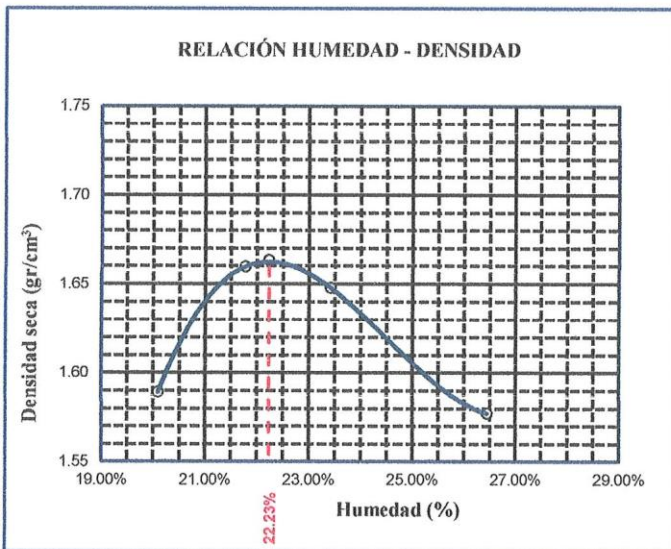
B. N° 006-00292811



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	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE :	Bach. EMERZON ELVIS QUISPE MARCA	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.663
MUESTRA :	CON 15% DE POLVO DE LADRILLO	HUMEDAD OPTIMA (%) 22.23%
UBICACIÓN :	CIUDAD DE PUNO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 12.46
LUGAR :	REGIÓN PUNO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 10.84
FECHA :	17 DE MAYO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :
		AASHTO :
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UANCV - FICP
CAP INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A.
ING. ADRIANO VILA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00292811



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 03/10/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EMERZON ELUIS QUISPE MARCA

Dirección: COMUNIDAD CAMPESINA MI PERU LT P-3 LARAQUERI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75894140

Teléfono: 976 35 17 98 email: _____

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE LADRILLOS
RECICLADOS EN LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS RURALES DE LA PROVINCIA DE PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): SUELO; CAPACIDAD, PORTANTE ; SUBRASANTE; POLVO DE LADRILLO

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

1,2

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

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 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: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN -PI7

Firma de Autor



huella digital

03 de octubre del 2024

Fecha