



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



**EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO
PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA
DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL**

TESIS PRESENTADA POR:
BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

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

JULIACA – PERÚ

2024



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

**EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO
PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA
DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL**

TESIS PRESENTADA POR:
BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO : 
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

MIEMBRO DEL JURADO : 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO : 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

ASESOR DE TESIS : 
Mgr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 234-2024-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 12 de agosto del 2024

VISTOS:

El expediente N° 2024-06153, presentado por el (la) Bachiller **ALARCON ARAGON BENJAMIN JAVIER**, con número de DNI. **02427401**, asignado (a) con código de matrícula **25129038**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bach. **ALARCON ARAGON BENJAMIN JAVIER**, con número de DNI. **02427401**, asignado (a) con código de matrícula **25129038**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50** y;

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los jurados el 18 de abril del 2024. Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

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

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR EXPEDITO para la Sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL** Elaborado por el (la) Bachiller **ALARCON ARAGON BENJAMIN JAVIER**. Integrado por los siguientes docentes:

Presidente del Jurado	:	Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
Miembro del Jurado	:	Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Miembro del Jurado	:	Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
Asesor de Tesis	:	Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

ARTÍCULO SEGUNDO. - El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

Fecha	:	Miércoles 21 de agosto del 2024
Hora	:	11:00 a.m.
Lugar	:	Aula N° 310 EPG - UANCV - JULIACA

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAGISTER** de los estudiantes que ingresaron antes a la aprobación de la ley Universitaria N° 30220.

ARTÍCULO TERCERO. - Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
[Firma]
DIRECTOR (a)

Cc./Archiv. EPG (01)
Interesado (01)
Cargo (01)
Jurados (03)
Asesor (01)
Expediente (01)
LIVCCI/insv



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCION DIRECTORAL N° 695-2023-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 24 de Agosto del 2023.

VISTOS:

El expediente N° 2023 – 07685, de fecha 17 de Agosto de 2023, presentado por el (la) Bach. **BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON** con DNI N° **02427401**, código de matrícula **25129038** quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado **EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL** Línea de investigación **TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50** para optar el grado académico de **MAGISTER** en **INGENIERIA CIVIL** mención en **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la Sede Central Juliaca.

CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.
Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.
Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.
Que, en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.
Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.
Que, mediante oficio circular N° 411- 2023-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 07 de Julio del 2023, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| Presidente | : Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA |
| Primer Miembro | : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO |
| Segundo Miembro | : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA |
| Asesor | : Mgtr. ARNALDO YANA TORRES |

Que, con registro N° 003605, de fecha 31 de Julio del 2023, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL** presentado por el (la) Bach. **BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON** cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

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

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR, el Proyecto de investigación de Tesis de **MAESTRIA** y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL** presentado por el (la) Bach. **BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON** para obtener el grado académico de **MAGISTER** en **INGENIERIA CIVIL** de la UANCV.

SEGUNDO: ELEVAR al Rectorado, Vicerectorado Académico, Vicerectorado Administrativo, Vicerectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Leopoldo Wenceslao Condor Casti
DIRECTOR (e)



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

Mg. Percy Gonzalo Puma Puma
SECRETARIO ACADÉMICO

2/ CARGO (01)
ARCHIVO EPG-2023 (01)
INTERESADO (01)
UWCV/CH



EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

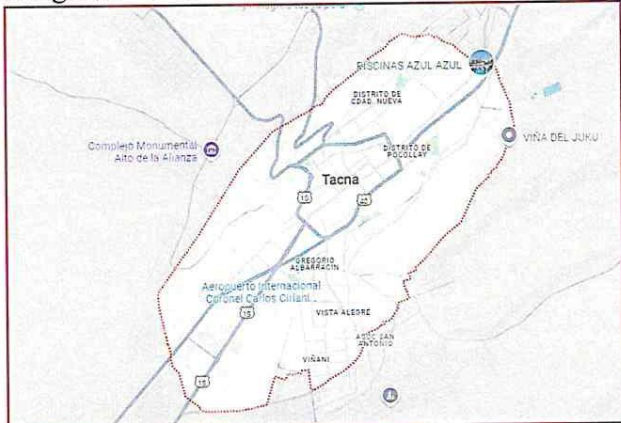
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Higher Education Commission Pakistan Trabajo del estudiante	<1%
6	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe	



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Benjamin Javier Alarcon Aragon
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02427401
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-8332-3763
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02416058
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción – P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Tacna Provincia: Tacna Distrito: Tacna Latitud: S 18° 03' 20" Longitud: O 70° 14' 54"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/baKNt5cqvxsl3ErC8</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2023 – Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03 Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN ESCUELA DE POSTGRADO



Dr. Segundo Ortiz Cansaya
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - EPG





DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON, identificado con DNI Nro. 02427401, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada: EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL

Asesorado por: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

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 04 de noviembre del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Quisiera aprovechar esta oportunidad para expresar mi agradecimiento a Dios, que siempre está ahí para guiarme y protegerme, por haberme concedido la bendición de tener unos padres que siempre han estado a mi lado y que me han animado a defender los principios fundamentales. Ellos me han enseñado lo que significa la vida, el amor, el trabajo y el sacrificio. Dedico a Dios este empeño artístico, construido con esmero.



AGRADECIMIENTO

Quisiera aprovechar esta oportunidad para mostrar mi agradecimiento a nuestro Creador por brindarme la oportunidad de lograr este enorme hito, así como a mis apreciados padres por su inquebrantable apoyo durante el proceso de realización de este proyecto. Además, me gustaría expresar mi gratitud a los profesores que me ayudaron a lo largo de mi estancia en la institución y compartieron conmigo sus conocimientos y experiencias.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática.....	13
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Justificación de la investigación.....	15
1.3.1 Justificación técnica.....	15
1.3.2 Justificación económica.....	16
1.3.3 Justificación social.....	16
1.3.4 Justificación ambiental.....	17
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 Objetivo general.....	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
1.5 Importancia y alcance de la investigación.....	18
1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación.....	18
1.7 Hipótesis.....	19
1.7.1 Hipótesis General.....	19
1.7.2 Hipótesis Específicas.....	19
1.8 Variables.....	20
1.8.1 Variable independiente.....	20
1.8.2 Variable dependiente.....	20
1.8.3 Variable evaluación.....	20
1.8.4 Operacionalización De Variables.....	20



CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio 22
2.1.1 A nivel internacional 22
2.1.2 A nivel nacional 24
2.1.3 Antecedente Local 26
2.2 Bases Teóricas 27
2.2.1 Suelo 27
2.2.1.1 Generalidades 27
2.2.1.2 Evaluación de suelos 27
2.2.1.3 Características físicas y mecánicas de los suelos 28
2.2.1.4 Tipos de suelo 36
2.2.1.5 Clasificación de suelos 38
2.2.1.6 Metodologías de clasificación de suelos 39
2.2.2 Pavimento 41
2.2.2.1 Definición 41
2.2.2.2 Tipo de pavimento 42
2.2.2.3 Condición del pavimento 44
2.2.2.4 Periodo de diseño 49
2.2.2.5 Mejoramiento de obras viales 50
2.2.2.6 Diseño estructural del pavimento rígido 56
2.2.3 Ubicación y accesibilidad 57
2.2.3.1 Ubicación 57
2.2.3.2 Accesibilidad 58
2.2.4 Características de la zona de estudio 58
2.2.4.1 Superficie territorial 58
2.2.4.2 Clima y temperatura 59
2.2.4.3 Humedad Relativa 61
2.2.4.4 Organización Política 61
2.2.5 Estado Actual de la vía y descripción de la ruta 62
2.2.6 Pavimento 63
2.2.7 Obras de arte 63
2.2.7.1 Puentes 63
2.2.7.2 Pontones 64
2.2.7.3 Badenes 64
2.2.7.4 Canales de riego 64
2.2.7.5 Pases de agua 64



2.2.8	Señalización.....	64
2.2.9	Clasificación de la vía	65
2.2.10	Capacidad de soporte CBR.....	65
2.2.10.1	Definición de capacidad de soporte.	65
2.2.10.2	Aplicaciones en los pavimentos	66
2.2.10.3	Valores de CBR y carga unitaria	67
2.2.10.4	CBR en laboratorio	68
2.2.10.5	CBR in situ.....	69
2.2.11	Compactación de suelos (Proctor modificado)	70
2.2.11.1	Compactación de suelos.....	70
2.2.11.2	Proctor modificado	72
2.2.11.3	Mejoramiento de suelo para diseño de pavimentos	74
2.3	Marco Conceptual	75

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación.....	78
3.2	Método de investigación	78
3.3	Tipo de investigación.....	79
3.4	Nivel De Investigación	79
3.5	Diseño de investigación.....	79
3.6	Población y muestra.....	79
3.6.1	Población	79
3.6.2	Muestra.....	79
3.6.2.1	Muestras.....	80
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	80
3.7.1	Técnica	80
3.7.2	Instrumentos	80
3.8	Validez y confiabilidad del instrumento de investigación.....	81
3.8.1	Validación de instrumentos	81
3.8.2	Confiabilidad de instrumentos	81
3.9	Descripción Del Ámbito De Aplicación De La Presente Investigación.....	82
3.9.1	Ubicación	82
3.9.2	Aspectos Generales De La Zona De Estudio	82
3.10	Trabajos De Campo.....	82
3.10.1	Técnicas De Exploración.....	82
3.10.2	Ubicación De Los Puntos De Exploración.	83



3.10.3 Consideraciones del muestreo y registros de exploración.....	83
3.10.4 Toma de muestras - calicatas a cielo abierto	84
3.10.5 Análisis granulométrico – calicatas a cielo abierto.....	84
3.10.6 Proctor modificado	85

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados Obtenidos:	86
4.1.1 Propiedades físicas que presentan los suelos de la via vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata – Departamento de Tacna...	86
4.1.2 Mejoramiento de la vía vecinal Sitajara en los distritos de Sitajara , provincia de Tarata, departamento de Tacna	91
4.1.3 Diseños a considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizaran en la vía Satijara de la provincia de Tarata, departamento de Tacna.	94
4.2 Discusión De Resultados.....	97
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS	103
ANEXOS	106



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	20
Tabla 2 Estado de los suelos	35
Tabla 3 Propiedades físicas	35
Tabla 3 Propiedades mecánicas	36
Tabla 4 Ubicación general del proyecto	57
Tabla 5 Distribución de la superficie del distrito de Sitajara	59
Tabla 6 Distribución de la superficie del distrito de Susapaya	59
Tabla 7 Centros poblados y anexos del distrito de Sitajara	61
Tabla 8 Centros poblados y anexos del distrito de Susapaya	62
Tabla 9 Ubicación de zona de estudio	83
Tabla 10 Análisis granulométrico calicatas 1-6	87
Tabla 11 Porcentajes de Contenido de Humedad	88
Tabla 12 Límites de Atterberg	88
Tabla 13 Calicata 01 - CBR	91
Tabla 14 Calicata 02 - CBR	92
Tabla 15 Calicata 03 - CBR	92
Tabla 16 Calicata 04 - CBR	93
Tabla 17 Calicata 05 - CBR	94
Tabla 18 Ubicación de estaciones de aforo	95
Tabla 19 Resumen de resultados IMDA actual	95
Tabla 20 Resumen de proyección de tráfico en el horizonte del proyecto	95
Tabla 21 Lista de insumos	96



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Gravas, arenas, arcillas y limos38

Figura 2 Esquema de marco localización del proyecto57

Figura 3 Esquema de micro localización del proyecto58

Figura 4 Niveles de CBR66

Figura 5 Curva a referencial a CBR69

Figura 6 Equipos Proctor modificado73

Figura 7 Curva de Proctor modificado74

Figura 8 Estratigrafía de calicatas84

Figura 9 clasificación SUCS - 1.50m87

Figura 10 Comparativa de porcentajes de humedad88

Figura 11 Comparativa de limites líquidos89

Figura 12 Comparativa de limites plásticos89

Figura 13 Comparativa de índices de plasticidad90

Figura 14 Calicata 01 CBR 95% y CBR 100 %91

Figura 15 Calicata 02 CBR 95% y CBR 100 %92

Figura 16 Calicata 03 CBR 95% y CBR 100 %93

Figura 17 Calicata 04 CBR 95% y CBR 100 %93

Figura 18 Calicata 05 CBR 95% y CBR 100 %94



RESUMEN

La evaluación técnica de la vía vecinal no pavimentada de Sitajara provincia se trata del departamento de Tacna y proponer su mejora. Se determinó que la carretera se clasificaba como camino de tierra basándose en su terreno y en el hecho de que se utilizaba como calzada. El examen de la carretera se llevó a cabo de acuerdo con las normas especificadas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Del mismo modo, los ensayos de laboratorio se llevaron a cabo con la ayuda del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013), y el análisis del pavimento existente se realizó con la ayuda del Manual de Ensayos de Materiales (MTC-2016). Utilizando el equipo de recolección de datos, se realizó un análisis de toda esta información con el fin de evaluar si se ajusta o no a las directrices que se establecieron en los manuales que fueron proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). El enfoque elegido se basará en una investigación cuantitativa, no experimental, transversal y descriptiva que se realizará de manera directa. Estos son los dos objetivos principales que se cumplirán. Los resultados de las numerosas evaluaciones que se llevaron a cabo dejan muy claro que no se están cumpliendo los requisitos que se especifican en las normas que les corresponden. Somos de la opinión de que el diseño geométrico del tramo evaluado no sigue los requisitos establecidos por la DG-2018. Esto como consecuencia de que el tramo no cuenta con un ancho de vía adecuado, y los radios de giro y tangentes no satisfacen los estándares que se consideran aceptables.

Palabras Clave: EMS, estudio de tránsito, Evaluación, DG-2018.



ABSTRACT

The technical evaluation of the unpaved local road of Sitajara province is about the department of Tacna and propose its improvement. It was determined that the road was classified as a dirt road based on its terrain and the fact that it was used as a roadway. The examination of the road was carried out in accordance with the standards specified in the Geometric Design Manual of Roads. Similarly, laboratory tests were carried out with the help of the General Technical Specifications Manual for Construction (EG-2013), and the analysis of the existing pavement was carried out with the help of the Materials Testing Manual (MTC-2016). Using the data collection equipment, an analysis of all this information was carried out in order to evaluate whether or not it complies with the guidelines that were established in the manuals that were provided by the Ministry of Transport and Communications (MTC). The chosen approach will be based on a quantitative, non-experimental, cross-sectional and descriptive research that will be carried out in a direct manner. These are the two main objectives that will be met. The results of the numerous assessments carried out make it very clear that the requirements specified in the corresponding standards are not being met. We are of the opinion that the geometric design of the assessed section does not follow the requirements established by DG-2018. This is due to the fact that the section does not have an adequate track width, and the turning radii and tangents do not meet the standards considered acceptable.

Keywords: EMS, traffic study, Evaluation, DG-2018



INTRODUCCIÓN

La investigación denominada "Evaluación técnica de la vía vecinal no pavimentada Sitajara de la provincia de Tarata del departamento de Tacna y propuesta de mejoramiento vial", en esta ruta local, el perfil topográfico oscila entre llano y ondulado, dependiendo del sentido de la marcha. Debido a los evidentes problemas que se vienen produciendo en las condiciones de servicio de la carretera, que no son satisfactorias, se llevó a cabo esta investigación, La falta de un diseño geométrico adecuado, la ausencia de sistemas de drenaje, la anchura insuficiente de la carretera, el deterioro generalizado de la capa de rodadura y la ausencia de una señalización eficaz a lo largo de la ruta contribuyeron a agravar la situación , Cuando se trata de infraestructuras viarias, la existencia de señalización suficiente es absolutamente necesaria para minimizar los accidentes provocados por la falta de información. Como consecuencia de ello, la carretera no funciona de la manera más eficiente posible, Además, los residentes que utilizan la carretera a diario corren peligro como consecuencia de esta desafortunada circunstancia. Por esta razón, sugerimos en este estudio que se mejore la fluidez del tráfico tanto para peatones como para automóviles mediante el cumplimiento de las normas recogidas en el Manual de Diseño de Carreteras, así como de las leyes impuestas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); Por eso, el objetivo de las carreteras es facilitar la circulación de vehículos y personas, fomentar el crecimiento y el desarrollo de la comunidad y favorecer la expansión de la economía, la sociedad y la cultura; De este modo, se esfuerza por evitar contratiempos en la progresión de la localidad, particularmente en las áreas de transporte público y de carga, así como en la comercialización de los productos de la región, que incluyen una amplia variedad de cultivos, entre otras cosas: La justificación de la investigación se basó en aspectos teóricos, académicos, científicos y sociales. Esto se hizo en consideración a la necesidad de mejorar las condiciones para el transporte y



la comercialización de una variedad de productos agrícolas a diferentes partes de la ciudad. Estos productos incluyen cacao, café, banano, cítricos, yuca y piña, entre otros; Tomando en consideración las investigaciones que fueron realizadas por diversos autores a nivel local, nacional e internacional, las cuales abordaron una amplia gama de temas de acuerdo con los estándares de la mencionada norma (DG - 2018), nuestra metodología se basará en la utilización de técnicas e instrumentos de estudio como las fichas de observación y el análisis documental, Mediante la utilización de los formatos que pone a disposición el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se facilitará la optimización del diseño geométrico, lo que permitirá garantizar la comodidad y la seguridad de los residentes mientras viajan. El propósito de esta investigación es garantizar que la carretera se encuentre en las mejores condiciones posibles para el servicio, En este contexto, se propone mejorar la carretera a nivel de la acera. Esto se debe a que se sabe que las carreteras ofrecen beneficios y desarrollo a un pueblo o ciudad, Proponemos una mejora del estado operativo de la carretera, tomando como referencia las recomendaciones proporcionadas por el MTC, con el fin de garantizar que la ruta no sólo sea transitable, sino también segura para quienes la utilizan. Además, nos aseguraremos de que cumplimos los requisitos establecidos por el MTC y utilizaremos distintos formatos para obtener un inventario completo de la carretera en cuestión.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Análisis de la situación problemática.

El distrito de Sitajara, situado en la provincia de Tarata, está experimentando un crecimiento progresivo, acorde con el aumento de población que se ha producido a lo largo del tiempo. Como consecuencia de ello, existe una importante necesidad de construcción de infraestructuras viarias. La mayoría de estos proyectos se llevan a cabo sin realizar previamente un análisis geotécnico, lo que no es de extrañar dada la magnitud de los procesos implicado. Como consecuencia de ello, los profesionales encargados de los proyectos o los responsables de las obras viarias suelen identificar las cualidades geotécnicas esenciales sin realizar una investigación formal de mecánica de suelos. En varios casos se basan en métodos empíricos. En consecuencia, toda construcción de carreteras está en contacto con el suelo (obras de pavimentación), como requisito previo. Es de suma importancia crear una interacción adecuada entre la estructura del pavimento y el suelo. Esta interacción se rige por los condicionantes que regulan las presiones de contacto, y es necesario que esta interacción también se comprenda. Lamentablemente, en la zona de Sitajara, donde se encuentra la carretera



sin asfaltar, no se dispone de la información necesaria para determinar las características físicas y mecánicas del suelo en función de su tipo. Para evaluar el estado en que se encuentran los caminos, tanto durante como después de la construcción de las diferentes estructuras viales, es vital contar con esta información. Debido al hecho de que los suelos presentes en la actualidad en el distrito de Sitajara no están bien reconocidos, es esencial tener en cuenta estas circunstancias a la hora de evaluar la carretera sin pavimentar con fines de rehabilitación.

Debido a la escasez de información sobre las características del suelo del camino vecinal en el distrito de Sitajara, esta información no es accesible a la población en general. Esto es especialmente cierto en el caso de las personas que van a realizar proyectos o trabajos de mantenimiento menores. En consecuencia, se impide un examen adecuado de las características geotécnicas del suelo de la zona en la que se va a realizar la mejora. Esto conduce con frecuencia a la adopción de características que no son las más adecuadas, lo que puede acarrear consecuencias en el futuro, como el fallo del pavimento.

Si la información sobre las características de los suelos fuera accesible, sería factible determinar la capacidad portante del suelo y realizar los cálculos de los proyectos con mayor confianza. Esto se debe a que, en muchos casos, estos cálculos se realizan erróneamente. Por lo tanto, disponer de un estudio de mecánica de suelos permitiría tener más en cuenta las construcciones de carreteras, tanto si se están proyectando como si se están realizando.

En el contexto de proyectos de gran envergadura, es absolutamente necesario realizar estudios del suelo adaptados al tipo de construcción que se está considerando. Estos estudios deben consistir en un análisis exhaustivo de la geología de la zona circundante, La determinación de los niveles de carga y las presiones admisibles, que se especifican en función de las preocupaciones de seguridad y las deformaciones admisibles en el sistema de carreteras, es un paso vital que debe darse

En los tiempos modernos, la evaluación técnica de los firmes es un componente esencial de la construcción de carreteras. Esta evaluación requiere el cálculo de la capacidad portante admisible del firme. Para ello se emplean métodos de investigación directa in situ, así como estudios de laboratorio de mecánica de suelos, lo que permite llevar a cabo un estudio exhaustivo de la infraestructura viaria en las zonas rurales. La investigación de los elementos que tienen una relación directa con la resistencia del suelo es otro aspecto significativo de la investigación que se está teniendo en cuenta.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo realizar la evaluación técnica y diseño de carreteras para el mejoramiento de vías vecinales no pavimentadas, vía Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Que propiedades físicas y mecánicas presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara en los distritos de Sitajara en la provincia de Tarata, departamento de Tacna?
- b. ¿Cómo realizar el mejoramiento de la vía vecinal Sitajara, en los distritos de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna?
- c. ¿Qué diseños considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizaran en la vía Sitajara de la provincia de Tarata, departamento de Tacna?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación técnica

Durante el proceso de construcción del pavimento, uno de los retos más importantes que se plantean en la actualidad es la ausencia de un análisis completo de la



mecánica del suelo en Sitajara, que se encuentra en el Departamento de Tacna, en la Provincia de Tarata. Debido a que no se tiene acceso a estudios de suelos adecuados en la región donde se llevará a cabo la construcción de la carretera, es difícil elegir los métodos y materiales que se utilizarán en este procedimiento. Como consecuencia de ello, la construcción y mejora de las carreteras será inadecuada debido a la escasez de información sobre los distintos tipos de suelo y su capacidad portante. Esto podría provocar la aparición de grietas en la subbase, la base o la capa de rodadura, lo que repercutiría negativamente en la capacidad de la carretera para garantizar un flujo de tráfico óptimo.

1.3.2 Justificación económica

El estudio de las características mecánicas de los suelos es el objetivo principal de este proyecto de tesis. Este objetivo se suma a la determinación de los factores que influyen en las propiedades mecánicas de los suelos del camino vecinal situado en la zona de Sitajara, Para proponer modificaciones y tener en cuenta los elementos críticos relacionados con la resistencia al cizallamiento, es esencial tener un conocimiento sólido de la resistencia del suelo. Para construir estructuras que garanticen un grado adecuado de seguridad mediante mejoras de las carreteras (IMBA), es necesario obtener información precisa sobre el tipo de suelo y su resistencia. Esta explicación se basa en la necesidad de obtener dicha información.

1.3.3 Justificación social

Cuando se trata de la ejecución de proyectos de infraestructuras viarias en el barrio de Sitajara, donde se están actualizando las obras de la carretera, uno de los obstáculos más significativos a los que se enfrenta el proceso de ejecución es la variedad de suelos. Las características del suelo presente en el camino vecinal de Sitajara, por otra parte, no han sido objeto de ninguna investigación documentada o referenciada; Otra



cuestión es que el público en general no tiene una comprensión global de la importancia de los estudios del suelo. En consecuencia, este proyecto de tesis se elabora con la intención de contribuir al conocimiento de la sociedad en su conjunto, con el objetivo de que las personas puedan tomar decisiones basadas en información precisa durante el proceso de mejora de las carreteras.

1.3.4 Justificación ambiental

La mayoría de las infraestructuras viarias de la zona de Sitajara se han construido sin un examen exhaustivo de la topografía, lo que ha provocado deformaciones. Como solución a este problema, se ofrece este estudio de investigación como método para abordar la situación. Es posible que ideemos una propuesta de mejora más eficiente para disminuir el número de desperfectos y evitar la necesidad de realizar mejoras adicionales en las carreteras.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general

Realizar la evaluación técnica de la vía vecinal no pavimentada Sitajara de la provincia de Tarata del departamento de Tacna y propuesta de mejoramiento vial.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar las propiedades físicas que presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata-departamento de Tacna.
- b. Determinar las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara provincia de Tarata, departamento de Tacna.



- c. Analizar los diseños considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizaran en la vía Satinara, distrito de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna.

1.5 Importancia y alcance de la investigación

El mantenimiento de las carreteras no asfaltadas, y más concretamente de las asfaltadas, que son las más comunes en nuestro país, se modelizará tras la elaboración de un modelo.

El estudio adoptará un método demostrativo, por lo que será pertinente para las carreteras nacionales pavimentadas cuyo mantenimiento corre directamente a cargo de la administración.

El uso del modelo que se recomendó en esta investigación será significativo porque mejorará la calidad del servicio que prestan las carreteras nacionales pavimentadas, lo que redundará en un mayor grado de comodidad para quienes utilizan el transporte público.

1.6 Limitaciones y delimitaciones de la investigación

La ruta Sitajara, situada en la provincia de Tarata y bajo jurisdicción del departamento de Tacna, será el foco principal de esta investigación, la cual se llevará a cabo en vías que son gobernadas directamente por la autoridad competente. En los siguientes párrafos se profundizará en la evaluación de los niveles de servicio de esta vía, así como en el desarrollo de un modelo que facilite el mantenimiento y/o conservación de las vías en cuestión. Es de suma importancia atender estas inquietudes para garantizar la funcionalidad y longevidad de la infraestructura carretera en el país. Se llevará a cabo un exhaustivo procedimiento de recopilación de datos para realizar una evaluación precisa del estado actual de la carretera. Es imprescindible llevar a cabo este procedimiento para construir un modelo de mantenimiento eficaz para estas carreteras.

Además, se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de la bibliografía existente sobre las distintas estrategias de conservación que se aplican especialmente a las carreteras sin pavimentar, haciendo especial hincapié en el nivel de pavimento. Mediante este análisis, trataremos de conocer la influencia que la implantación de este modelo tendrá sobre los niveles de servicio de las carreteras. Ello nos permitirá mejorar la calidad de las infraestructuras viarias de la región, lo que, en última instancia, redundará en nuestro beneficio.

1.7 Hipótesis.

1.7.1 Hipótesis General.

La evaluación técnica de la vía vecinal no pavimentada Sitajara de la provincia de Tarata del departamento de Tacna y propuesta de mejoramiento vial sobre los factores de diseño es la capacidad de soporte de estos son elementos constructivos y externos.

1.7.2 Hipótesis Específicas

- a. Las propiedades físicas y mecánicas presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata-departamento de Tacna son la textura, estructura, consistencia, cohesión, plasticidad, color y capacidad portante son similares, con diferencias en menor proporción en algunas zonas.
- b. El plan de mejoramiento de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara provincia de Tarata, departamento de Tacna se establecerá en base a la norma EG.2013 Manual de diseño de pavimentos.
- c. Los diseños considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizarán en la vía Sitajara, distrito de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna serán la capacidad de soporte CBR, y DPL.



1.8 Variables

1.8.1 Variable independiente

Características del Suelo

Indicadores

- Estructura
- Granulometría
- Porcentaje de humedad
- CBR
- Capacidad admisible

1.8.2 Variable dependiente

Mejoramiento Vial

Indicadores

- Mejora por CBR
- Mejoramiento vial por su estratigrafía

1.8.3 Variable evaluación

Vías no pavimentadas

Indicadores

- DPL
- CBR

1.8.4 Operacionalización De Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente	La mejora del suelo es el	-Propiedades físicas y	-Estructura



Características del suelo	proceso mediante el cual se aplican técnicas o tratamientos para modificar las propiedades del suelo con el fin de aumentar su capacidad portante, estabilidad, resistencia al agua, capacidad de drenaje u otras características necesarias para satisfacer los requisitos de ingeniería civil, como la construcción de carreteras, cimentaciones de edificios u otras infraestructuras.	mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> -Límites -Granulometría -% humedad -Capacidad admisible -CBR
Dependiente	El mejoramiento vial se refiere al conjunto de acciones y técnicas aplicadas para optimizar y fortalecer la infraestructura de las carreteras y vías de comunicación existentes. Esto puede implicar la reparación, reconstrucción o ampliación de la carretera, así como la aplicación de mejoras en términos de capacidad de carga, resistencia, durabilidad, seguridad, eficiencia y comodidad para los usuarios	-Mejoramiento	<ul style="list-style-type: none"> -Mejora por CBR -Mejora por IMBA
Evaluación	Las vías no pavimentadas se refieren a aquellas rutas o caminos que no han sido revestidos con materiales como asfalto, concreto u otros elementos para formar una superficie dura y resistente.	-Factores de diseño	<ul style="list-style-type: none"> -CBR -DPL
Vías no pavimentadas			



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 A nivel internacional

Según Agramonte y Calsin, (2018). La presente investigación, "Emulsiones Asfálticas Con Cemento De Alta Calidad Para Bases De Pavimentos". La compactación del material es un componente esencial que debe estar presente para que la piedra triturada pueda utilizarse eficazmente en el proceso de pavimentación. La compactación, como afirman Balduzzi, Bender y Croney, proporciona al material una elevada capacidad portante en función de las presiones que se aplican verticalmente sobre él. A pesar de que el material no tiene una gran capacidad para absorber esfuerzos horizontales si sólo está bien compactado, la utilización de ligantes hidráulicos tiene el potencial de mejorar esta capacidad modificando las características que poseía en su estado inicial. La producción de bases de pavimento de hormigón o semirrígidas generalmente implica la utilización de agregados junto con cemento, que es un método ampliamente reconocido en todo el mundo. A la hora de describir materiales comparables, existen algunas variaciones en la terminología utilizada internacionalmente. Por ejemplo, Kosmatka y



Panarese utilizan el término «árido tratado con cemento» para referirse a una amplia gama de diferentes tipos de áridos. El término «material ligado con cemento» es utilizado por el Departamento de Transporte del Reino Unido para referirse a una amplia variedad de combinaciones, que van desde el suelo cemento hasta el hormigón de baja calidad.

Según Diaz (2018). En la presente investigación, "Uso De Polvo De Piedra Triturada Como Estabilizador De Suelo". Quienes trabajan en la industria de la trituración de áridos sostienen que el polvo es un subproducto de sus operaciones. Como consecuencia del excesivo almacenamiento y acumulación de polvo, la utilización de estos polvos de piedra da lugar a multitud de problemas medioambientales y relacionados con la población. A la luz de este aspecto concreto, se llevará a cabo una investigación experimental en suelos expansivos que se acoplan con polvo de piedra triturada fácilmente disponible en la zona. El propósito de este estudio es presentar un punto de vista prospectivo sobre la viabilidad del uso de polvo de trituradora como estabilizador de suelos con fines de pavimentación. El propósito de este estudio es investigar el impacto que juega el polvo de trituradora en el mejoramiento de las cualidades del material expansivo de la subrasante que ha sido estabilizado con polvo de trituradora. Para cumplir el objetivo fijado, se utilizó una técnica conocida como muestreo intencionado, que equivale a un método no probabilístico, para recoger muestras de suelo alterado a una profundidad de 1,5 metros en el kebele de Ginjo, situado muy cerca del hotel Honey Land. Además, se recogió polvo de piedra triturada de la zona de producción de áridos para realizar una serie de pruebas de laboratorio. El análisis granulométrico y las pruebas de consistencia son dos de las operaciones de laboratorio que forman parte del proceso de clasificación de las muestras de suelo.



2.1.2 A nivel nacional

Según Vasquez (2022). La investigación "Análisis y mecánicas de los agregados en el diseño de mezclas asfálticas para la conformación de la base granular del pavimento rígido en la ciudad de Pucallpa, Se afirma que el alto volumen de automóviles que circulan diariamente por la ciudad de Cajamarca es la causa del deterioro de la infraestructura vial de la ciudad, particularmente en las rutas que fueron construidas con materiales provenientes de la cantera El Guitarrero. El material que se extrae de esta cantera no cumple con las especificaciones técnicas necesarias para la construcción de bases de pavimento, ni cumple con todas las normas claves necesarias para su uso en sub-bases de paviment. El objetivo de esta investigación es realizar un análisis de la mezcla óptima de estos dos tipos de agregados con la finalidad de determinar si los agregados de las canteras El Guitarrero y la piedra chancada del río Chonta son o no aptos para ser utilizados en sub-bases y bases de pavimentos en la ciudad de Cajamarca. Esta investigación se realizará con la finalidad de determinar si estos agregados son aptos o no para ser utilizados en estas aplicaciones. Para investigar las características físicas y mecánicas de varias combinaciones de materiales obtenidos de la cantera El Guitarrero y piedra triturada del río Chonta, se realizaron una serie de pruebas. Para cada una de las combinaciones se siguieron y controlaron los porcentajes de cada una de ellas: Se utilizaron diferentes proporciones para llevar a cabo las siguientes combinaciones: 80% del material proviene de la cantera El Guitarrero, mientras que 20% proviene de piedra triturada; 70% proviene de la cantera El Guitarrero, mientras que 30% proviene de piedra triturada; y 60% proviene de la cantera El Guitarrero, con 40% proveniente de piedra triturada. Cada una de estas mezclas fue creada. De acuerdo con los criterios que se especificaron en la EG-2013 (MTC) para sub-bases y bases de pavimento, se ha encontrado que la mezcla de materiales, que está compuesta por sesenta por ciento de la cantera El Guitarrero y cuarenta por ciento de piedra triturada, satisface las normas técnicas generales para la construcción. Para las



muestras M-1, M-2, M-3 y M-4, las propiedades de esta combinación de materiales arrojan los siguientes resultados: el límite líquido es del 17%, 16%, 16% y 17%, respectivamente, mientras que el límite plástico y el índice de plasticidad presentan valores del 0% en todas las muestras. El CBR, por su parte, presenta valores inferiores al umbral del 80% exigido para las bases de firmes; Se ha determinado que la distribución granulométrica se ajusta a los criterios de clasificación B. Hay cifras de 39,25%, 38,80%, 38,77% y 38,74% respectivamente que están documentadas en cuanto a la resistencia a la abrasión del material. Las cifras para el CBR son las siguientes: 69,10%, 70,10%, 68,80% y 69,10% respectivamente.

Según Torres (2022). En la investigación "Diseño de mezclas de material granular de tres canteras para optimizar sus propiedades en pavimentos, Nuevo Chimbote" sostiene que El objetivo principal de este estudio es crear el diseño de mezclas de materiales granulares procedentes de tres canteras diferentes con el fin de mejorar las características de estas mezclas para que puedan ser utilizadas en pavimentos. Para la realización de este estudio se utilizó la metodología de Investigación Aplicada-Experimental, Para analizar las cualidades físicas, químicas y mecánicas del material granular, el procedimiento consistió en la inspección de tres canteras, dos de ellas ubicadas en Chimbote y una en Nuevo Chimbote. El propósito de la evaluación fue mejorar los atributos del material para que pueda ser utilizado en pavimentos. Las canteras seleccionadas para el proyecto de investigación fueron La Sorpresa, San Pedrito y Cambio Puente. El material granular fue evaluado de acuerdo a los criterios establecidos en las normas técnicas pertinentes, tales como la Norma Técnica Peruana (NTP) y el Manual de Carreteras del Perú (MTC). Para efectos de su posterior interpretación, se evaluaron los resultados obtenidos, Según los resultados de la investigación, el material granular extraído de las canteras por separado no satisface los requisitos esenciales para su utilización como material de base y subbase. En cambio, el material granular procedente de las canteras Cambio Puente (47%) y San Pedrito (47%)

demonstró una mejora de las cualidades del material producido cuando se combinó con la piedra triturada de la cantera La Sorpresa (6%), Para el material de base se alcanza un California Bearing Ratio (CBR) de 94% a 100% de la Densidad Seca Máxima (DMS), mientras que para el material de subbase se alcanza un CBR de 81% a 95% de la DMS. Esto demuestra que el material es aceptable para su uso como material de base y subbase en pavimentos de la ciudad de Chimbote.

2.1.3 Antecedente Local

Según Condori (2022).La investigación "Pavimentos Low Cost De Base Estabilizada Con Emulsión Cms-1h En Las Carreteras Vecinales De Los Palos - La Yarada - Tacna - 2020", El objetivo principal de este estudio fue demostrar la aplicación de bases estabilizadas utilizando emulsión asfáltica CSS-1h en materiales con criterios de calidad menos severos. Esto se hizo con la intención de mejorar las carreteras de bajo tráfico, que se definen como las que tienen un número de carga por eje equivalente (ESAL) inferior a 106, con un coste muy inferior al de un pavimento normal, Se dosificó una emulsión catiónica CSS-1h en una proporción del 2,50% para trabajar en la consecución de este objetivo. La base de esta decisión es un diseño de mezcla asfáltica que se desarrolló con el objetivo de estabilizar un material que, en términos de sus cualidades físicas y mecánicas, mostraba una calidad inferior en comparación con un material granular típico. El fundamento de esta decisión se basa en otro diseño de mezcla asfáltica. Los parámetros de resistencia que se producen como resultado de este desarrollo se expresan como una estabilidad seca de 1000 kg y una estabilidad saturada de 640 kg, respectivamente. Mediante la aplicación del método AASTHO 93, estos valores se conectan a coeficientes estructurales para obtener un valor SN acorde con el diseño, El objetivo es diseñar una estructura que pueda acomodar los requerimientos del volumen de tráfico anticipado. Además, se están realizando pruebas de deflexión en una porción de pavimento estabilizado con emulsión asfáltica que se construyó en Tacna en

el año 2019, Al conseguir una deflexión típica de 22×10^{-2} mm, que es inferior a la deflexión permitida de 158×10^{-2} mm y a la deflexión crítica de 155×10^{-2} mm, se puede llegar a la conclusión de que la aplicación de este fluido asfáltico es ventajosa, El impacto que esta metodología tiene en los gastos es otra de las ventajas que pueden obtenerse de la adopción de esta metodología en el material interno. El coste total se reduce considerablemente como consecuencia del ahorro de costes en la adquisición de determinados materiales y en el transporte de los mismos hasta el emplazamiento, La optimización de los presupuestos es posible gracias al cumplimiento de este objetivo, que permite pavimentar un mayor número de tramos de carretera.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Suelo

2.2.1.1 Generalidades

Tanto el campo de la agricultura como el de la ingeniería civil pueden beneficiarse significativamente de la utilización del suelo disponible de forma natural debido a su enorme valor. Como material de cimentación, el suelo es especialmente importante en la construcción de infraestructuras, como edificios, carreteras, trenes, aeropuertos y puertos, entre otros. Desde el punto de vista de la ingeniería, el suelo desempeña muchas funciones en la creación de infraestructuras. Quinteros, (2018). En circunstancias en las que el suelo no presenta suficiente resistencia para la estructura concreta en cuestión, es importante reforzar esta resistencia mediante la aplicación de procedimientos de estabilización. Se ha demostrado que la resistencia del suelo varía en función del tipo de suelo. (Serrano y Padilla, 2019)

2.2.1.2 Evaluación de suelos

Realizar análisis para determinar las cualidades y características del suelo, así como tener en cuenta el vínculo entre la estructura y el suelo, es absolutamente

necesario para garantizar que ambos componentes interactúen de forma adecuada como parte de un sistema integrado, Es importante señalar que la integridad de la estructura se ve inmediatamente afectada en caso de que se produzca un incidente en cualquiera de los componentes que integran el sistema. (Rodríguez, 2018)

Aunque es posible encontrar grava en el suelo, no es buena idea suponer instantáneamente que es apta para la construcción sin hacer antes un estudio completo del suelo. Es posible que ese suelo se encuentre en una región propensa a terremotos o inundaciones, o que contenga pequeñas partículas con gran capacidad de expansión, lo que podría suponer una amenaza potencial para la estabilidad estructural del edificio” Otras consideraciones importantes son la determinación de la profundidad necesaria para los cimientos, la extensión de los sondeos, la clasificación del tipo de suelo, el nivel de las aguas subterráneas, la susceptibilidad del suelo a la expansión, la presencia de sales en el suelo, la posibilidad de asentamientos, la capacidad portante del suelo, su comportamiento colapsable, el proceso de consolidación del suelo, la posibilidad de daños durante la excavación y el diseño estructural de los edificios. (Rodríguez, 2018).

2.2.1.3 Características físicas y mecánicas de los suelos

Hay una serie de factores que contribuyen a los atributos físicos del suelo, como su textura, estructura, porosidad, densidad, color y consistencia. El tamaño de las partículas minerales que componen el suelo, como arena, limo y arcilla, determina la textura del suelo, que a su vez influye en la capacidad del suelo para retener agua y permitir la aireación. El término «estructura» se refiere a la forma en que las partículas se distribuyen en agregados, lo que repercute tanto en la permeabilidad como en la capacidad de retener agua. La cantidad de espacios vacíos en el suelo, así como su tamaño, se ven afectados por la porosidad, que a su vez tiene un efecto sobre la infiltración de agua y la aireación. Por otra parte, la capacidad portante del suelo puede verse afectada por su densidad, que es proporcional a la cantidad de material que



contiene un volumen específico. El color del suelo puede utilizarse como señal de la presencia de minerales y materia orgánica, mientras que la consistencia del suelo es una medida de su resistencia a la deformación o la alteración. Es fundamental conocer estas características físicas para comprender la capacidad del suelo para soportar estructuras, retener nutrientes y agua, y sustentar la vida vegetal (Serrano y Padilla, 2019).

A. Textura

Una de las propiedades físicas más importantes del suelo es su textura, que describe la proporción de partículas de distintos tamaños presentes en una muestra de suelo. Estas partículas incluyen arena, limo y arcilla. La textura del suelo influye en sus cualidades físicas y químicas, así como en su capacidad para retener agua, aire y nutrientes. Sin embargo, los suelos que incluyen una alta proporción de arcilla tienden a retener más agua y nutrientes que los suelos que tienen una mayor proporción de partículas de arena. Los suelos que contienen una mayor proporción de partículas de arena tienden a favorecer un drenaje más eficaz. El limo, que se encuentra aproximadamente en el medio de la arena y la arcilla en cuanto al tamaño de las partículas, desempeña un papel importante en la retención de agua y nutrientes, así como en la capacidad del suelo para retener nutrientes. La textura del suelo es un factor clave en la determinación de su calidad y su idoneidad para diferentes usos, como la agricultura, la construcción y la ingeniería ambiental (Braja M. Daz ,2021)

B. Estructura

La estructura del suelo viene determinada por la forma en que las partículas individuales se unen para formar agregados más grandes, también conocidos como «fragmentos». Esta configuración tiene un efecto sobre la porosidad del suelo, que se define como la cantidad y el tamaño de los espacios que existen entre las partículas del suelo, así como la cantidad y el tamaño de los espacios que existen entre ellas. Una estructura del suelo bien desarrollada con agregados estables promueve una buena



circulación de aire y agua, permitiendo un mejor drenaje y facilitando el crecimiento de las raíces de las plantas. La estructura del suelo es un factor importante a considerar en la gestión de la calidad del suelo y en la planificación de actividades agrícolas y de conservación del suelo (Braja M. Daz ,2021)

C. Porosidad

Se refiere a la cantidad y el tamaño de los espacios vacíos entre las partículas del suelo. Estos espacios pueden contener agua, aire y nutrientes, y son vitales para el crecimiento de las plantas y otras formas de vida del suelo. En la porosidad del suelo influyen varios factores, como el tamaño y la distribución de las partículas, la estructura del suelo y el nivel de compactación. Una porosidad adecuada es crucial para permitir que el agua se infiltre en el suelo, proporcionar aireación a las raíces de las plantas y permitir el intercambio gaseoso necesario para los procesos biológicos del suelo. Un suelo con una porosidad insuficiente puede experimentar problemas de drenaje, retención de agua y aireación deficiente, lo que puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas y la salud del suelo en general (Braja M. Daz ,2021)

D. densidad

La cantidad de masa de suelo contenida en un volumen específico se denomina densidad del suelo. Esta cantidad suele expresarse en medidas de masa por volumen, como gramos por centímetro cúbico o kilogramos por metro cúbico. Esta característica física es fundamental para comprender la estructura y la calidad del suelo, ya que influye en la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, así como en la resistencia a la compresión y la compactación. La densidad del suelo puede variar según factores como el tipo de suelo, su composición mineralógica, su contenido de materia orgánica y su grado de compactación. Un suelo con la densidad ideal genera un entorno favorable para el crecimiento de las raíces de las plantas, así como para la actividad biológica que se produce en el suelo y para la circulación del agua y el aire. Por el contrario, una densidad



elevada puede inhibir la formación de raíces y reducir la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes (Abarca, 2021)

E. Compacidad.

Cuando hablamos de la compacidad del suelo, nos referimos a la forma en que las partículas individuales del suelo están dispuestas o empaquetadas dentro de un volumen determinado. Cuando se trata de comprender la estructura del suelo y su capacidad portante, este atributo físico es absolutamente esencial. La compacidad está influenciada por diversos factores, como el tamaño y la forma de las partículas del suelo, la cantidad de materia orgánica presente y la presencia de agua y aire en los espacios porosos entre las partículas. Un suelo altamente compactado tiende a tener una menor porosidad y una capacidad reducida para retener agua y permitir la circulación de aire, lo que puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas y la actividad biológica del suelo. Por otro lado, un suelo con una compacidad adecuada proporciona un equilibrio entre la estabilidad estructural y la capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que favorece un crecimiento saludable de las plantas y una función óptima del ecosistema del suelo (Herrera, 2018).

F. Elasticidad y compresibilidad

La capacidad de los suelos para sufrir deformaciones en respuesta a la aplicación de una carga y luego volver gradualmente a su forma original una vez eliminada la fuerza se conoce como su elasticidad. Debido a que afecta a la estabilidad y el comportamiento de las estructuras que emergen por encima del suelo, esta propiedad física es un componente clave de la ingeniería geotécnica. Los suelos elásticos pueden soportar cargas sin sufrir deformaciones permanentes significativas, lo que los hace adecuados para una variedad de aplicaciones de ingeniería, como cimentaciones y terraplenes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la elasticidad del suelo puede variar según factores como el tipo de suelo, la humedad y la presencia de material orgánico. Un suelo



menos elástico puede experimentar deformaciones permanentes o asentamientos bajo cargas, lo que puede comprometer la estabilidad de las estructuras. Por lo tanto, comprender la elasticidad del suelo es crucial para el diseño y la construcción de infraestructuras seguras y duraderas (Cahuana, 2016)

G. Permeabilidad

La permeabilidad de los suelos se refiere a su capacidad para permitir el paso del agua a través de ellos. Esta característica física es crucial en la ingeniería civil y ambiental, ya que afecta el drenaje, la estabilidad de las estructuras y la calidad del agua subterránea. Los suelos permeables, como la arena y la grava, permiten que el agua fluya fácilmente a través de ellos, lo que facilita el drenaje y reduce el riesgo de inundaciones. Por otro lado, los suelos menos permeables, como la arcilla, retienen más agua y pueden causar problemas de drenaje y saturación. La permeabilidad del suelo está influenciada por varios factores, incluida su textura, estructura, porosidad y contenido de humedad. Los ingenieros evalúan la permeabilidad del suelo para diseñar sistemas de drenaje efectivos, prevenir la erosión del suelo, evitar problemas de cimentación y proteger la calidad del agua subterránea (Ochoa Simosn, 2022)

H. Composición química

En el contexto de los suelos, el término «composición química» se refiere a la cantidad y el tipo de elementos químicos que están presentes en el suelo. Carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre son algunos de los elementos que se incluyen en esta categoría. Además, hay otros micronutrientes que se consideran esenciales para el crecimiento de las plantas y otras especies. La composición química del suelo es fundamental para determinar su fertilidad y capacidad para sustentar la vida vegetal. Además, influye en la disponibilidad de nutrientes para las plantas, la actividad microbiana, la acidez o alcalinidad del suelo (pH), y su capacidad para retener agua y nutrientes. Los análisis químicos del suelo son herramientas clave en

la agricultura, la silvicultura, la restauración de ecosistemas y la gestión ambiental, ya que proporcionan información sobre la salud y la calidad del suelo, y ayudan a tomar decisiones informadas sobre prácticas de manejo y fertilización (Agramonte y Calsin, 2018)

L. Límites de Atterberg

El límite líquido es el contenido de agua en el suelo en el que la transición de un estado semilíquido a uno plástico ocurre bajo condiciones de esfuerzo específicas. Por el contrario, el límite plástico es el grado de humedad del suelo en el que éste pasa de una forma plástica a una semisólida. Este fenómeno se denomina límite plástico. Es posible cuantificar la plasticidad del suelo calculando el índice de plasticidad, que se define como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Esto proporciona una medida de la capacidad del suelo para deformarse sin llegar a romperse. Estos límites son de suma importancia en ingeniería geotécnica, ya que ayudan a clasificar los suelos, determinar su capacidad de soporte y predecir su comportamiento frente a cargas y humedad (Bustamante y Alva, 2015)

L.1. límite líquido de los suelos

El límite líquido es una propiedad fundamental de los suelos que indica su capacidad para comportarse como un líquido bajo ciertas condiciones de esfuerzo y humedad. Se define como el contenido de humedad en el suelo en el que este empieza a fluir y pierde su cohesión, pasando de un estado semisólido a uno líquido. Esta transición se produce cuando se somete al suelo a una serie de golpes estándar en una copa de Casagrande en un equipo de laboratorio. El límite líquido es una medida importante en la clasificación de suelos y en la determinación de su plasticidad y cohesión, lo que influye en su comportamiento frente a cargas y humedad, siendo esencial en el diseño y construcción de estructuras y cimentaciones (Badillo Juarez, 2018)

L.2. límite plástico de los suelos

Es la capacidad de ser moldeado bajo presión y conservar su forma después de retirada la presión. Este límite se determina mediante el ensayo de límites de Atterberg, donde se amasa una muestra de suelo con una cantidad específica de agua hasta que adquiere una consistencia adecuada para formar una bola quebradiza. El límite plástico es una medida clave en la caracterización de la plasticidad de un suelo y es utilizado en la clasificación y diseño de suelos para propósitos de ingeniería, como en la determinación de la capacidad de soporte y en la elaboración de mezclas para construcción (Badillo Juarez, 2018).

L.3. Índice de plasticidad de los suelos

En otras palabras, representa el rango de contenido de humedad en el que un suelo puede comportarse plásticamente. Cuanto mayor sea el índice de plasticidad, mayor será la plasticidad del suelo, lo que significa que el suelo será más maleable y podrá experimentar mayores deformaciones antes de romperse. Este parámetro es esencial en la caracterización de los suelos para fines de ingeniería, ya que proporciona información sobre su comportamiento durante la construcción y su capacidad para soportar cargas. Suele ser más difícil trabajar con suelos que tienen un alto índice de plasticidad, y puede ser necesario aplicar tratamientos particulares para estabilizar el suelo en las obras de construcción (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

L.4. límite de contracción

Se considera el nivel de humedad a partir del cual el suelo deja de contraerse al secarse. El establecimiento de este límite es significativo en los campos de la ingeniería civil y geotécnica porque repercute en la estabilidad y el comportamiento del suelo durante la construcción y utilización de las estructuras que se apoyan en él. Un suelo con un alto límite de contracción puede experimentar grandes cambios volumétricos con la pérdida de humedad, lo que puede provocar asentamientos y grietas en las estructuras construidas sobre él. Por lo tanto, es crucial tener en cuenta el límite de



contracción al diseñar y construir infraestructuras para garantizar su durabilidad y estabilidad a lo largo del tiempo (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

Tabla 2

Estado de los suelos

ESTADOS DE SUELO
Consistencia y resistencia a la comprensión simple
Compacidad y densidad relativa
Estructura de los suelos
Índices físicos

En el campo de la física del suelo, las características descritas anteriormente son objeto de una intensa investigación. Los ingenieros no sólo utilizan los hallazgos para deducir características más precisas de los suelos con los que trabajan, sino que también los utilizan para clasificar los suelos en una variedad de grupos distintos. Esto facilita prever el comportamiento de los suelos dentro de grupos específicos, lo cual resulta fundamental en el desarrollo de proyectos de ingeniería (Crespo Villalaz, 2018)

Tabla 3

Propiedades físicas

PROPIEDADES FISICAS
Densidad in situ
Permeabilidad
Consolidación/densificación
Potencial de expansión y asentamiento

Tabla 4

Propiedades mecánicas

PROPIEDADES MECANICAS

Resistencia al corte de suelos: c , ϕ .Compresibilidad/deformabilidad (Prop. elásticas)

2.2.1.4 Tipos de suelo**A) Gravas**

Las gravas son materiales pétreos compuestos principalmente por fragmentos de rocas de tamaño variable, que van desde aproximadamente 2 milímetros hasta 75 milímetros de diámetro. Estos fragmentos pueden ser de diferentes tipos de rocas, como granito, basalto, caliza, entre otros. Las gravas suelen encontrarse en ríos, lechos de torrentes, playas o canteras, y se caracterizan por su forma angular o redondeada, dependiendo del proceso de transporte y erosión al que hayan estado expuestas. Son utilizadas en la construcción de carreteras, vías férreas, en la fabricación de hormigón y en otros proyectos de ingeniería civil debido a su resistencia y durabilidad. (Crespo, 2018)

B) Arenas

Las arenas son materiales granulares compuestos principalmente por partículas de tamaño comprendido entre 0.0625 milímetros y 2 milímetros de diámetro. Estas partículas pueden ser de origen mineral, como cuarzo, feldespato o fragmentos de rocas diversas, y también pueden contener material orgánico o fragmentos de conchas y corales. Las arenas se encuentran comúnmente en las playas, lechos de ríos, desiertos y dunas, así como en canteras. Son utilizadas en una amplia gama de aplicaciones, como la construcción de hormigón, la fabricación de vidrio, la industria de la fundición, la



filtración de agua y en proyectos de ingeniería civil, debido a su capacidad de drenaje y su resistencia mecánica. (Crespo, 2018)

C) Limos

Los limos son partículas de suelo de tamaño intermedio entre las arenas y los arcillas, con un diámetro que oscila entre 0.002 y 0.0625 milímetros. Estas partículas son más pequeñas que la arena, pero más grandes que la arcilla. Los limos suelen tener una textura suave y sedosa al tacto cuando están húmedos, y pueden variar en color desde el blanco hasta el gris y el marrón, dependiendo de su composición mineral. Se encuentran comúnmente en lechos de ríos, deltas, áreas de inundación y suelos aluviales. Debido a su capacidad para retener agua y nutrientes, los suelos limosos son generalmente fértiles y adecuados para la agricultura. Sin embargo, también pueden ser propensos a la compactación y la erosión si no se manejan adecuadamente. En ingeniería civil, los limos pueden presentar desafíos durante la construcción debido a su susceptibilidad a la compresión y la deformación. (Crespo, 2018)

D) Arcillas

Las arcillas son partículas de suelo extremadamente pequeñas, con un diámetro menor a 0.002 milímetros. Estas partículas son las más pequeñas entre los tres tipos de suelo predominantes, que incluyen las arenas, limos y arcillas. La estructura de las arcillas es laminar, lo que significa que están compuestas por láminas planas apiladas unas sobre otras. Debido a su estructura molecular única, las arcillas tienen una alta capacidad para retener agua y nutrientes, lo que las hace especialmente fértiles para la agricultura. Sin embargo, también pueden ser altamente plásticas y cohesivas cuando están húmedas, lo que las hace propensas a la contracción y expansión. Cuando las arcillas se secan, tienden a contraerse y agrietarse, lo que puede causar problemas en la construcción de estructuras sobre ellas. Por otro lado, cuando están mojadas, las arcillas pueden volverse resbaladizas y blandas, lo que también puede representar desafíos para

la construcción. Las arcillas se encuentran comúnmente en lechos de ríos, áreas de deposición aluvial, y suelos de coloraciones que van desde el blanco y el gris hasta el marrón y el rojo, dependiendo de su contenido mineral y composición. (Crespo, 2018)

Figura 1

Gravas, arenas, arcillas y limos

DIVISIONES MAYORES		SIMBOLO		DESCRIPCION
		SUCS	GRAFICO	
SUELOS GRANULAR S	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADADA
		GP		GRAVA MAL GRADADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADADA
		SP		GRAVA MAL GRADADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS GRANULARES	LIMOS Y ARCILLAS (LI<50)	ML		LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LI>50)	MH		LIMO INORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGANICO O ARCILLA ORGANICO DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	

Nota: norma R.N.E. E-050

2.2.1.5 Clasificación de suelos

Los suelos se clasifican de diversas maneras según diferentes sistemas de clasificación. Además del USCS, existen otros sistemas de clasificación de suelos, como el Sistema Internacional de Clasificación de Suelos (SICS), que se basa en propiedades

tales como el tamaño de las partículas, la plasticidad y la textura del suelo. También se utilizan clasificaciones más específicas para suelos de ingeniería, como la clasificación AASHTO ,que se utiliza principalmente en ingeniería de carreteras y pavimentos. Estos sistemas de clasificación ayudan a los ingenieros y geólogos a entender las propiedades y características de los suelos, lo que es crucial para el diseño y la construcción de diversas estructuras y proyectos.

2.2.1.6 Metodologías de clasificación de suelos

Con el fin de comparar los resultados adquiridos a partir de las dos categorías geotécnicas de las que se ha hablado antes, el estudio ha tomado en consideración las clasificaciones SUCS y ASSHTO, que son las clasificaciones geotécnicas más importantes (Braja M. Daz ,2021)

A) sistema de clasificación SUCS

El SUCS clasifica los suelos en tres categorías principales basadas en el tamaño de las partículas: gravas (G), arenas (S) y limos y arcillas (M). Estas categorías se subdividen aún más según las propiedades y características específicas de cada tipo de suelo (Braja M. Daz ,2021)

1. Gravas (G):

- Son suelos granulares con partículas de tamaño mayor a 4.75 mm.
- Se subdividen en grava bien graduada (GW), grava mal graduada (GP) y grava limosa (GM), según la uniformidad y la cantidad de finos presentes.

2. Arenas (S):

- Son suelos granulares con partículas de tamaño entre 0.075 mm y 4.75 mm. Se subdividen en arena bien graduada (SW), arena mal graduada (SP) y arena limosa (SM), según la uniformidad y la cantidad de finos presentes.



3. Limos y Arcillas (M):

- Incluyen suelos con partículas de tamaño menor a 0.075 mm.
- Se subdividen en limo (ML) y arcilla (CL), según el contenido de finos y la plasticidad del suelo.

Además de estas categorías principales, el SUCS utiliza símbolos adicionales para describir las características particulares de los suelos, como la plasticidad y la gradación. Por ejemplo, los suelos con alta plasticidad se designan con los símbolos 'H' (alto contenido de arcilla) o 'L' (bajo contenido de arcilla).

B) Sistema De Clasificación AASTHO

El sistema AASHTO clasifica los suelos en siete grupos principales, identificados por letras y números:

1. Grupos de grava (G):
 - Grava bien graduada (GW)
 - Grava mal graduada (GP)
 - Grava poco plástica (GM)
 - Grava limosa (GC)
 - Grava arcillosa (GM)
2. Grupos de arena (S):
 - Arena bien graduada (SW)
 - Arena mal graduada (SP)
 - Arena poco plástica (SM)
 - Arena limosa (SC)
 - Arena arcillosa (SM)
3. Grupos de limo (M):



- Limo inorgánico (ML)
 - Limo orgánico (OL)
4. Grupos de arcilla (C):
- Arcilla inorgánica (CL)
 - Arcilla orgánica (CL)

La clasificación AASHTO se basa en la distribución granulométrica y las propiedades de plasticidad del suelo. Los símbolos GW, GP, SW y SP indican suelos bien graduados y mal graduados, respectivamente, mientras que las letras M y C denotan limos y arcillas, respectivamente (EG - 2013)

Además, el sistema AASHTO utiliza un sistema de subíndices para indicar la plasticidad de los suelos. Los subíndices A, L y H se utilizan para denotar la plasticidad baja, media y alta, respectivamente (Gonzales y Vega, 2022)

El sistema de clasificación AASHTO es ampliamente utilizado en la ingeniería de carreteras y transporte en los Estados Unidos y proporciona una forma estandarizada de clasificar y describir los suelos para su uso en el diseño y construcción de carreteras, puentes y otras infraestructuras de transporte (Cahuana, 2016)

2.2.2 Pavimento

2.2.2.1 Definición

Según la descripción ofrecida por Rengifo en 2014, el pavimento se define como una construcción diseñada para facilitar la circulación de los vehículos. El pavimento puede estar compuesto por una o varias capas apiladas unas sobre otras. Entre las principales funciones que debe cumplir un pavimento se incluyen proporcionar una superficie de rodadura homogénea con cualidades adecuadas de color y textura, así

como ser resistente tanto al tráfico como a las duras condiciones meteorológicas y otros elementos que puedan causar daños. Además, un pavimento debe estar equipado con la capacidad de resistir a los elementos, El pavimento debe ser capaz de soportar el desgaste inducido por la fricción de los neumáticos y mantener unas condiciones de drenaje adecuadas. Además, debe ser capaz de distribuir eficazmente las cargas generadas por el tráfico a lo largo de la calzada. Para garantizar la seguridad de los conductores y pasajeros en la carretera, el pavimento debe tener una textura adecuada que pueda ajustarse a la velocidad del tráfico de vehículos. Esto ayudará a mejorar la fricción y a reducir la probabilidad de resbalones. Además, su color debe elegirse cuidadosamente para reducir la cantidad de reflejos y evitar el deslumbramiento, dos factores que podrían reducir la visión de los conductores. Para garantizar la comodidad de quienes utilizan el pavimento, es esencial que la superficie del pavimento sea homogénea tanto en sentido transversal como longitudinal. Durante la fase de diseño, también es vital tener en cuenta soluciones que puedan reducir el ruido producido por la fricción de los neumáticos. Además, como ocurre con el desarrollo de cualquier infraestructura, el coste y la durabilidad son de suma importancia, por lo que el pavimento debe ser duradero y práctico desde el punto de vista económico (EG - 2013).

2.2.2.2 Tipo de pavimento

a. Pavimento flexible

Una construcción vial conocida como pavimento flexible es aquella que se compone principalmente de capas de materiales elásticos, como el asfalto, que se colocan sobre una base de suelo granular. Gracias a su capacidad para adaptarse a las deformaciones del terreno y al paso de los coches, este tipo de pavimento se utiliza en carreteras y vías urbanas. Su importancia radica en que ofrece una superficie de rodadura no sólo duradera, sino también resistente, capaz de soportar cargas y garantizar la comodidad de los usuarios (EG - 2013)



Entre las ventajas de los pavimentos flexibles se encuentran su capacidad para absorber y distribuir las cargas de manera uniforme, lo que reduce las deformaciones permanentes y minimiza los costos de mantenimiento. Además, su proceso constructivo es relativamente rápido y sencillo, lo que puede resultar en menores tiempos de ejecución y menos interrupciones en el tráfico (EG - 2013)

Sin embargo, los pavimentos flexibles también presentan algunas desventajas. Son más sensibles a las condiciones climáticas y pueden sufrir daños por efecto de la humedad y las fluctuaciones de temperatura. Además, requieren un mantenimiento regular para conservar su estado óptimo y pueden ser menos adecuados para áreas con terrenos muy blandos o inestables (EG - 2013)

El proceso constructivo de un pavimento flexible generalmente implica varias etapas, que incluyen la preparación del terreno, la colocación de una base granular compactada, la aplicación de una capa de base asfáltica, y finalmente, la colocación de una o varias capas de mezcla asfáltica en caliente. Cada capa se compacta cuidadosamente para garantizar una superficie uniforme y resistente (EG - 2013)

- b. Pavimento rígido:** Un pavimento rígido es una estructura vial compuesta principalmente por losas de concreto armado que se colocan sobre una base de material granular. Este tipo de pavimento se utiliza en carreteras y vías de alto tráfico debido a su durabilidad y resistencia a las deformaciones. Su importancia radica en proporcionar una superficie de rodadura robusta y de larga duración que pueda soportar cargas pesadas y mantenerse en buenas condiciones durante períodos prolongados (EG - 2013)

Entre las ventajas de los pavimentos rígidos se encuentran su alta resistencia a la abrasión y su capacidad para soportar cargas concentradas sin deformarse significativamente. Además, su superficie lisa y uniforme ofrece una conducción cómoda

y segura para los usuarios, reduciendo la fatiga del conductor y mejorando la eficiencia del transporte. También tienen una vida útil más larga en comparación con los pavimentos flexibles y requieren menos mantenimiento a lo largo del tiempo (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

Sin embargo, los pavimentos rígidos también presentan algunas desventajas. Son más costosos de construir y reparar que los pavimentos flexibles, ya que requieren una mayor cantidad de materiales y mano de obra especializada. Además, son menos adecuados para terrenos con deformaciones o asentamientos significativos, ya que pueden agrietarse o romperse bajo cargas no uniformes (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

El proceso constructivo de un pavimento rígido implica varias etapas, que incluyen la preparación del terreno, la construcción de una base de material granular, la colocación de las losas de concreto armado y el curado del concreto. Las losas se colocan con juntas de dilatación para permitir la expansión y contracción del concreto debido a cambios de temperatura, y se compactan y nivelan cuidadosamente para garantizar una superficie plana y uniforme (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

2.2.2.3 Condición del pavimento

Según Carretera (2016) indicó En términos generales, una carretera o ruta es una infraestructura de transporte abierta al público y diseñada principalmente para el paso de vehículos a motor. A pesar de que la palabra "carretera" suele utilizarse para referirse a este tipo de vías, existen clasificaciones específicas que pueden aplicárseles en función de su finalidad y de la forma en que están construidas, A diferencia de las autopistas y autovías, que, por regla general, no tienen cruces o pasos a nivel, la carretera puede conectarse con las propiedades vecinas mediante accesos. Esto es lo que la diferencia de las autopistas y autovías. Las carreteras se distinguen de otros tipos de vías en que se construyen con el propósito expreso de facilitar la circulación de los vehículos que se utilizan para el transporte (Navarro y Vileta, 2021)

Las carreteras que atraviesan las áreas metropolitanas se denominan calles, y tienen una doble función como vías de acceso y transporte. Las calles suelen encontrarse en entornos urbanos. La eficacia de estas vías es uno de los factores más importantes para determinar el funcionamiento económico y social de la comunidad. Los camiones son responsables del transporte del 44% de las mercancías en la Unión Europea, mientras que los autobuses y los vehículos privados representan el 85% de los desplazamientos individuales de pasajeros (Navarro y Vileta, 2021)

Las carreteras, como las autopistas, se caracterizan por el número de carriles, la estructura de la calzada y la presencia o ausencia de pasos a nivel, así como por el tipo de tráfico al que están destinadas. En las administraciones públicas suele haber una sección separada a la que se encomienda la responsabilidad de asignar números y categorizar las numerosas rutas de transporte que atraviesan su jurisdicción (Navarro y Vileta, 2021)

Para construir carreteras es necesario crear una superficie que sea continua, salve los obstáculos topográficos y tenga una pendiente adecuada para facilitar el tránsito de personas y vehículos por la zona. Las carreteras deben cumplir una serie de reglamentos, leyes o directrices gubernamentales que, aunque no son obligatorias, crean normas que deben respetarse. En la mayoría de los casos, el proceso comienza con la retirada de la roca, así como de la vegetación y el suelo, mediante el uso de métodos como la excavación o la voladura. Después tiene lugar la construcción de terraplenes, puentes y túneles, e inmediatamente después comienza la pavimentación de las carreteras. Para crear carreteras se utiliza una amplia gama de maquinaria de movimiento de tierras diseñada específicamente para este trabajo (Ochoa Simosn, 2022)

Según su complejidad:

- Calzada: Una calzada es la parte de la carretera destinada al tráfico de vehículos. Consiste en una superficie firme y pavimentada que proporciona un área de rodadura para los vehículos. Por lo general, las calzadas están construidas con materiales resistentes y duraderos, como el asfalto o el hormigón, que pueden



soportar el peso y la fricción de los vehículos que circulan sobre ellas. Las calzadas suelen estar divididas en carriles para dirigir el flujo de tráfico en diferentes direcciones y para separar los vehículos de diferentes velocidades. Además, las calzadas suelen estar equipadas con señales de tráfico y marcadores para guiar a los conductores y garantizar la seguridad vial (EG - 2013)

- **Cuneta:** Una cuneta es una zanja o canal excavado a lo largo de los bordes de una carretera o vía para recolectar y drenar el agua de lluvia y otros líquidos que se acumulan en la superficie de la calzada. Su función principal es dirigir el agua hacia los sistemas de drenaje, evitando así que se acumule en la carretera y cause inundaciones o daños en la estructura del pavimento. Las cunetas suelen estar revestidas con materiales resistentes, como hormigón o piedra, para evitar la erosión y mantener su forma a lo largo del tiempo. Además, las cunetas pueden tener diferentes diseños y formas dependiendo de las características del terreno y del clima de la zona (De Vallejo et Al, 2022)
- **Acera:** Una acera es una estructura elevada y pavimentada situada a lo largo de los bordes de las carreteras, diseñada para proporcionar un espacio seguro y cómodo para que los peatones transiten. Las aceras suelen estar separadas de la calzada por una franja de césped, arbustos u otros elementos de paisajismo. Están destinadas principalmente para el tráfico peatonal, brindando una superficie nivelada y libre de obstáculos donde las personas pueden caminar de manera segura sin interferir con el flujo de vehículos en la vía. Las aceras pueden estar construidas con una variedad de materiales, como hormigón, adoquines, asfalto o baldosas, y su anchura puede variar dependiendo de la cantidad de peatones que se espera que transiten por ella y de las regulaciones locales. Además de proporcionar un camino seguro para los peatones, las aceras también pueden

incluir características adicionales como bancos, iluminación, señalización y áreas verdes para mejorar la experiencia del usuario y promover la interacción social (De Vallejo et Al, 2022)

- Paso de peatones: Un paso de peatones es una zona marcada en la calzada de una vía pública, diseñada específicamente para que los peatones crucen de un lado a otro de manera segura. Estos pasos suelen estar ubicados en intersecciones o zonas donde se espera un alto tránsito peatonal, como cerca de escuelas, parques o centros comerciales. Generalmente, están señalizados con líneas blancas horizontales que forman franjas transversales sobre la calzada, acompañadas de señales verticales y, en algunos casos, iluminación especial para mejorar la visibilidad, especialmente durante la noche o en condiciones climáticas adversas. Los conductores están obligados a detenerse y ceder el paso a los peatones que cruzan en los pasos de peatones, contribuyendo así a la seguridad vial y al bienestar de los transeúntes. Los pasos de peatones también pueden estar elevados o contar con elementos adicionales de seguridad, como bolardos o isletas, para aumentar la protección de los peatones y reducir la velocidad de los vehículos (De Vallejo et Al, 2022)
- Ciclovia: Una ciclovia es una infraestructura vial diseñada específicamente para el tránsito seguro de bicicletas. Por lo general, consiste en una porción segregada de la calzada principal, separada físicamente del tráfico de vehículos motorizados, lo que proporciona un espacio exclusivo para que los ciclistas se desplacen de manera segura. Las ciclovias pueden estar ubicadas a lo largo de carreteras principales, calles urbanas o parques, y su diseño puede variar según el contexto y las necesidades locales. Algunas ciclovias están elevadas sobre la acera o separadas por barreras físicas, mientras que otras pueden estar marcadas en el pavimento con pintura especial o contar con señalización específica para guiar a los ciclistas. Estas infraestructuras son fundamentales para promover el



transporte sostenible, reducir la congestión vehicular, mejorar la salud y la calidad del aire, y fomentar un estilo de vida activo (Navarro y Vileta, 2021)

Las fallas en los pavimentos se pueden clasificar como estructurales o funcionales, como se indica en el documento titulado "Patología de los Pavimentos Rígidos" que fue presentado por Godoy en el año 2020. El informe fue elaborado por la Universidad Nacional de Asunción, situada en Panamá. Por el contrario, las fallas estructurales deterioran la funcionalidad del pavimento. Por otro lado, los fallos funcionales repercuten en el confort experimentado durante la circulación (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

Los defectos del pavimento de hormigón pueden dividirse en cuatro categorías principales: agrietamiento, deterioro de la superficie, dificultades en las juntas y otros tipos de deterioro. Los problemas con las juntas son extremadamente importantes, ya que estos lugares conectan las losas separadas del pavimento, y el deterioro de estas zonas puede tener un impacto sustancial en el rendimiento del pavimento en toda su extensión. En esta categoría de incidentes se incluyen problemas como la falta de estanqueidad y el descascarillado. Es posible que el agrietamiento adopte la forma de grietas transversales, longitudinales o en las esquinas. Hay indicios de que el hormigón ha estado sometido a fuerzas superiores a su capacidad resistente, como indica la existencia de grieta. Estas grietas provocan discontinuidades en las losas, lo que a su vez altera su capacidad para responder a los pesos que se les aplican durante el proceso (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

La descamación, el pulido de los áridos y el agrietamiento de la malla son los tipos más comunes de degradación superficial, y todos ellos repercuten en la funcionalidad del pavimento. La categoría restante, por otra parte, se compone de cuestiones tales como el levantamiento localizado, que también se conoce como "blowups". A continuación, se exponen algunos ejemplos de problemas que pueden observarse: desplazamientos y agrietamiento de las juntas, fenómenos de bombeo,

producción de baches y numerosas fracturas. Es posible que un pavimento rígido soporte el mayor nivel posible de degeneración estructural, que está representado por el escenario posterior (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

2.2.2.4 Período de diseño

Uno de los factores que pueden determinar la vida de diseño estimada de una carretera es el económico, que puede variar en función de los diversos aspectos que se tengan en cuenta. En caso de que el periodo de diseño sea excesivamente largo, es posible que los costes sean tan elevados que resulte más rentable desde el punto de vista económico construir una nueva infraestructura durante ese periodo de tiempo. Al disponer de dos dispositivos cuyas duraciones de diseño se suman a la duración total del primer dispositivo, la inversión disminuiría de este modo. Se ha acordado que para este proyecto de infraestructura se utilizará un plazo de diseño de veinte años. Este periodo de diseño servirá de base para el diseño del pavimento (Meza A y Pablo R, 2018)

El pavimento es una construcción que se compone de múltiples capas, incluyendo la subbase, la base y la capa de rodadura. Es una estructura que descansa sobre el subsuelo o la tierra de cimentación. Para reducir la presión que se ejerce sobre el suelo, el pavimento está diseñado para dispersar las cargas del tráfico de manera uniforme sobre la superficie. Además, su objetivo es proteger el suelo de los efectos adversos de la intemperie, que pueden afectar a su resistencia y vida útil, así como ofrecer una superficie por la que los coches puedan circular cómodamente (Gonzales y Vega, 2022)

En el proceso de diseño de pavimentos rígidos se utilizó la técnica simplificada establecida por la Asociación de Cemento Portland (PCA). Este enfoque se basa en tablas específicas elaboradas a partir de distribuciones de carga construidas para diversos tipos de carreteras, incluidas autopistas y calles urbanas. En el diseño de las tablas se ha tenido en cuenta un margen de seguridad de la carga que se ha elaborado para una duración de diseño de veinte años. Este margen varía en función de la

categoría de la carretera: las categorías 1, 2, 3 y 4 tienen un margen de 1, 1,1, 1,2 y 1,3 respectivamente (Meza A y Pablo R, 2018)

Para realizar el cálculo del espesor de la losa, es fundamental tener un conocimiento sólido de las tensiones combinadas que actúan sobre la subrasante y la base. Estas tensiones afectan a la integridad estructural del pavimento de hormigón. Es esencial realizar una investigación exhaustiva del suelo bajo un diseño de pavimento rígido para garantizar que el diseño funcionará eficazmente, Podemos determinar el espesor óptimo de la capa de rodadura del pavimento rígido para el lugar concreto utilizando estos factores, que nos dan la capacidad de absorber cargas de deformación, así como la capacidad portante tanto de la subbase como de la base (Meza A y Pablo R, 2018)

2.2.2.5 Mejoramiento de obras viales

Cuando se revela el respaldo científico o técnico de la variable "Mejoramiento de obras viales rígidas", se demuestra que un adecuado diseño tiene un impacto beneficioso en el mejoramiento de las infraestructuras viales. Así lo establece el estudio "Diseño de subdrenaje de pavimentos en el norte peruano" (2015), realizado en 2015, Un pavimento de hormigón o pavimento rígido se define esencialmente como una construcción constituida por una losa de hormigón simple o armado que se apoya directamente sobre una base o subbase. Debido a su elevado módulo de elasticidad y a su alto grado de rigidez, la losa es capaz de absorber una parte significativa de las tensiones que se ejercen sobre el pavimento. Esto se traduce en una distribución adecuada de las cargas de las ruedas, lo que a su vez genera niveles muy bajos de tensión en la subrasante presente. Por otro lado, los pavimentos flexibles tienen una rigidez reducida, lo que significa que las tensiones se trasladan a las capas inferiores. Esto transfiere las tensiones a la subrasante, lo que se traduce en un aumento de las tensiones en la subrasante.



En la construcción de un pavimento rígido intervienen tres componentes: la subrasante, la subbase y la losa de hormigón (Crespo Villalaz, 2018)

El término "subrasante" se refiere a la base natural de la tierra que ha sido acondicionada y compactada para servir como plataforma sobre la cual se construirá el pavimento. El pavimento podrá apoyarse adecuadamente como resultado de su función principal, que es la de dar un soporte relativamente estable y uniforme, sin fluctuaciones bruscas en su capacidad de carga, El hecho de que la subrasante proporcione una base estable es más importante que el hecho de que tenga una capacidad portante excepcionalmente alta. En consecuencia, es de suma importancia realizar un seguimiento riguroso de la expansión de los suelos en este sentido (Crespo Villalaz, 2018)

Entre la subrasante y la losa de hormigón, la subbase es un componente esencial de la construcción de pavimentos rígidos. Se sitúa en el centro del pavimento. La composición de esta capa incluye una o más capas de material granular o estabilizado que han sido comprimidas entre sí; Para evitar que se produzca el bombeo en suelos que contienen partículas pequeñas, la principal función de la subbase es inhibir este fenómeno. Cuando la interacción del suelo, el agua y el tráfico puede generar este fenómeno, se requiere su presencia para evitar que se produzca. Durante el proceso de planificación de pavimentos para grandes autopistas que registran un volumen significativo de tráfico pesado, es frecuente encontrarse con situaciones como ésta (Chan Chang, 2010)

Se requiere un factor de cemento mínimo para la losa, que se compone de hormigón de cemento Portland. Este factor de cemento se determina mediante pruebas de laboratorio y experiencias previas que evalúan la resistencia y la fuerza de la losa. Se recomienda utilizar hormigón con aire en situaciones en las que sea importante evitar el deterioro de la superficie causado por los ciclos de hielo-deshielo, la presencia de sales u



otros factores que perjudiquen la durabilidad. Este método tiene el potencial de mejorar la capacidad de la mezcla para ser trabajada (Chan Chang, 2010)

Para regular las tensiones inducidas por la contracción y dilatación del pavimento, las juntas se diseñan bien para dispersar las tensiones provocadas por la fisuración bajo las losas vecinas, bien para controlar las tensiones generadas por la contracción y dilatación del pavimento. Las juntas son uno de los parámetros que se utilizan para evaluar dure mucho tiempo. Además, es de suma importancia rellenarlas con materiales adecuados y emplear métodos de construcción particulares. Para prolongar con éxito la vida útil de un pavimento, es esencial realizar a tiempo el mantenimiento y las reparaciones de las deficiencias que puedan presentar las juntas (Alva, 2019)

Cuando se utiliza un sellador de juntas, el objetivo principal es reducir la cantidad de agua que penetra en tanto la disposición del pavimento como la prevención de la infiltración de materiales no compresibles en las juntas. Esto se debe a que la introducción de dichos materiales podría provocar fallos en las juntas, como desconchamientos (Alva, 2019)

El examen de diversos elementos, como el volumen de tráfico, la gestión del agua, las condiciones climáticas, las cualidades del suelo y la capacidad de transferencia de cargas, son algunos de los aspectos que deben tenerse en cuenta al diseñar un firme rígido, A la hora de diseñar pavimentos rígidos, es necesario tener en cuenta el nivel de servicio que se requiere, así como el nivel de fiabilidad que se desea, en función de la importancia de la ruta. Para prever con precisión el comportamiento de la estructura del firme y evitar que su deterioro alcance un nivel crítico a lo largo de su vida útil, es esencial tener en cuenta todos estos aspectos (Alva, 2019)

Con el fin de mejorar las obras viales en pavimentos rígidos, es esencial tener en cuenta una serie de elementos de diseño, como se indica en el estudio de investigación que se llevó a cabo en 2011 sobre el tema Diseño y mantenimiento de pavimentos



rígidos. Un espesor suficiente, la capacidad de servicio, el volumen de tráfico, la transferencia eficiente de la carga, las características del hormigón utilizado, la resistencia de la subrasante, la eficiencia del drenaje y el nivel aceptable de fiabilidad son algunas de las variables que se incluyen en esta categoría (Badillo Juarez, 2018)

Debido a que la determinación del espesor del pavimento de hormigón está influida por todas las demás variables que intervienen en los cálculos, el análisis del espesor del pavimento de hormigón es un componente esencial del proceso de diseño (Badillo Juarez, 2018)

El término "aptitud para el servicio" se refiere a la capacidad del pavimento para satisfacer las necesidades del tráfico que circula por la carretera, que incluye tanto vehículos ligeros como pesados. Esto se determina utilizando una escala que va de 0 a 5, donde 0 indica que el pavimento está en condiciones intransitables y 5 indica que el pavimento está en excelentes condiciones (Badillo Juarez, 2018)

La cantidad de tráfico de vehículos es uno de los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar pavimentos, a pesar de que existe cierta incertidumbre asociada a su estimación. La vida útil de un pavimento se evalúa mediante la metodología de la American Society of Highway Transportation Officials (ASHTO) basada en el número de repeticiones de carga que es capaz de soportar antes de alcanzar las condiciones finales de servicio que se han definido para la carretera.

A lo largo de su vida útil, el hormigón posee dos propiedades que influyen en su diseño y comportamiento. Estas propiedades son la resistencia a la flexión, también conocida como módulo de ruptura (MR), y el módulo de elasticidad del hormigón (Ec). Dado que la mayoría de las presiones a las que están sometidos los pavimentos de hormigón son fuerzas de flexión, es importante que la especificación de la resistencia de estos pavimentos se modifique en consecuencia. En consecuencia, el diseño tiene en cuenta la resistencia del hormigón cuando se somete a cargas de flexión, Tras 28 días de



curado, se suele obtener la propiedad comúnmente denominada resistencia a la flexión por tracción (S'c) o módulo de rotura (MR) (Bustamante y Alva, 2015)

El ensayo de placa se utiliza para estimar el módulo de reacción del suelo (K), que es importante para determinar la resistencia de la subrasante. Este módulo es una representación de la capacidad portante del suelo natural que se utilizará para la colocación de la estructura del firme (Bustamante y Alva, 2015)

Dado que la gestión eficaz del agua es esencial para el comportamiento a largo plazo de cualquier pavimento, el drenaje es un componente esencial que debe tenerse en cuenta durante el proceso de diseño de la construcción del pavimento (Bustamante y Alva, 2015)

La fiabilidad de los pavimentos se ve afectada por numerosos parámetros estadísticos importantes, entre ellos el coeficiente de fiabilidad (R) y la desviación típica. El término "fiabilidad" se refiere a la probabilidad de que el sistema de firmes mantenga un comportamiento satisfactorio a lo largo de toda su vida útil cuando se somete a las circunstancias de funcionamiento adecuadas (Bustamante y Alva, 2015)

Elementos como la seguridad vial, la funcionalidad, la comodidad, la integración con el entorno natural, los elementos estéticos y la búsqueda de la armonía son ejemplos de cosas que se tienen en cuenta y se consideran en el diseño geométrico.

En la actualidad, las carreteras deben clasificarse con arreglo a tres criterios distintos, tal como se establece en las directrices publicadas recientemente en el marco del sistema de clasificación de la DG-2001:

Existen tres categorías diferentes de categorización de las carreteras que se establecen en función de su grado de funcionalidad: la Red Nacional de Carreteras (de primer orden), la Red Departamental de Carreteras (de segundo orden) y la Red Nacional de Carreteras (de tercer orden) (Solano Bonett, 2017)

Autopistas, Algunos ejemplos de los distintos tipos de carreteras que se construyen en respuesta a la demanda de tráfico son carreteras de dos o varios carriles,



carreteras de primera clase, carreteras de segunda clase, carreteras de tercera clase y caminos de tierra (Solano Bonett, 2017)

Las condiciones topográficas del terreno se tienen en cuenta a la hora de establecer las distintas clasificaciones de las carreteras, que incluyen las de Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 y Tipo 4.

La definición de pavimento que aporta Centeno (2010) dice que es una construcción que se compone de una o más capas de componentes pétreos tratados. Su objetivo principal es proporcionar a los consumidores un tráfico seguro, cómodo y eficiente, minimizando al mismo tiempo los gastos generales en la medida de lo posible. Los tipos de pavimento incluyen pavimentos flexibles y rígidos, así como variantes adicionales como pavimentos estampados, adoquines y adoquines, entre muchas formas de pavimento (Solano Bonett, 2017)

Según los informes facilitados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú ha seguido una política proactiva en la construcción de infraestructuras viarias en todo el país a lo largo de las dos últimas décadas. Esta política se ha traducido en la construcción de más de 15.000 kilómetros de carreteras asfaltadas (Solano Bonett, 2017)

Es evidente que el dinamismo de la actividad se refleja en proyectos clave, como las carreteras interoceánicas que atraviesan el territorio de Perú de norte a sur, como es el caso de la Carretera Interoceánica del Sur, Los puertos marítimos en el Océano Pacífico son la culminación de una parte de las fronteras con Brasil. Esto permite establecer una conexión entre los asentamientos de Perú y proporciona a Brasil una vía de acceso marítimo a los mercados orientales (Diaz Z, 2018)

Si se consideran las redes viales de Perú y Bolivia, se ha determinado que existen casi 4.000 kilómetros de carreteras que se encuentran a una altura superior a los 3.500 metros sobre el nivel del mar. Se prevé que para renovar o asfaltar estas carreteras se necesitaría una inversión aproximada de 3.000 millones de dólares en Estados Unidos Los pavimentos de estas carreteras, que suelen denominarse



"pavimentos en zonas elevadas", se ven afectados por diversos componentes del clima, Estos pavimentos están sujetos a un deterioro precoz y acelerado como consecuencia de condiciones adversas tales como temperaturas bajo cero, variaciones inesperadas de temperatura, exposición a altas radiaciones solares e influencia de las corrientes de agua superficiales y subterráneas. Estas condiciones contribuyen al proceso temprano y acelerado de deterioro. Además, a gran altura, se enfrentan a dificultades asociadas a la limitada disponibilidad de materiales para la construcción y el mantenimiento de sus estructuras, La situación se ve agravada por las dificultades a las que se enfrentan los gobiernos para garantizar el suministro de materiales asfálticos que cumplan unos criterios de calidad homogéneos. Para hacer frente a esta dificultad y garantizar el mantenimiento de niveles aceptables de rendimiento en el diseño y la construcción de pavimentos, es necesario encontrar soluciones que sean eficaces, Para cumplir los plazos de diseño especificados y garantizar la calidad del firme, se han ideado procedimientos y criterios basados en la experiencia real. Un buen número de estas técnicas se han desarrollado a lo largo del tiempo, mientras que otras se encuentran actualmente en fase de experimentación". Existen varias alternativas que funcionan al margen de las normas de la tecnología convencional. Debido al enorme coste de inversión que requiere la realización de estos proyectos, los ingenieros de transporte buscan continuamente alternativas que sean más eficientes (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

2.2.2.6 Diseño estructural del pavimento rígido

Las carreteras de importancia nacional, la competencia departamental e incluso el Sistema de Barrios son factores que se tienen en cuenta durante el proceso de diseño, construcción y mantenimiento de las carreteras que forman parte de la Red Nacional. Cuando se trata de la mayoría de las carreteras que componen la Red Nacional, hay ocasiones en las que el volumen de tráfico no es suficiente para justificar la construcción

de una nueva vía. No obstante, se llevan a cabo con el objetivo de fomentar el desarrollo de las comunidades a través de esta infraestructura vital(Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

2.2.3 Ubicación y accesibilidad

2.2.3.1 Ubicación

La vía vecinal del tramo TA-556, se encuentra ubicada políticamente de la siguiente manera:

- Distrito: Susapaya y Sitajara
- Provincia: Tarata
- Región: Tacna

El camino geográficamente presenta la siguiente ubicación:

Figura 2

Esquema de marco localización del proyecto

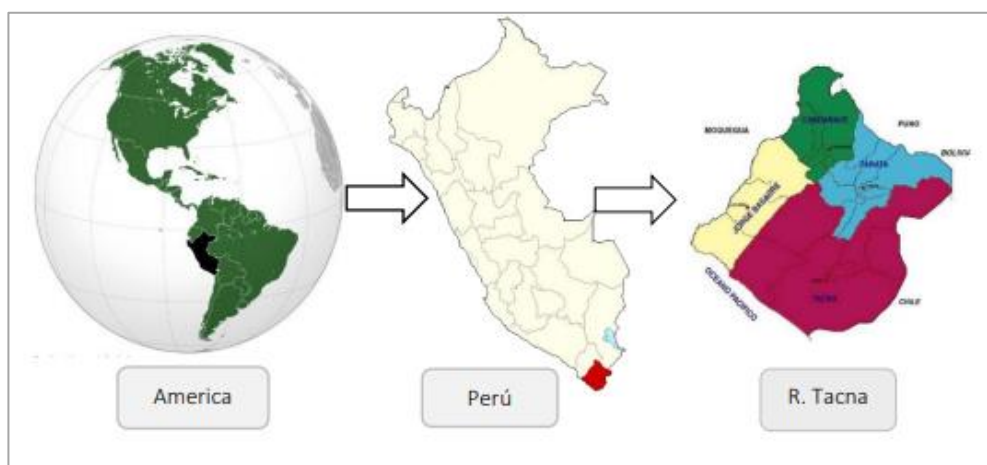


Tabla 5

Ubicación general del proyecto

Lugar	Progresiva	Altitud (m.s.n.m.)	Norte	Este
Empalme con la Vía Ta-103	KM 0+000.00	2972.53	8076990	379103
Ingreso al C. P. Susapaya	KM 13+377.87 3	3377.08	8080700	379749

Figura 3

Esquema de micro localización del proyecto



2.2.3.2 Accesibilidad

El punto de entrada principal al área del proyecto se ubica al iniciar desde la localidad de Tacna:

- La ruta PE-38, que está pavimentada, lleva desde Tacna hasta Tarata, con una distancia de unos 91 kilómetros. Una vez en la plaza principal de Tarata, seguimos el trayecto por la carretera Ta-103. Alrededor del kilómetro 37 de esta carretera, en el lado derecho, podemos ver el inicio del tramo (0+000) de la vía local Ta-556.

2.2.4 Características de la zona de estudio

2.2.4.1 Superficie territorial

2.2.4.1.1 Distrito de Sitajara

El área total del Distrito de Sitajara abarca 251.2 kilómetros cuadrados, lo que equivale al 8.90% del área total de la Provincia de Tarata y al 1.56% del área total de la región de Tacna.

Tabla 6*Distribución de la superficie del distrito de Sitajara*

Descripción	Extensión(km2)	%
Región Tacna	16 075.73	100%
Provincia de Tarata	2 820.00	17.54%
Distrito de Sitajara	251.20	1.56%

2.2.4.1.2 Distrito de Susapaya

El área total del distrito de Susapaya abarca 373.56 kilómetros cuadrados, lo que constituye el 13.23 % del área total de la Provincia de Tarata y el 2.32 % del área total de la región de Tacna.

Tabla 7*Distribución de la superficie del distrito de Susapaya*

Descripción	Extensión (km2)	%
Región Tacna	16 075.73	100%
Provincia de Tarata	2 820.00	17.54%
Distrito de Susapaya	373.56	2.32%

2.2.4.2 Clima y temperatura

2.2.4.2.1 Distrito de Sitajara

El clima del distrito de Sitajara se caracteriza por un cierto grado de imprevisibilidad, propio de una localidad situada en la región montañosa de Perú. Los meses de verano se caracterizan por intensas lluvias, en contraste con las regiones costeras durante todo el año. Durante los meses de enero, febrero y marzo, estas lluvias exhiben un mayor grado de intensidad, Durante los meses de enero, febrero y marzo, la



comunidad de Sitajara corre el riesgo de sufrir corrimientos de tierras, inundaciones y avalanchas de lodo como consecuencia de las intensas precipitaciones que se producen durante esos meses. El otoño y el invierno se caracterizan por temperaturas gélidas, que oscilan entre 0 y 5 grados centígrados. En cambio, la primavera se caracteriza por temperaturas que suben progresivamente (entre 7 y 27 grados centígrados), con cielos normalmente despejados y soleados (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018) La temperatura máxima media diaria supera los 16 grados Celsius durante la estación cálida, que dura 6,6 meses, del 8 de octubre al 27 de abril (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

El periodo frío, que comienza el 9 de junio y termina el 9 de agosto, dura un total de dos meses, durante los cuales la temperatura máxima media diaria no supera los 15 grados. En general, se acepta que el día más frío del año es el 19 de julio. La temperatura mínima media es de dos grados centígrados, y la temperatura máxima media es de 14 grados centígrados. La temperatura mínima media es de dos grados centígrados, y la temperatura máxima media es de catorce grados centígrados (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.4.2.2 Distrito de Susapaya

Las temperaturas en esta región oscilan entre los 16,6 grados Celsius (la más alta posible) y los 2,3 grados Celsius (la más baja posible) de media. El clima se describe como algo frío. La temperatura media mensual oscila entre los 10,3 y los 8,2 grados Celsius, con los valores más altos entre los meses de diciembre y marzo (10,3 grados Celsius) y los más bajos entre mayo y septiembre (8,8 grados Celsius). Aproximadamente 9,6 grados centígrados es la temperatura media anual (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

Las fluctuaciones de las temperaturas diurnas entre los puntos más altos y más bajos son grandes, con una diferencia de unos 12 grados centígrados. Esta diferencia repercute en la selección de cultivos resistentes a este fenómeno. El maíz, las judías, las patatas y la alfalfa son algunas de las especies agrícolas que suelen cultivarse en esta región (Oficina Efectiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.4.3 Humedad Relativa

La percepción del grado de humedad en Sitajara y Susapaya, que se evalúa mediante el porcentaje de tiempo en el que se experimenta malestar debido a una humedad bochornosa, agobiante o desagradable, no sufre fluctuaciones en el 0%. Así se ha observado (Oficina Efectiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.4.4 Organización Política

2.2.4.4.1 Distrito de Sitajara

El Distrito de Sitajara está conformado por el Distrito Capital, un Centro Poblado Menor y un Anexo, ubicadas en el área urbana, rural y unidades agropecuarias.

Tabla 8

Centros poblados y anexos del distrito de Sitajara

Distrito de Sitajara		
Nº	Nombre	Área
1	Sitajara	Urbano
2	Centro poblado de Challaguaya	Rural
3	Caserio de Chaspaya	Rural

2.2.4.4.2 Distrito de Susapaya

El distrito de Susapaya está conformado por el Distrito Capital de Susapaya, 7 anexos, ubicadas en el área rural y unidades agropecuarias (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

Tabla 9

Centros poblados y anexos del distrito de Susapaya

Distrito de Sitajara		
Nº	Nombre	Área
1	Susapaya	Urbano
2	Anexo de Cano	Rural
3	Anexo de Molleraco	Rural
4	Anexo de Queulliri	Rural
5	Anexo de Jaruma	Rural
6	Anexo de Tajata	Rural
7	Anexo de Vilacota	Rural
8	Anexo de Yabroco	Rural

2.2.5 Estado Actual de la vía y descripción de la ruta

El tramo en estudio se inicia en el empalme de la vía TA-103 cuyas coordenadas UTM son E: 379103.7654, N: 8076990.8466, Z: 2972.53 msnm.

El estudio finaliza al ingreso del C. P. de Susapaya, cuyas coordenadas UTM son E: 379749.6770, N: 8080700.2840, Z: 3377.08 msnm (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

Las características técnicas principales de la situación actual de la carretera son las siguientes:

- ✓ Categoría : Tercera clase
- ✓ Velocidad directriz : 20 km/h
- ✓ Ancho de la superficie de rodadura : 5 m promedio
- ✓ Bermas : Sin bermas
- ✓ Cunetas : no hay cunetas



- ✓ Pendiente máxima : 11%
- ✓ Bombeo : Deficiente

2.2.6 Pavimento

Se excavaron trece pozos de prueba a una profundidad de 1,50 metros, tal como indicaba el estudio del suelo que se realizó para preparar la pavimentación de la carretera Ta-556 y la exploración que se llevó a cabo anteriormente. Se ha determinado que el suelo de cimentación se compone de los siguientes tipos de suelos, que se clasifican según el sistema SUCS: SC-SM, GP-GC, GW-GC y SP-SC; teniendo como descripción; arenas arcillosas y limosas, gravas bien y mal graduadas con arcilla (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

De acuerdo con el estudio de topografía y georreferenciación, el terreno presenta una pendiente longitudinal entre 3% y 8% y una pendiente transversal entre 11% y 50%, por lo que se le considera terreno plano - ondulado (Tipo I y II) (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

La vía en estudio se encuentra a nivel de trocha carrozable, actualmente la vía es transitada a velocidades de 20 hasta 40 km/h (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.7 Obras de arte

De acuerdo con los trabajos de campo desarrollados en la Vía vecinal TA-556, se han identificado puentes, pontones, badenes, canales de riego y pases de agua; los cuales se describen a continuación:

2.2.7.1 Puentes

Se han identificado tres puentes, todos ellos en condiciones regulares, estos se ubican en las progresivas; 3+470.00; 9+700.00 y 10+665.00 (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)



2.2.7.2 Pontones

Se identificaron 02 pontones, ambos en condiciones regulares, con ubicación en las progresivas 6+868.00 y 8+922.00 (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.7.3 Badenes

Se identificaron 03 badenes, todos estos en condiciones regulares, con ubicación en las progresivas 0+202.00; 12+195.00 y 13+302.00 (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.7.4 Canales de riego

Se identificaron 03 canales de riego, todos estos en condiciones regulares, con ubicación en las progresivas 02+550.00; 05+019.00 y 07+337.00 (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.7.5 Pases de agua

Se identificaron 48 pases de agua, estos se encuentran en condiciones colapsadas (01) y regulares (47), con ubicación en todo el largo de la vía vecinal.

Así como también se identificaron pases de agua con caída; se identificaron 81 pases, estos se encuentran en condiciones regulares, con ubicación en todo el largo de la vía vecinal (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.8 Señalización

De acuerdo con el estudio de seguridad vial, solo cuenta con señales informativas al ingreso y salida de los puentes Yabroco y Salado, las mismas que cuentan con dimensiones acordes a la normativa vigente, como también existe una señal informativa improvisada al ingreso del anexo Yabroco. Todas estas se encuentran en un estado



regular, aunque con presencia de oxido y perdida de color(Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

A lo largo de la vía, no se cuenta con señales reglamentarias, preventivas, e informativas; debido a esto las condiciones de maniobra de los usuarios resultan inseguras. Por lo mismo que la vía es de categoría trocha carrozable, no se cuenta con señales horizontales, el cual resulta peligroso para el transito nocturno(Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.9 Clasificación de la vía

En función a la demanda determinada en el estudio de Tráfico, la carretera se clasifica como una Carretera de Tercera Clase debido a que no alcanza un IMDA mayor a 400 veh/día. La legislación también recomienda que la calzada se divida en dos carriles, cada uno de los cuales debe tener una anchura mínima de tres metros. Es posible que estos carriles se estrechen a una anchura de hasta 2,50 metros en circunstancias extraordinarias, siempre que se justifique esta reducción (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

El terreno se clasifica como irregular (tipo 3), el cual se distingue por contar con pendientes transversales al eje de la carretera que fluctúan entre el 51% y el 100%. Por otro lado, las pendientes longitudinales predominan oscilan entre el 6% y el 8%. Esta clasificación se fundamenta en la topografía predominante de la región (Oficina Ejecutiva de supervisión, Ordoñez, 2018)

2.2.10 Capacidad de soporte CBR

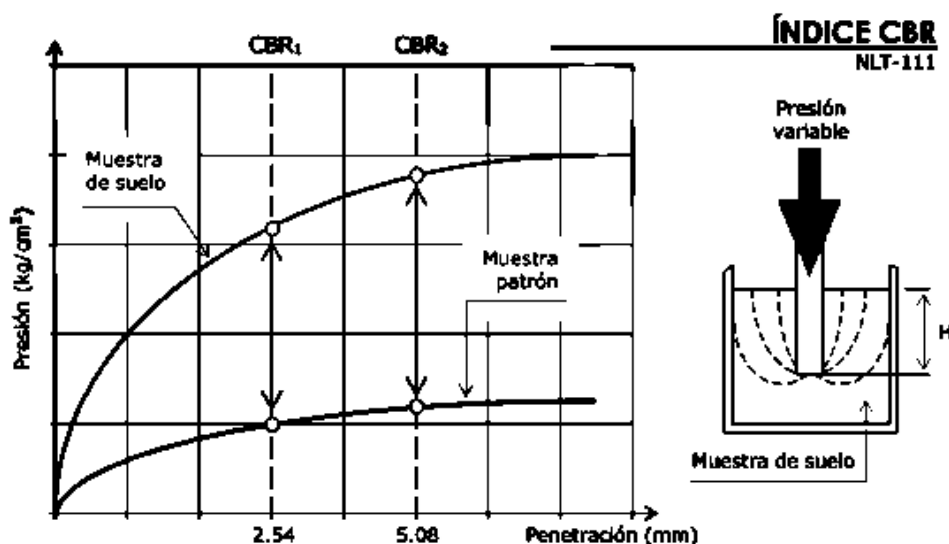
2.2.10.1 Definición de capacidad de soporte.

Cuando hablamos de la capacidad portante del suelo, nos referimos a su capacidad para soportar las cargas que se depositan sobre él sin experimentar fallos estructurales o la aparición de asentamientos excesivos. Debido a que influye en la

resistencia y estabilidad de la estructura, este parámetro es esencial en la construcción de pavimentos. La resistencia a la compresión y otros parámetros que pueden influir en su comportamiento bajo carga se examinan mediante ensayos de laboratorio y procedimientos de ingeniería geotécnica. Esto se hace con el fin de determinar la resistencia a la compresión del material. Con el fin de garantizar que los pavimentos sigan ofreciendo un comportamiento adecuado a lo largo de su vida útil, la capacidad portante del suelo desempeña un papel importante en la selección de los materiales y en el diseño de los mismos (Meza A y Pablo R, 2018)

Figura 4

Niveles de CBR



2.2.10.2 Aplicaciones en los pavimentos

El California Bearing Ratio (CBR) es un concepto desarrollado en California que mide la resistencia del suelo, concretamente su capacidad para soportar cargas. Con el fin de determinar la capacidad portante del suelo bajo el pavimento, el CBR se utiliza en el proceso de diseño. Esta información es esencial para estimar el espesor y el tipo de pavimento que se necesitará para soportar el tráfico previsto sin causar deformaciones excesivas o fallos prematuros (Meza A y Pablo R, 2018)

Los ingenieros pueden elegir los materiales adecuados para las capas de base y subbase del pavimento, así como determinar el espesor necesario de la estructura del pavimento, cuando tienen un conocimiento adecuado del valor CBR del suelo. Esto les permite garantizar que la carga se distribuye adecuadamente y que el pavimento tiene una larga vida útil. Además, el CBR desempeña un papel importante en la selección de los métodos de construcción, así como en la evaluación de la estabilidad del firme en diversas situaciones climáticas y de tráfico. En resumen, el CBR es un instrumento esencial en el diseño de pavimentos, ya que garantiza tanto la durabilidad como el mayor rendimiento posible (Meza A y Pablo R, 2018)

2.2.10.3 Valores de CBR y carga unitaria

Una serie de factores, como el tipo de suelo, la cantidad de tráfico prevista, las condiciones climáticas y las especificaciones del proyecto, pueden hacer que difieran los valores de CBR y las cargas unitarias necesarias para la construcción de distintos firmes. Por otra parte, los rangos que se indican a continuación pueden considerarse una referencia desde un punto de vista general:

1. Para pavimentos flexibles:
 - CBR típico del suelo subyacente: 3% a 10%
 - Carga unitaria: Variable, dependiendo del tráfico y la ubicación específica del proyecto. Por ejemplo, en carreteras de baja a moderada intensidad de tráfico, las cargas unitarias pueden oscilar entre 8 y 10 toneladas por eje
2. Para pavimentos rígidos:
 - A. CBR típico del suelo subyacente: 8% a 20%
 - B. Carga unitaria: Similar a los pavimentos flexibles, dependiendo del tráfico y la ubicación. Para carreteras de baja a moderada intensidad de tráfico, las cargas unitarias pueden estar en el rango de 8 a 10 toneladas por eje

Obsérvese que se trata de valores genéricos y que, para obtener los valores exactos de CBR y las cargas unitarias adecuadas para la construcción de pavimentos,

cada proyecto de pavimentación requiere un examen completo del suelo y de las condiciones específicas del lugar. Es fundamental tener esto en cuenta. Los ingenieros utilizan procedimientos de análisis y diseño específicamente diseñados, como el método AASHTO, para llegar a cálculos más precisos de estos valores (De Vallejo et Al, 2022)

2.2.10.4 CBR en laboratorio

Evaluación de la resistencia de un suelo a la penetración que se realiza en un laboratorio según un proceso especificado.

En general, la prueba se lleva a cabo de la siguiente manera:

En primer lugar, se recoge una muestra de suelo representativa de la zona de interés y se envía al laboratorio. En el siguiente paso, la muestra se prepara para la prueba eliminando cualquier partícula grande y asegurándose de que se encuentra en el nivel de humedad óptimo para la compactación (De Vallejo et Al, 2022)

A continuación, se coloca una muestra de suelo en el interior de un molde cilíndrico de dimensiones predeterminadas y se compacta por capas con un martillo normalizado y con un nivel de energía determinado. Con el fin de simular las condiciones de densidad del suelo en el campo, se lleva a cabo esta compactación. (De Vallejo et Al, 2022)

Una vez finalizado el proceso de compactación, se determina la altura de la muestra y se coloca un pistón de perforación estándar sobre su superficie. El pistón se somete a una carga que se aplica gradualmente, y se determina y registra la carga necesaria para que la penetración alcance una profundidad determinada que se ha predeterminado en la muestra de suelo (De Vallejo et Al, 2022)

En conclusión, el California Bearing Ratio (CBR) se determina su relación, que suele ser una mezcla de árido triturado y arena, a la misma profundidad y en las mismas condiciones de compactación. Este valor, expresado en porcentaje, proporciona una medida de la resistencia relativa del suelo (De Vallejo et Al, 2022)

2.2.10.5 CBR in situ

Incluye un método que se utiliza con el fin de determinar la resistencia del suelo en el lugar donde se encuentra. La siguiente es la forma normal en que se lleva a cabo la operación:

En el primer paso del proceso, se elige una sección representativa del suelo o pavimento donde se va a realizar la prueba. En la superficie de la tierra, se ha señalado un lugar determinado como el lugar donde se realizará la prueba (Bustamante y Alva, 2015)

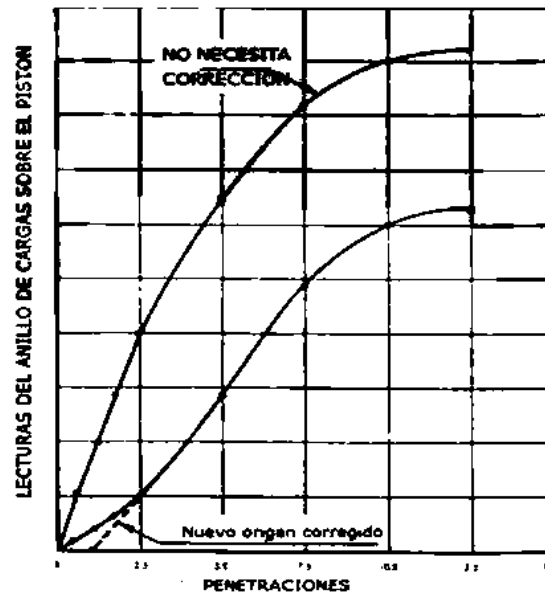
En el siguiente paso, se utiliza un penetrómetro CBR convencional, que consta de un pistón con un área de penetración conocida, y se coloca en el suelo en el lugar que se ha observado. Tras la aplicación de una fuerza axial al penetrómetro, que suele realizarse con la ayuda de un martillo de caída libre, se mide y registra la profundidad de penetración del pistón en el suelo (Bustamante y Alva, 2015)

La carga aplicada se incrementa gradualmente a intervalos predeterminados, y las profundidades de penetración correspondientes a cada incremento se registran en cada intervalo de carga. Posteriormente, se traza una curva de carga-penetración utilizando estos datos como referencia (Bustamante y Alva, 2015)

La carga aplicada se incrementa gradualmente a intervalos predeterminados, y las profundidades de penetración correspondientes a cada incremento se registran en cada intervalo de carga. Posteriormente, se traza una curva de carga-penetración utilizando estos datos como referencia (Bustamante y Alva, 2015)

Figura 5

Curva a referencial a CBR



2.2.11 Compactación de suelos (Proctor modificado)

2.2.11.1 Compactación de suelos

Como fase clave en el desarrollo y mantenimiento de numerosas infraestructuras, el proceso de compactación del suelo es un paso esencial. Desempeña un papel esencial en la construcción de carreteras, cimientos de edificios, presas y otros tipos de proyectos de construcción. El proceso de densificación del suelo implica reducir la cantidad de espacio vacío que existe entre sus partículas. Esto aumenta la capacidad de transporte del suelo y reduce la probabilidad de que se produzcan asentamientos posteriores. La compactación del suelo al nivel adecuado garantiza que las estructuras que se levantan sobre el suelo tengan una base firme y resistente, lo que es vital para la durabilidad y funcionalidad de los edificios. Aumentar la densidad de un suelo mediante el uso de fuerzas mecánicas, como la compactación por rodillo vibratorio, la compactación por pisón y la compactación por placa vibratoria, entre otros métodos, es lo que constituye este proceso. Para lograrlo, se expulsa el aire y el agua que han quedado atrapados en los huecos intergranulares del suelo. Esto no sólo aumenta la capacidad de carga del suelo, sino que también reduce la probabilidad de que se produzcan asentamientos diferenciales. Es necesario llevar a cabo el proceso de compactación en



capas consecutivas de suelo, compactando cada capa hasta un grado de densidad determinado que se establece en las especificaciones del proyecto. Al llevar a cabo el proceso, es de suma importancia realizar pruebas de densidad y humedad para garantizar que se cumplen las normas de compactación necesarias para la integridad y estabilidad de la estructura construida (Badillo Juarez, 2018)

a. Tipos de suelo

Durante el proceso de compactación, el comportamiento del suelo viene determinado por su composición y propiedades, que incluyen su granulometría, contenido de humedad, plasticidad y cohesividad, entre otras cosas (Badillo Juarez, 2018)

b. Contenido de humedad

Existe una correlación entre el contenido inicial de humedad del suelo y su plasticidad, así como su capacidad de compactación. Cuando se trata de una compactación adecuada, tener la cantidad ideal de humedad es esencial (Badillo Juarez, 2018)

c. Equipo de compactación

En la selección del equipo de compactación adecuado intervienen diversos parámetros, como el tipo de suelo, el grosor de la capa y otras consideraciones específicas del proyecto. Algunos ejemplos de estos equipos son los rodillos vibratorios, los apisonadores y las planchas vibratorias (Badillo Juarez, 2018)

d. Método de compactación

Diversas técnicas de compactación, como la compactación estática, dinámica y vibratoria, tienen cada una su propio impacto en la densidad del suelo y en la uniformidad de la compactación que producen (Badillo Juarez, 2018)

e. Espesor

Existe una correlación entre el grosor de la capa de suelo que debe compactarse y la eficacia del procedimiento. Las capas más finas permiten lograr una compactación más completa y uniforme (Abarca, 2021)

f. Energía de compactación

La cantidad de energía que se aplica durante el proceso de compactación, que puede evaluarse en términos de frecuencia, amplitud y peso del equipo utilizado para la compactación, es extremadamente importante para obtener la densidad necesaria del suelo (Abarca, 2021)

g. Condiciones climáticas

Hay una serie de parámetros climáticos que pueden influir en el contenido de humedad del suelo y, por consiguiente, en su compactibilidad. Entre estas condiciones se encuentran la temperatura y la humedad ambiental (Abarca, 2021)

h. Control de calidad

Para garantizar que se cumplen los requisitos de diseño y las normas del proyecto, es vital aplicar medidas de control de calidad durante el proceso de compactación. Estas medidas incluyen pruebas de densidad, humedad y CBR (California Bearing Ratio: CBR) (Chacon Sanchez, 2021)

2.2.11.2 Proctor modificado

Para determinar la densidad máxima que puede alcanzarse y el contenido de humedad óptimo para la compactación del suelo, se utiliza un procedimiento estándar conocido como ensayo Proctor modificado. Este método se lleva a cabo en el laboratorio

y consiste en utilizar un martillo de caída controlada para compactar una muestra de suelo que se coloca dentro de un molde cilíndrico de dimensiones normalizadas. Durante el proceso de compactación, es necesario llevar un registro tanto del número de golpes necesarios como de la cantidad de humedad presente en el suelo en cada paso. A continuación se realizan experimentos en el laboratorio para determinar la densidad seca y el contenido óptimo de humedad de la sustancia. El resultado final del ensayo Proctor Modificado proporciona información esencial que puede utilizarse en la planificación y construcción de diversas infraestructuras civiles, incluidos pavimentos, terraplenes y otros componentes de construcción. Esto se debe al hecho de que permite determinar la mayor densidad que el suelo es capaz de alcanzar, además de la cantidad exacta de humedad que es necesaria para lograr esa densidad. El uso de esta tecnología ayuda a optimizar el proceso de compactación, lo que a su vez garantiza la estabilidad y longevidad de las obras que se realizan en ingeniería civil (Chacon Sanchez, 2021)

Figura 6

Equipos Proctor modificado

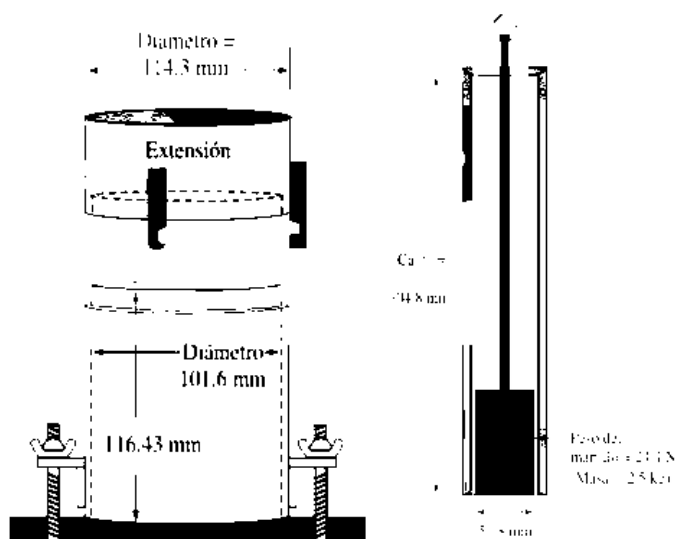
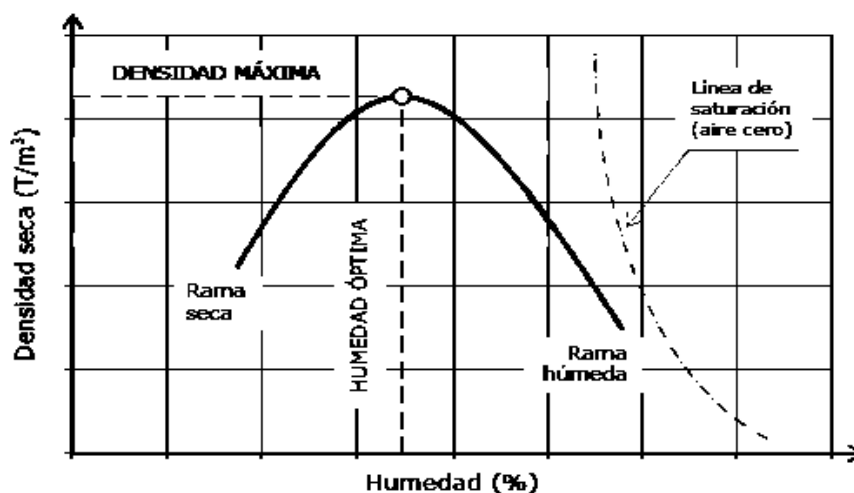


Figura 7

Curva de Proctor modificado

2.2.11.3 Mejoramiento de suelo para diseño de pavimentos

En el campo de la ingeniería de carreteras, uno de los procesos más esenciales se denomina "mejora del suelo para el diseño de pavimentos". La finalidad de este proceso es mejorar las cualidades del suelo actual para aumentar su capacidad portante y su resistencia. Este procedimiento puede implicar una serie de técnicas diferentes, como la estabilización química, la estabilización mecánica y el refuerzo del suelo con materiales geo-sintéticos, entre otro conjunto posible de técnicas. Las características individuales del suelo, el tráfico previsto y las circunstancias meteorológicas influyen en la selección de la estrategia de mejora adecuada. El objetivo es reforzar la capacidad del suelo para absorber las cargas del tráfico y, al mismo tiempo, limitar los efectos perjudiciales de la deformación y la erosión mediante el proceso de mejora del suelo. La mejora del suelo ayuda a garantizar que las carreteras mantengan su estabilidad y calidad durante toda su vida útil, contribuyendo al desarrollo de pavimentos más duraderos, seguros y rentables respectivamente (Chacon Sanchez, 2021)

- Estabilización química

Para mejorar la capacidad portante del suelo y maximizar sus cualidades, es necesario incorporar al suelo aditivos químicos como cemento, cal o cenizas volantes.

- Estabilización mecánica

El aumento de la densidad y la resistencia del suelo se consigue mediante el proceso de compactación con la ayuda de equipos mecánicos, como los compactadores.

- Refuerzo con materiales geo sintéticos

Los geotextiles, las georedes y las geo celdas son algunos ejemplos de los tipos de materiales que se utilizan para reforzar el suelo y mejorar su capacidad portante, así como su resistencia a la deformación.

- Mejoramiento con agregados granulares

Esta técnica consiste en la incorporación de agregados granulares, como piedra triturada o grava, con el fin de aumentar la resistencia y estabilidad del suelo.

- Inyección de grout

Para aumentar la cohesión y la resistencia del suelo, se inyecta en él una mezcla de cemento y agua a cierta presión.

- Compactación dinámica

Se utiliza maquinaria pesada para compactar el suelo en capas mediante impactos repetidos, lo que produce un aumento de la densidad del suelo y de su capacidad para soportar cargas.

La selección del método más adecuado para la mejora depende de una serie de elementos, como el tipo de suelo, las circunstancias del lugar, el tráfico previsto y los requisitos del proyecto de pavimentación (Navarro y Vileta, 2021)

2.3 Marco Conceptual

- a. **Área de expansión.** - Es importante tener en cuenta esta región a la hora de planificar y diseñar la infraestructura para garantizar que habrá espacio suficiente



para los futuros ajustes o ampliaciones que puedan ser necesarios (Meza A y Pablo R, 2018).

- b. Base.** - Además de distribuir las cargas de tráfico de forma regular, el objetivo principal de esta capa es ofrecer soporte estructural al pavimento (Meza A y Pablo R, 2018).
- c. Compactación.** - La compactación es un procedimiento tecnológico que consiste en aplicar una fuerza mecánica regulada a una sustancia, como el suelo, los áridos o las mezclas asfálticas, con el fin de reducir el volumen del material y aumentar su densidad+ (Meza A y Pablo R, 2018).
- d. Contenido de humedad óptimo.** - Representa la cantidad de humedad presente en un suelo que permite la mayor densidad y resistencia posibles a la compactación durante el proceso de construcción (Meza A y Pablo R, 2018).
- e. Capacidad portante del suelo.** - Al diseñar cimientos, pavimentos y otras estructuras, la capacidad portante del suelo es un componente esencial que hay que tener en cuenta. Esta capacidad garantiza que el suelo pueda soportar eficazmente las cargas aplicadas sin experimentar asentamientos excesivos ni deformaciones permanentes (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021).
- f. EMS.** - Este estudio requiere la recogida de muestras de suelo, el análisis de esas muestras en el laboratorio y la interpretación de los datos recogidos para comprender el comportamiento del suelo bajo diversas cargas y condiciones ambientales (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021).
- g. Geotecnia.** - El principal objetivo de esta área es comprender el comportamiento de los suelos y las rocas en diversas situaciones de carga y ambientales. Además, la evaluación de la estabilidad de los edificios que se levantan sobre estos materiales es también una preocupación primordial (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021).



- h. Gradación.** - El rendimiento de un material en aplicaciones de ingeniería, como la construcción de pavimentos, terraplenes y filtros, entre otras, mejora cuando el material está bien clasificado porque tiene una amplia gama de tamaños de partículas que permiten una buena interacción entre ellas (Braja M. Daz ,2021).
- i. Índice CBR.** - Para determinarla se utilizan experimentos de laboratorio. Estas pruebas consisten en cargar una muestra de suelo compactado a una presión estándar específica y, a continuación, comparar la resistencia de la muestra con la de un material de referencia, que suele ser una mezcla de grava y arena que se ha compactado al cien por cien de su densidad máxima (Braja M. Daz ,2021).
- j. Mejoramiento de suelos.** - La integración de materiales como cemento, cal, cenizas volantes o gravas, así como la compactación, la estabilización química o la incorporación de geotextiles, son algunas de las estrategias que pueden utilizarse en este proceso (Braja M. Daz ,2021).
- k. Pavimento.** - Además de distribuir las cargas de tráfico y proteger la subrasante de los impactos del clima y la erosión, el pavimento ofrece una superficie de rodadura consistente y resistente (EG - 2013)
- l. Sub-base.** - El objetivo principal de la subbase es garantizar que las cargas del tráfico se distribuyan uniformemente por la subrasante, minimizando así la probabilidad de que el pavimento se deforme o se asiente (EG - 2013).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque es cuantitativo, mediante la utilización de datos mensurables, esta metodología se esfuerza por desarrollar resultados que sean objetivos y generalizables, con el fin de apoyar o refutar hipótesis e ideas en la disciplina de la ingeniería civil. (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

3.2 Método de investigación

El método es científico, tras la creación de las preguntas de investigación, la adquisición de los datos pertinentes, el análisis de los datos mediante el uso de determinados procedimientos, la interpretación de los resultados y la formulación de conclusiones respaldadas por pruebas empíricas son componentes de esta metodología (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

3.3 Tipo de investigación

El tipo es aplicada, en este tipo de investigación, el objetivo primordial es identificar soluciones específicas y viables a los problemas reales a los que se enfrenta el negocio de la construcción y el desarrollo de infraestructuras (Lambe T.W. y Whitman R.V., 2021)

3.4 Nivel De Investigación

El nivel es descriptivo, no es necesario intentar explicar las razones subyacentes ni establecer vínculos causales; el objetivo primordial es presentar una descripción precisa y completa de los aspectos investigados (Cotrado, 2019)

3.5 Diseño de investigación

El diseño es experimental, debido a que cualquier cambio que se detecte en los grupos puede atribuirse a la variable que se alteró, este diseño permite establecer vínculos de causa-efecto entre las variables (Cotrado, 2019)

3.6 Población y muestra

3.6.1 Población

La sub-base está constituida por la carretera secundaria que atraviesa el área del Distrito de Sitajara, ubicado en la Provincia de Tarata, perteneciente al departamento de Tacna (OES, Ordoñez, 2018)

3.6.2 Muestra

Con el fin de mejorar la infraestructura viaria, se está investigando la carretera rural sin asfaltar como posible alternativa. Este planteamiento incluye un examen técnico exhaustivo de la carretera. Este examen abarca factores a nivel de la subrasante, así como de la base y la subbase, con el objetivo de garantizar que se cumplen las normas



pertinentes y que se consigue una mejora considerable de la calidad de la carretera (OES, Ordoñez, 2018)

3.6.2.1 Muestras

- La vía vecinal Ta-556, Teniendo en cuenta los resultados del análisis del suelo que se realizó para los fines de pavimentación, así como la exploración que se llevó a cabo en el lugar, se realizaron cinco sitios de investigación, que alcanzaron una profundidad de 1,50 metros. Como consecuencia de este examen, es requisito previo que el terreno que se va a utilizar como cimentación esté compuesto por una variedad de tipos de suelo clasificados de acuerdo con el sistema SUCS. SC-SM, GP-GC, GW-GC y SP-SC se incluyen entre los tipos de suelo que se han identificado. Las arenas que contienen tanto arcilla como limo, así como las gravas que están tanto bien graduadas como mal graduadas, con presencia de arcilla, son los tipos de suelos a los que se hace referencia como tales (OES, Ordoñez, 2018)

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

Es posible mezclar estos métodos en función de los requisitos particulares de la investigación y del tipo de datos necesarios para cumplir los objetivos del estudio de ingeniería civil: así como la observación, sistemas de monitoreo, y documentación (Braja M. Daz ,2021)

3.7.2 Instrumentos

La elección de los instrumentos dependerá de los objetivos específicos de la investigación y las variables que se necesiten medir: así como libretas de apuntes, cámaras, equipos, laptops (Braja M. Daz ,2021)

3.8 Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

3.8.1 Validación de instrumentos

De acuerdo con los estándares que se definen en la norma técnica EG.2013, que es un componente del manual de carreteras, la evaluación técnica de las carreteras que no cuentan con pavimentación se llevará a cabo en la localidad de Sitajara, que se encuentra en la provincia de Tarata, en el departamento de Tacna. El objetivo de esta norma es crear un marco que garantice la exhaustividad y validez del proceso de evaluación. Asegurará que se tengan en cuenta todos los aspectos necesarios para una revisión completa y correcta del estado existente de estas carreteras (Braja M. Daz ,2021)

En cuanto a las capas de base y subbase que conforman los pavimentos, se seguirán las especificaciones que se detallan en el EG - 2013 del Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Adicionalmente, se seguirán los lineamientos que se establecen en la norma CE.010, aplicable a pavimentos urbanos. Adicionalmente, se realizará el ensayo normalizado MTC E 132 CBR, destinado a analizar las características de los suelos, con el fin de garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos. Este ensayo se realizará en un laboratorio controlado con la intención de validar con precisión la capacidad portante de los pozos objeto de la investigación, representada por el valor CBR. De esta forma, se podrá garantizar que los materiales se ajustan a los requisitos esenciales para el correcto funcionamiento de la infraestructura viaria (Bustamante y Alva, 2015)

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

Tanto el instrumento como la prueba CBR se llevarán a cabo en el laboratorio de Suelos, Hormigón y Asfalto de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, situado en el barrio de Juliaca. Esto garantizará la confiabilidad del instrumento y de la prueba



CBR. Además, este laboratorio cuenta con la certificación de calibración adecuada para el aparato que se utiliza en el proceso (Braja M. Daz ,2021)

3.9 Descripción Del Ámbito De Aplicación De La Presente Investigación.

3.9.1 Ubicación

La ubicación política de la carretera que corresponde al tramo TA-556 es la siguiente: se encuentra en el distrito de Sitajara, que forma parte de la provincia de Tarata, ubicada en el departamento de Tacna. Esta posición geográfica es significativa en el contexto de la infraestructura vial, ya que no sólo define la accesibilidad de la zona, sino que también determina su grado de integración a la red de transporte de la región. Es esencial tener en cuenta estas variables para comprender la influencia que esta ruta tendrá en el desarrollo de la zona circundante y la conectividad con otras partes del departamento (OES, Ordoñez, 2018)

3.9.2 Aspectos Generales De La Zona De Estudio

La superficie total del Distrito de Sitajara es de 251.2 Km², representa el 8.90% de la superficie geográfica de la Provincia de Tarata y el 1.56 % de la superficie geográfica de la región de Tacna(OES, Ordoñez, 2018)

Departamento de Tacna cuanta con una extensión de 16.075.73 km², provincia de Tarata con una extensión de 2.820.00 km² y el distrito de Sitajara 251.20 km² (OES, Ordoñez, 2018)

3.10 Trabajos De Campo.

3.10.1 Técnicas De Exploración

En el marco de este estudio se han utilizado diferentes enfoques metodológicos para alcanzar el objetivo de obtener resultados más significativos. Los pozos a cielo abierto son el método que hemos decidido emplear a medida que nos acercamos a la

fase exploratoria. La consideración de que este método es especialmente adecuado para alcanzar los objetivos que nos hemos fijado nos llevó a la conclusión de que había que tomar esta decisión. Mediante la selección de fosas abiertas, podremos adquirir una perspectiva más clara y detallada de las peculiaridades del terreno, lo que nos facilitará la realización de una investigación más exhaustiva de las condiciones actuales. La eficacia del estudio y el logro de los resultados previstos estarán directamente correlacionados con la utilización de esta metodología (OES, Ordoñez, 2018)

3.10.2 Ubicación De Los Puntos De Exploración.

El acceso principal a la zona del proyecto se realiza partiendo desde la ciudad de Tacna: Vía PE – 38 (vía asfaltada), Tacna – Tarata, el recorrido es de aproximadamente 91 km, luego de haber llegado a la plaza principal de Tarata, continuamos el viaje recorriendo la vía Ta-103, aproximadamente por el kilómetro 37, al lado derecho, apreciamos el tramo inicial (0+000) de la vía vecinal Ta-556 (OES, Ordoñez, 2018)

Tabla 10

Ubicación de zona de estudio

Lugar	Ubicación	
	Este	Norte
Sitajara	379749.68	8080700.28

3.10.3 Consideraciones del muestreo y registros de exploración.

Es muy necesario recoger una cantidad suficiente de muestras de la capa superficial y extraerlas en bolsas para realizar un análisis de sus características. El alcance del estudio y los estudios que se van a realizar permitirán conocer las características del suelo para mejorar los pavimentos que se van a construir. Para realizar análisis en profundidad y conocer las características de las muestras, se utilizará la cantidad de muestras extraídas (OES, Ordoñez, 2018)

3.10.4 Toma de muestras - calicatas a cielo abierto

Se extrajeron aproximadamente siete kilogramos de tierra de cada una de nuestras calicatas y se pasaron por un tamiz de dos pulgadas de diámetro. Para realizar el muestreo se utilizó un método manual de investigación en calicatas. El MTC E 101 y MTC E 201 son los protocolos específicos que se siguen en el proceso de toma de muestras para suelos y materiales de construcción, respectivamente. Para cumplir con este objetivo, es necesario contar con herramientas como palas y herramientas de mano para que las muestras puedan ser extraídas, así como sacos y bolsas con el fin de recoger las muestras (OES, Ordoñez, 2018)

Figura 8

Estratigrafía de calicatas

Calicata	Profundidad	Simbolo	Imagen	Descripcion	SOCSASTM D 4287
C-1	1.50			Arenas mal gradadas con arcillas	SP-SC
C-2	1.50			Arenas arcillosas	SC
C-3	1.50			Arenas mal gradadas con arcillas	SP-SC
C-4	1.50			Arenas bien gradadas	SW
C-5	1.50			Arenas mal gradadas con arcillas	SP-SC

3.10.5 Análisis granulométrico – calicatas a cielo abierto

Para el análisis se utilizó una muestra inicial de unos 35 kg. Utilizando calicatas abiertas, esta muestra se redujo manualmente a unos 7 kg. La muestra reducida resultante se secó a 110 grados Celsius en un horno. El análisis granulométrico de



suelos sigue la norma MTC E 107 e implica el uso de un juego de tamices de la serie ASTM. Además, se necesitan instrumentos como balanzas, hornos, recipientes y herramientas manuales para llevar a cabo el análisis. Es importante contar con una ficha técnica de recolección de datos para registrar los resultados obtenidos durante el proceso (OES, Ordoñez, 2018)

3.10.6 Proctor modificado

Con el fin de recoger material que pasara por el tamiz de 3/4" y pesara aproximadamente 7 kg con niveles de humedad variables lo más cercanos posibles al óptimo previsto, se realizaron cinco excavaciones. A continuación, se prepararon las muestras y se comprimieron en cinco capas, aplicando 56 golpes a cada capa (OES, Ordoñez, 2018)

Por último, la curva de compactación se empleó como guía para llevar a cabo el cálculo de la masa y el volumen del material compactado. Este procedimiento se realizó con el objetivo de establecer tanto la densidad del material como el contenido óptimo de humedad (OES, Ordoñez, 2018)

El resumen habla de la compactación Proctor Modificada, o MTC E 115. Además del equipo especializado necesario para realizar la compactación con este método, también se requieren herramientas manuales, una balanza, un horno y tamices. Además, se destaca la necesidad de poseer una ficha técnica para recopilar datos a lo largo del procedimiento de compactación (OES, Ordoñez, 2018).



CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados Obtenidos:

4.1.1 Propiedades físicas que presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata – Departamento de Tacna

Para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la vía vecinal Sitajara, Hemos desarrollado una serie de exámenes particulares, que se describen en el cuadro adjunto, junto con información adicional complementaria a las pruebas. Esta tabla ofrece un resumen exhaustivo de los hallazgos que se adquirieron como consecuencia de las pruebas que se llevaron a cabo.

Se llevaron a cabo una serie de pruebas para evaluar diferentes propiedades de los materiales, siguiendo los estándares establecidos por las normativas correspondientes. El análisis granulométrico se realizó de acuerdo con las especificaciones de la NTP 339.128, la norma MTC E 107 y la norma ASTM D422. Para determinar la abrasión, se siguieron los procedimientos establecidos en la NTP 400.019, la norma MTC E 207 y la norma ASTM C131. El contenido de humedad se evaluó siguiendo los protocolos de la NTP 339.127, la norma MTC E 108 y la norma ASTM

D2216. Asimismo, la capacidad portante se determinó conforme a las directrices de la NTP 339.153, la norma MTC E 112 y la norma ASTM D1194.

A) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DE LA VIA SITAJARA

Las tablas que siguen proporcionan un resumen de la información relativa a las características físicas de los suelos que se encuentran en la carretera de Sitajara. Estas características son importantes para los numerosos proyectos de construcción que se van a realizar en la región.

A.1. Granulometría que presenta los suelos en estudio

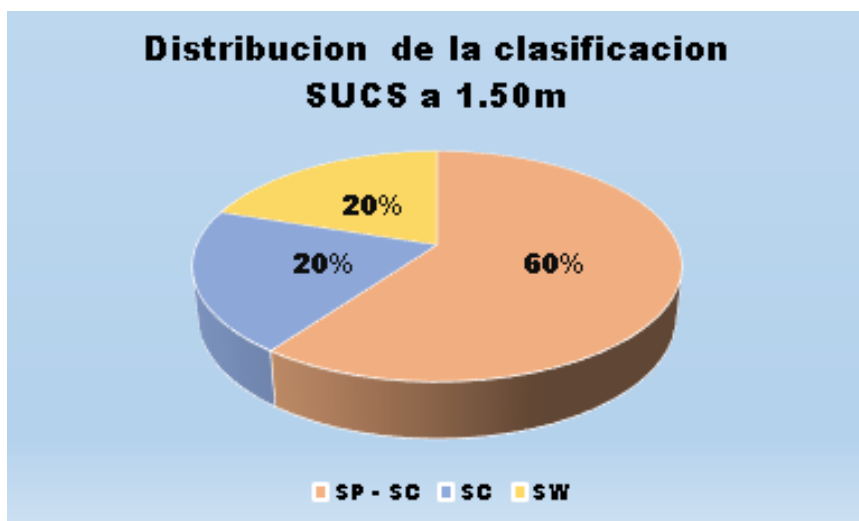
Tabla 11

Análisis granulométrico calicatas 1-6

Calicata	Muestra	% que pasa el tamiz							
		3/8"	Nº 04	Nº 10	Nº20	Nº40	Nº50	Nº100	Nº200
C – 1	E-01	100	100	98.73	96.23	97.14	96.25	95.95	88.27
C – 2	E-01	100	100	99.26	99.12	97.25	91.26	87.25	91.28
C – 3	E-01	100	100	96.26	95.14	90.15	75.26	80.18	70.28
C – 4	E-01	100	100	97.58	97.14	96.47	95.14	92.26	81.54
C - 5	E-01	100	100	98.92	96.58	95.23	94.14	89.54	72.25

Figura 9

clasificación SUCS - 1.50m



A.2. Porcentaje de humedad

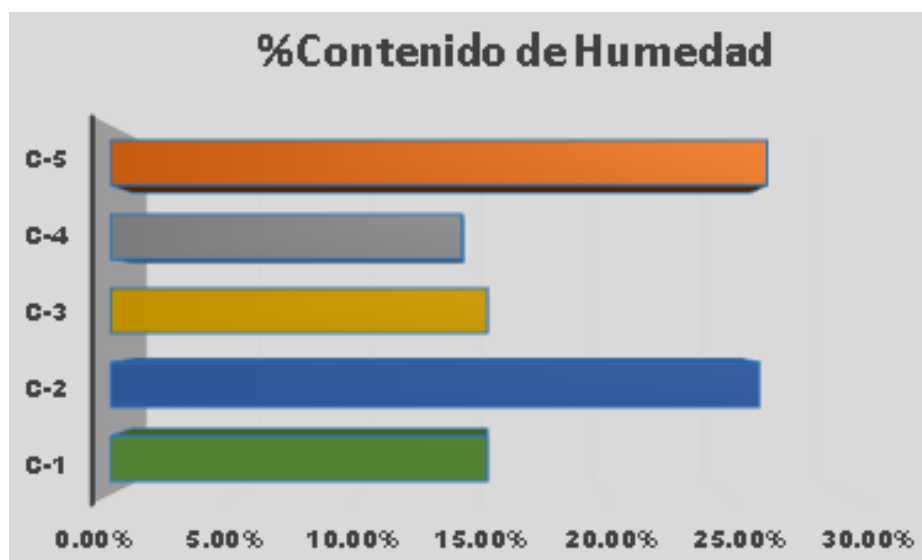
Tabla 12

Porcentajes de Contenido de Humedad

Calicata	% de contenido de Humedad
C-01	15.260
C-02	26.250
C-03	15.260
C-04	14.230
C-05	26.580

Figura 10

Comparativa de porcentajes de humedad



A.2. Límites de consistencia

Tabla 13

Límites de Atterberg

Muestreo	Muestra	Límites		
		LL%	LP%	IP %
C - 01	E-01	45.40	24.42	20.98
C - 02	E-01	56.87	21.96	34.91
C - 03	E-01	33.41	20.83	12.59
C - 04	E-01	45.52	24.46	21.06
C - 05	E-01	40.15	21.98	18.11

Figura 11

Comparativa de límites líquidos

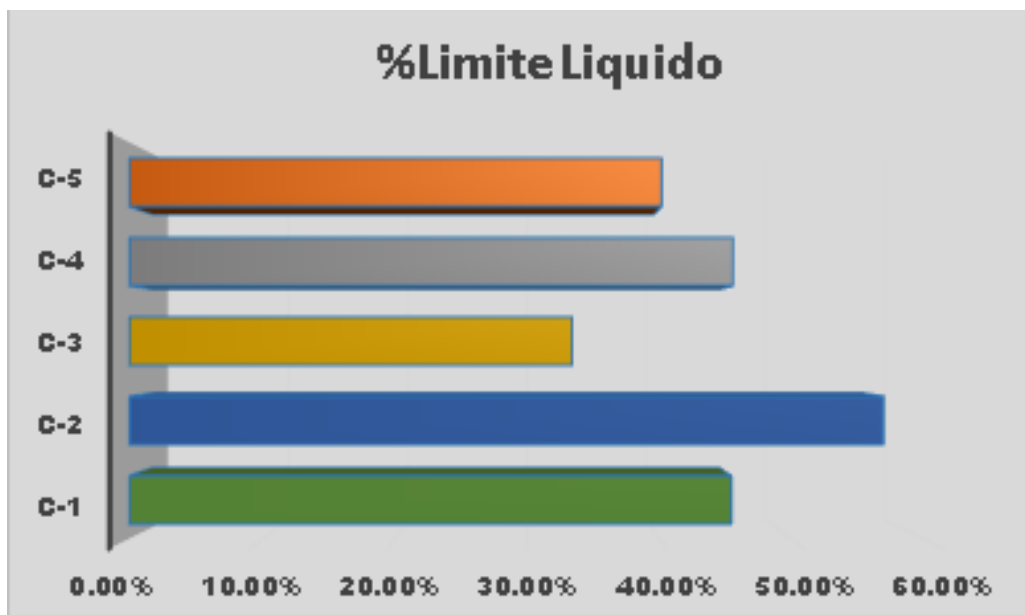


Figura 12

Comparativa de límites plásticos

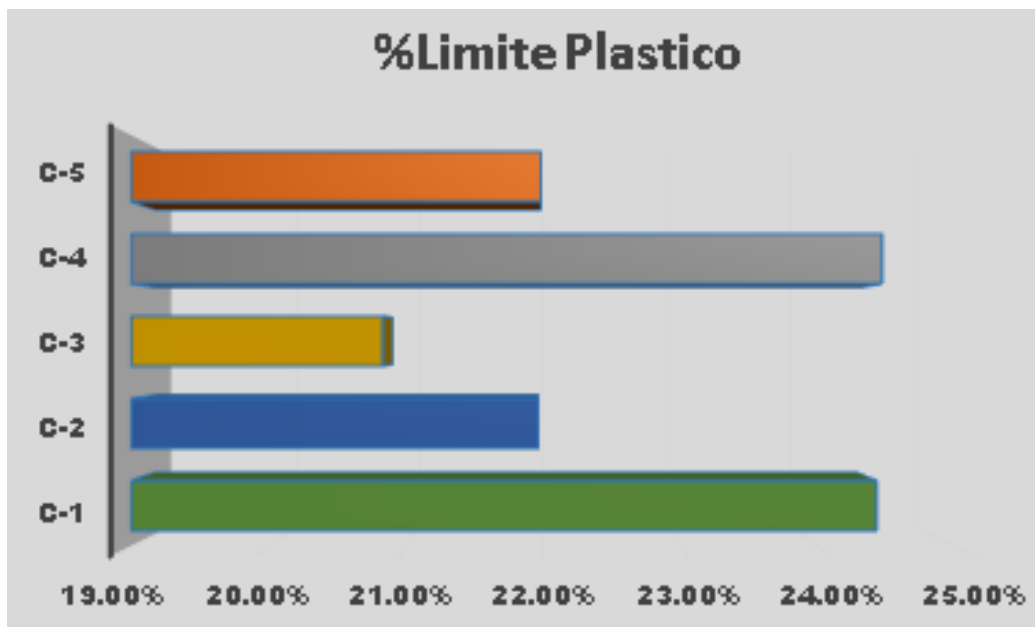
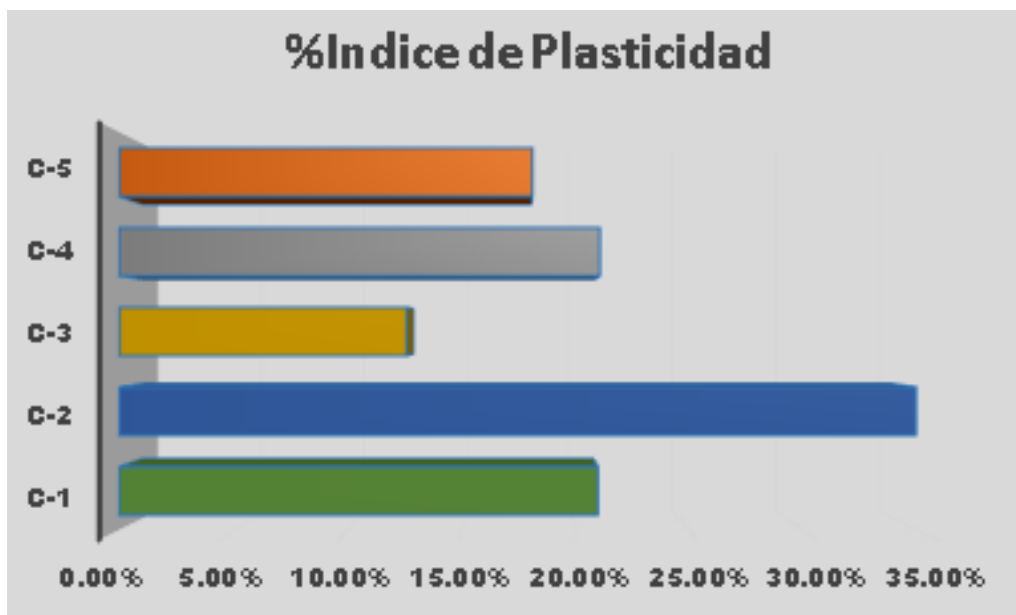


Figura 13

Comparativa de índices de plasticidad



A.3. Clasificación SUCS

La identificación del tipo de suelo en cada muestra de los pozos de ensayo, considerando su profundidad, es un aspecto fundamental en este punto. Para lograr este propósito, se empleó el sistema de clasificación de suelos SUCS. A continuación, se presenta un resumen de los suelos según la profundidad considerada para este estudio, que fue de 1.50 metros.

❖ Perfiles estratigráficos y SUCS

Calicata	Profundidad (m)	SUCS
Calicata 1	0 – 1.50	SP-SC
Calicata 2	0 – 1.50	SC
Calicata 3	0 – 1.50	SP-SC
Calicata 4	0 – 1.50	SW
Calicata 5	0 – 1.50	SP-SC

4.1.2 Mejoramiento de la vía vecinal Sitajara en los distritos de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna

En relación con este propósito, es de suma importancia llevar a cabo una serie de comparaciones entre los distintos resultados que hemos obtenido de las cinco exploraciones realizadas. A la luz de estos resultados, es esencial determinar la capacidad de carga de cada uno de los lugares de exploración. Es necesario realizar las pruebas adecuadas para lograr este objetivo. Estas pruebas deben incluir la medición del peso compactado, el peso suelto y el CBR. Todas estas exploraciones se realizaron a una profundidad de 1,50 metros, lo cual es un dato importante a tener en cuenta ya que nos permitirá adquirir datos precisos y pertinentes para nuestro estudio.

Calicata 01 -CBR

Tabla 14

Calicata 01 - CBR

CBR – Calicata 01	
MDS al 100%	26.290 %
MDS al 95%	16.120 %

Figura 14

Calicata 01 CBR 95% y CBR 100 %



Calicata 02 -CBR.

Tabla 15

Calicata 02 - CBR

CBR – Calicata 02	
MDS al 100%	26.310 %
MDS al 95%	16.260 %

Figura 15

Calicata 02 CBR 95% y CBR 100 %



Calicata 03 -CBR.

Tabla 16

Calicata 03 - CBR

CBR – Calicata 3	
MDS al 100%	26.180 %
MDS al 95%	16.340 %

Figura 16

Calicata 03 CBR 95% y CBR 100 %



Calicata 04 -CBR

Tabla 17

Calicata 04 - CBR

CBR – Calicata 04	
MDS al 100%	26.250 %
MDS al 95%	16.410 %

Figura 17

Calicata 04 CBR 95% y CBR 100 %



Calicata 05 -CBR

Tabla 18

Calicata 05 - CBR

CBR – Calicata 05	
MDS al 100%	26.090 %
MDS al 95%	16.310 %

Figura 18

Calicata 05 CBR 95% y CBR 100 %



4.1.3 Diseños a considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizaran en la vía Satijara de la provincia de Tarata, departamento de Tacna.

A. Estudio de Trafico

Los trabajos de campo se realizaron el presente año y se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 19*Ubicación de estaciones de aforo*

Ubicación	Ruta	Distrito	Coordenadas	
			Este	Norte
Distrito de sitajara	TA-556	Sitajara	379298.00m	8078209.00m

B. Estación de aforo

Tráfico actual: Para la obtención del tráfico actual (IMDa), se aplicaron factores de corrección estacional a los vehículos ligeros y pesados, como se muestra en la tabla

Tabla 20*Resumen de resultados IMDA actual*

Ubicación	Distrito	IMDA (actual)	Coordenadas	
			Este	Norte
Vía de sitajara	Sitajara	146 veh/día	379298.00m	8078209.00m

C. Estación de aforo

La proyección del tráfico se define como el resultado obtenido aplicando las tasas de crecimiento que corresponden al tráfico típico, además del tráfico adicional que se genera, que se prevé que sea el 15% del tráfico total. Para realizar este cálculo se tiene en cuenta un horizonte temporal de evaluación que abarca una duración de diez años. Para prever las fluctuaciones del volumen de tráfico en función de las tendencias existentes y los aumentos previstos, el objetivo es garantizar una planificación más eficaz de las infraestructuras viarias y que éstas puedan satisfacer las futuras necesidades de movilidad. Esto permitirá un desarrollo más eficaz de las infraestructuras viarias.

Tabla 21*Resumen de proyección de tráfico en el horizonte del proyecto*

Tráfico total	Estudio		Ejecución									
	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11
IMDA	146	149	176	179	179	183	187	190	193	196	201	203

Tabla 22

Lista de insumos

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio
MANO DE OBRA			
CAPATAZ A	HH	4,104.18	28.78
CAPATAZ B	HH	3,005.95	26.57
TOPOGRAFO	HH	285.44	23.07
OPERADOR DE EQUIP. MEDIANO	HH	746.67	22.97
OPERADOR DE EQUIP. PESADO	HH	420.53	23.17
OPERARIO	HH	18,721.38	22.14
OFICIAL	HH	33,793.45	17.58
PEON	HH	97,923.72	15.91
AYUDANTE DE NIVELADOR	hh	285.44	15.91
AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	856.32	15.91
NIVELADOR	hh	142.72	22.14
MATERIALES			
ACEITE SAE 30W	lt	57.58	22.03
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	3,139.35	3.54
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	1,087.94	3.54
CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO 2 1/2", 3", 4"	kg	1,042.15	3.56
DOWELL LISO D=1"	M	2,367.27	11.87
DOWELL LISO D=3/4"	m	67.06	6.75
PERNO 14" x 5/8" C/ARANDELA Y TUERCA	und	80.00	13.56
PERNO 2" x 3/8" C/ARANDELA Y TUERCA	und	130.00	2.54
PERNO 5" x 3/8" C/ARANDELA Y TUERCA	und	502.00	3.39
PERNO HEXAGONAL ROSCA CORRIENTE 5/8"x7" C/TUERA Y ARANDELA	und	36.00	3.81
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	52,016.99	2.69
SISTEMA DE SUJECION DOWELLS	M	1,631.32	6.36
GUIA	M	98,518.78	0.80
ALCANTARILLA TMC ø 24" E=1.8 MM	m	28.90	186.44
ALCANTARILLA TMC ø 36" E=2.0 MM	m	19.00	283.90
ALCANTARILLA TMC ø 48" E=2.5 MM	m	20.30	423.88
ALCANTARILLA TMC ø 60" E=3.0 MM	m	22.50	623.59
ALCANTARILLA TMC ø 72" E=3.3 MM	m	30.80	826.62
EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1H	gln	258,521.11	10.59
EMULSION ASFALTICA TIPO CSS-1HP	gln	94,304.92	10.59
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	kg	29,016.80	11.44
CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP (42.5 kg)	bol	35,584.80	17.78



BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 4"x4"x3MM	und	523.87	9.47
CERRADURA TRES GOLPES	und	104.89	65.82
DINAMITA AL 65%	kg	22,626.83	12.07
FULMINANTE N° 08	und	98,518.78	0.90
(Servicio) APROBACION DEL PLAN MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00	2,000.00
(Servicio) ELABORACION DE PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	und	1.00	1,200.00
(Servicio) PAGOS AL INC POR DERECHO DE TRAMITE	glb	1.00	1,800.00
ADHESIVO EPOXICO PARA TACHAS	kg	33.47	75.00
ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	LT	6,635.60	5.51
ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	LT	168.48	8.66
BARRENO 5' x 7/8"	und	1,328.94	341.66
BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS EQUIPADO	und	3.00	296.61
CABESTRILLO	und	7.00	16.80
CAL HIDRATADA	kg	780.00	1.27
CAMILLA DE EMERGENCIA DE POLIETILENO	und	3.00	296.61
CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL	mes	7.00	750.00
CINTA SEÑALIZADORA DE PELIGRO C/AMARILLO X 100M	rl	71.00	32.49
CONO DE SEÑALIZACION H=0.90m	und	94.00	43.79

4.2 Discusión de Resultados.

- **Propiedades físicas de los suelos de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata-departamento de Tacna.**

Para obtener información sobre las propiedades físicas de los suelos presentes en la ruta de Sitajara, fue necesario realizar cinco exploraciones diferentes. En todas y cada una de ellas, se comprobará que los tipos de suelo eran satisfactorios, dado que el cien por cien de las muestras pudieron pasar por la malla nº 04. Se concluyó, basándose en los datos que se recogieron, que el sesenta por ciento de los suelos que se encontraron en las cinco expediciones se ajustan al tipo SP, el veinte por ciento se categorizan como tipo SC, y otro veinte por ciento se clasifican como tipo SW. Es importante señalar que cada una de estas investigaciones se llevó a cabo a una profundidad de 1,50 metros dentro del agua.

De igual manera se realizaron los estudios de contenido de humedad de las 5 exploraciones las cuales oscilan entre 14.23% hasta los 26.58%, en la exploración 1 tenemos un contenido de humedad de 15.26%, en la exploración 2 tenemos un contenido de humedad de 26.25%, en la exploración 3 tenemos un contenido de humedad de 15.25%, en la exploración 4 tenemos un contenido de humedad de



14.23%, y finalmente en la exploración 5 tenemos un contenido de humedad de 26.58%.

También se hallaron los límites de Atterberg de las 5 exploraciones. Tanto los porcentajes de límites líquido, límites plásticos e índices de plasticidad.

En la exploración 1 se identificó un porcentaje de límite líquido de 45.40%, un porcentaje de límite plástico de 24.42% y un porcentaje de índice de plasticidad de 20.98%.

En la exploración 2 se identificó un porcentaje de límite líquido de 56.87%, un porcentaje de límite plástico de 21.96% y un porcentaje de índice de plasticidad de 34.91%.

En la exploración 3 se identificó un porcentaje de límite líquido de 33.41%, un porcentaje de límite plástico de 20.83% y un porcentaje de índice de plasticidad de 12.59%.

En la exploración 4 se identificó un porcentaje de límite líquido de 45.52%, un porcentaje de límite plástico de 24.46% y un porcentaje de índice de plasticidad de 21.06%.

En la exploración 5 se identificó un porcentaje de límite líquido de 40.15%, un porcentaje de límite plástico de 21.98% y un porcentaje de índice de plasticidad de 18.11%.

- **En lo referente al mejoramiento de la vía vecinal Sitajara en los distritos de Sitajara provincia de Tarata, departamento de Tacna.**

Para ello, es necesario comparar los distintos resultados obtenidos a partir del número de exploraciones realizadas, que es igual a cinco. Al realizar las pruebas pertinentes para medir el peso compactado, el peso suelto y el CBR, es vital determinar la capacidad portante en cada uno de los puntos de exploración. Esto se puede conseguir realizando las pruebas correspondientes. Cabe mencionar que todas las exploraciones se realizaron a una profundidad de 1,50 metros.

Se realizó el ensayo de relación de soporte California (CBR) en las cinco calicatas: en la calicata 1, el CBR al 100% de MDS fue de 26.29% y al 95% de MDS de 16.12%; en la calicata 2, el CBR al 100% de MDS alcanzó 26.31% y al 95% de MDS fue de 16.26%; en la calicata 3, el CBR al 100% de MDS fue de 26.18% y al 95% de MDS de 16.34%; en la calicata 4, los valores de CBR al 100% y 95% de MDS fueron 26.25% y 16.41%, respectivamente; y en la calicata 5, se obtuvo un CBR al 100% de MDS de 26.09% y al 95% de MDS de 16.31%.

- **Diseño vial de la vía Sitajara de la provincia de Tarata, departamento de Tacna.**

Ante todo, es de suma importancia conocer el análisis del tráfico existente mediante diversos estudios. Esto nos permitirá determinar los principales requisitos que deben cumplirse para crear carreteras sin asfaltar.

Se pudo apreciar que en el distrito de Sitajara en la ruta TA-556 de coordenadas este: 379298 m, norte 8078209 m, es nuestra ubicación de estaciones de aforo de la zona de exploración.

A continuación, es esencial identificar la estación de aforo para determinar el tráfico actual utilizando el IMDA, al que luego se aplicaron factores de corrección estacional. El distrito de Sitajara, más concretamente la carretera de Sitajara, fue el lugar donde se obtuvo un IMDA de 146 vehículos diarios. Las coordenadas de este lugar son este 379298 metros y norte 8078209, respectivamente.

Por último, para prever el tráfico futuro, es importante elegir el emplazamiento de la estación de aforo. Para ello se aplican tasas de crecimiento al tráfico típico, además del tráfico creado (15%), teniendo en cuenta un horizonte temporal de diez años.

A lo largo del horizonte del proyecto, que abarca desde el año 0 hasta el año 11, se observa la evolución del Índice Medio Diario Anual (IMDA) en la vía de estudio. En el año inicial, el IMDA se sitúa en 146 veh/día, incrementándose gradualmente a 149 en el primer año y 176 en el segundo. El tercer año muestra un IMDA de 179, que se mantiene constante hasta el cuarto año. A partir de aquí, continúa el aumento



progresivo: 183 para el quinto año, 187 en el sexto, 190 en el séptimo, y 193 en el octavo. Para el noveno año, el IMDA alcanza 196 veh/día, llegando a 201 en el décimo y alcanzando finalmente 203 veh/día en el undécimo año. Estos valores proyectados reflejan el incremento estimado de tráfico en función de las condiciones de la vía y el crecimiento del área.



CONCLUSIONES

Primera, las propiedades físicas que presentan solo suelos de la vía vecinal tanto como la granulometría, contenido de humedad, límites líquido, límite plástico, e índices de plasticidad son óptimos rehabilitaciones de la vía vecinal en cuanto sufra deterioro.

Segunda, para el mejoramiento de la vía vecinal Sitajara debemos considerar tomar más puntos de exploración para tener mejor referencia de la zona consideramos que se mantendrá los porcentajes de MDS al 100% entre 26.00% hasta 17.00% y los MDS a 95% oscilarán entre 16.00% hasta 17.00%. considerando el MDS al 100% el CBR de la vía vecinal Sitajara es aceptable

Tercera, Los diseños a considerar para la aplicación en la construcción. De vías no pavimentadas en Sitajara, deben ir con un buen estudio de tráfico que sea aplicado en más tramos de vía, también considerar más valores en años para ver el aforo, para IMDA de la actualidad en lo posterior.



RECOMENDACIONES

Primera, se recomienda ampliar en campo de exploración para tener más informes de las zonas exploradas por lo menos unas 20 exploraciones.

Segunda, se pueda contar con más estudios de que ya no sean solo de CBR , sino también tener datos de ensayos de DPL, SPT y/o corte directo para tener más información de otras vías a considerar su mejoramiento.

Tercera, para futuros diseños que se pueden considerar rehabilitar debemos de tener más información de otras vías vecinales y hacer una comparación en cuanto varia sus IMDA de cada vía vecinal explorada y/o vías vecinales ya rehabilitadas.



REFERENCIAS

- Agramonte, M. y Calsin, H. (2018). Análisis del comportamiento físico y mecánico de base y sub base estabilizadas con de emulsión asfálticas - canteras Taparachi e Isla de la ciudad de Juliaca, Perú: UANCV
- Bañón Blázquez, L. y Beviá García, J. (2010). Manual de Carreteras Tomo II. Madrid, España.
- .Braja M. Das. (2021). "Fundamentos De Ingeniería Geotécnica". California State University, Sacramento
- Becerrit Díaz, Z. (2018). Conceptos Básicos de Pavimentos. Caracas: Venezuela
- Braja M. Das . (2015). "Advenced Soil Mechanics", Washignton, New York, 2015
- Bonett Solano, G. (2017). Guia de Procesos Constructivos de Una Vía en Pavimento. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Bustamante Chacón & Alva H. J. E.(2015). "Características Geotécnicas Del Suelo De Iquitos". Perú.
- Chang Chang, L. (2019). California Bearing Ratio. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú: (CISMID).
- Congreso Nacional De Ingeniería Estructural Y Construcción. (2019). "Capítulo I, Mecánica De Suelos Aplicada A Cimentaciones". Lima.
- Crespo Villalaz, C. (2018). Mecánica de suelos y Cimentaciones. México: Editorial Limusa, 5° edición.



Das, B. M. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. México, D.F.: CENGAGE Learning.

EG-2013. (2018). Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Gonzales De Vallejo, Luis I., Ferrer Mercedes, Ortuño Luis, Oteo Carlos. (2022). "Ingeniería Geológica". Madrid.

Escobar Araujo, C. (2019), Producción de agregados reciclados para la construcción. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Indeci. (2020). "Estudio De Mapa De Peligros De La Ciudad De Candarave". Tacna, febrero.

Juárez Badiilo, (2018). Mecánica de Suelos Tomo I (Fundamentos de las mecánicas de suelos). México: Editorial Limusa,

Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Sánchez Blanco, V. y Del Val, M. Á. (2014). Ingeniería de carreteras. Madrid, España: Concepción Fernández Madrid.

Lambe T.W. Y Whitman R.V. (2021). "Mecánica De Suelos", John Wiley. New York.

MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (2016). Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC.

Meza A., Pablo R. (2018). "Consideraciones Geotécnicas Con Fines De Cimentación". Tesis Para Optar Título Profesional De Ingeniero Geólogo. Universidad Nacional San Agustín. Arequipa

Minaya S. & Ordoñez A. (2016). "Anexo E-Exploraciones De Campo Y Ensayos In Situ", Segunda Edición. Lima.



Menéndez Acurio, J. R. (2018). Ingeniería de Pavimentos (Materiales y Variables de Diseño). Lima: ICG.

Ministerio De Transportes Y Vivienda. (2019). "Manual De Ensayo De Laboratorio Em 2000 Volumen I Y li". Lima – Perú.

Yaghoubi, M. y Sanjay, S. (2019). A Universal Gradation For Highway Pavement Base. International Journal of Geotechnical Engineering, At: 09-37

Vara Horna, A. (2018). 7 Pasos para una tesis exitosa. Lima, Perú: Universidad de San Martín de Porras.



ANEXOS



Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo realizar la evaluación técnica y diseño de carreteras para el mejoramiento de vías vecinales no pavimentadas, vía Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Realizar la evaluación técnica de la vía vecinal no pavimentada Sitajara de la provincia de Tarata del departamento de Tacna y propuesta de mejoramiento vial.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La evaluación técnica de la vía vecinal no pavimentada Sitajara de la provincia de Tarata del departamento de Tacna y propuesta de mejoramiento vial sobre los factores de diseño es la capacidad de soporte de estos son elementos constructivos y externos</p>	<p>Variable Independiente Caracterización del suelo</p> <p>Dimensiones: Propiedades físicas Propiedades mecánicas.</p> <p>Indicadores: Estructura, límites, granulometría, porcentaje de humedad, CBR, capacidad admisible</p>	<p><i>libreta de apuntes, cámara fotográfica y planos Equipos de laboratorio de Suelos (Cuchara de Casagrande, Tamices, Balanza, Horno Eléctrico), libreta de apuntes, cámara fotográfica.</i></p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Qué propiedades físicas y mecánicas presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara en los distritos de Sitajara en la provincia de Tarata, departamento de Tacna?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las propiedades físicas presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata-departamento de Tacna.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas presentan los suelos de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara en la provincia de Tarata-departamento de Tacna son la textura, estructura, consistencia, cohesión, plasticidad, color y capacidad portante son similares, con diferencias en menor proporción en algunas zonas.</p>	<p>Variable Dependiente Mejoramiento vial</p> <p>Dimensiones: Características geotécnicas.</p> <p>Indicadores: Mejora de CBR Mejoramiento vial por su estratigrafía</p>	<p><i>Equipos de laboratorio de Suelos.</i></p> <p><i>Formatos Excel, software</i></p>
<p>¿Cómo realizar el mejoramiento de la vía vecinal Sitajara, en los distritos de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna?</p> <p>¿Qué diseños considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizarán en la vía Sitajara de la provincia de Tarata, departamento de Tacna?</p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas para el mejoramiento de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara provincia de Tarata, departamento de Tacna.</p> <p>Analizar los diseños considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizarán en la vía Satinara, distrito de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna.</p>	<p>El plan de mejoramiento de la vía vecinal Sitajara, distrito de Sitajara provincia de Tarata, departamento de Tacna se establecerá en base a la norma EG.2013 Manual de diseño de pavimentos).</p> <p>Los diseños considerar para la aplicación en la construcción de vías no pavimentadas que se realizarán en la vía Sitajara, distrito de Sitajara, provincia de Tarata, departamento de Tacna serán la capacidad de soporte CBR, y DPL</p>	<p>Variable Evaluación Vías no pavimentadas</p> <p>Dimensiones: Capacidad del suelo</p> <p>Indicadores: CBR DPL</p>	<p><i>Equipos de laboratorio de suelos</i></p>



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



PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL

SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

UBICACIÓN : PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 01

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	326.23
SUELO SECO + TARRO	gr	280.26
PESO DEL TARRO	gr	50.00
PESO DEL AGUA	gr	45.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	230.26
HUMEDAD %	%	15.26

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
		1	2	3	A	B
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	25.56	29.21	30.12	8.54	9.25
SUELO SECO + TARRO	gr	24.56	26.52	27.25	8.12	8.25
PESO DEL TARRO	gr	21.00	21.00	21.00	4.12	4.12
PESO DEL AGUA	gr	1.00	2.69	2.87	0.42	1.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	3.56	5.52	6.25	4.00	4.13
HUMEDAD %	%	28.09	48.73	45.92	10.50	24.21
N° DE GOLPES		29	19	11		

LIMITE LIQUIDO : 45.40 **LIMITE PLASTICO** : 24.42

INDICE PLASTICO : 20.98

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERERES VELASQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATURA
 JULIACA - PERU
 Mgr. Arnaldo Yana Torres
 CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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 ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN

SOLICITANTE: BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

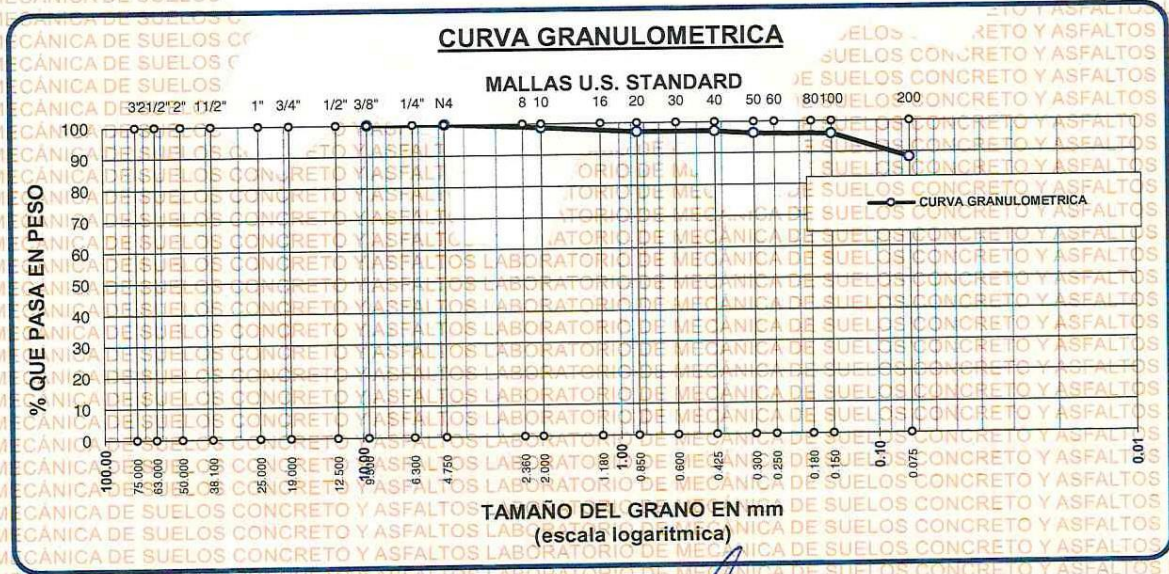
UBICACIÓN: PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: MUESTRA 01

FECHA: 01 DE JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.L.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 691.10
2"	50.000						P.P.= 1808.90
1 1/2"	38.100						%W = 15.26
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 45.40
1/2"	12.500						L.P.= 24.42
3/8"	9.500	100.00	4.00	4.00	100.00		I.P.= 20.98
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	99.30	3.97	7.97	100.00		D10= ---- Cu= ----
No8	2.360						D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	99.10	3.96	11.94	98.73		
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	99.00	3.96	15.90	96.23		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; CL
No40	0.425	98.00	3.92	19.82	97.14		ASSTHO
No 50	0.300	98.70	3.95	23.76	96.25		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	98.00	3.92	27.68	95.95		
No200	0.075	98.60	3.94	31.63	88.27		
BASE		1808.90	72.36	103.98	0.0		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		72.36					



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - C.A. INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA

Mg. Armando Yana Torres
 C.I. 1030357



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



PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITA AJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN

SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

UBICACIÓN : PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 2

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	355.49
SUELO SECO + TARRO	gr	314.00
PESO DEL TARRO	gr	51.72
PESO DEL AGUA	gr	41.49
PESO DEL SUELO SECO	gr	262.28
HUMEDAD %	%	26.25

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		4	5	6	C	D	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	48.52	49.30	49.25	12.84	12.00	
SUELO SECO + TARRO	gr	43.23	43.79	43.79	11.65	11.79	
PESO DEL TARRO	gr	30.00	30.00	30.00	6.35	6.35	
PESO DEL AGUA	gr	5.29	5.51	5.46	1.19	0.21	
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.23	13.79	13.79	5.30	5.44	
HUMEDAD %	%	39.98	39.96	39.59	22.45	3.86	
N° DE GOLPES		27	20	14			
LIMITE LIQUIDO		56.87			LIMITE PLASTICO		21.96
INDICE PLASTICO		34.91					

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FICP - CIVIL INGENIERIA CIVIL
 JEFATURA
 Ing. Arnaldo Yana Torres
 D.P. 1003252



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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 ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO: EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITA JATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN

SOLICITANTE: BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

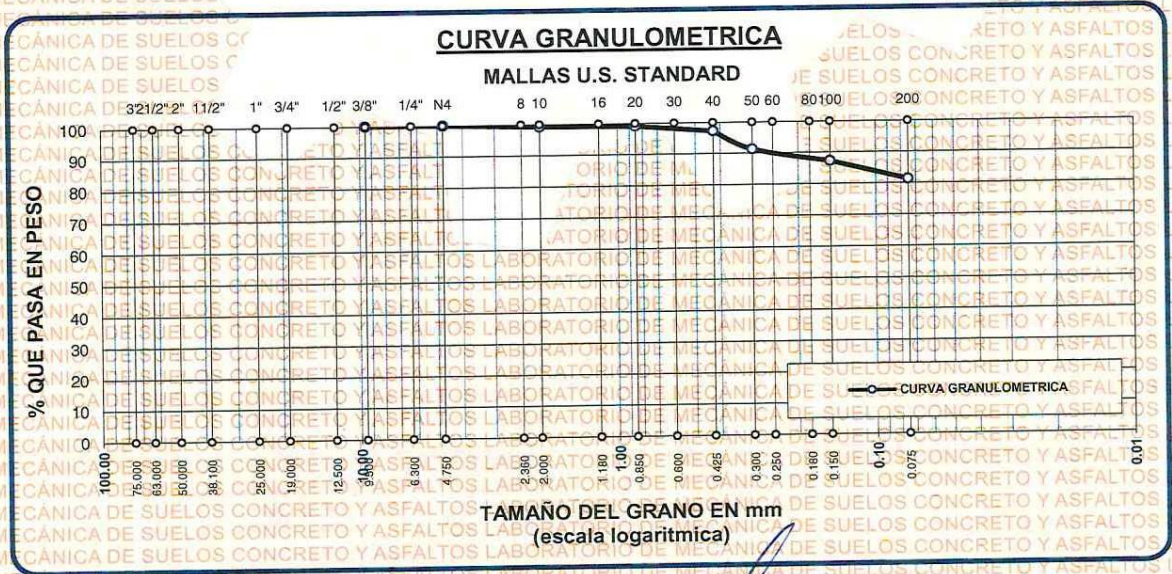
UBICACIÓN: PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA: MUESTRA 2

FECHA: 01 DE JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 690.92
2"	50.000						P.P.= 1809.08
1 1/2"	38.100						% w = 26.25
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 56.87
1/2"	12.500						L.P.= 21.96
3/8"	9.500	100.00	4.00	4.00	100.00		I.P.= 34.91
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	99.96	4.00	8.00	100.00		D10= --- Cu= ---
No8	2.360		*				D30= --- Cc= ---
No10	2.000	99.62	3.98	11.98	99.26		D60= ---
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	99.54	3.98	15.96	99.12		I.G. =
No30	0.600						SUSCS ; CL
No40	0.425	99.01	3.96	19.93	97.25		ASSTHO ;
No50	0.300	98.62	3.94	23.87	91.26		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	97.64	3.91	27.78	87.25		
No200	0.075	96.53	3.86	31.64	81.28		
BASE		1809.08	72.36	104.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FICP - AP. INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 JULIACA, 2024
 Mg. Arnaldo Yana Torres



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



PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN

SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

UBICACION : PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 3

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	443.26
SUELO SECO + TARRO	gr	381.30
PESO DEL TARRO	gr	50.00
PESO DEL AGUA	gr	61.96
PESO DEL SUELO SECO	gr	331.30
HUMEDAD %	%	15.26

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

TARRO N°		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		7	8	9	E	F	
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	69.66	82.51	69.61	10.21	10.25	
SUELO SECO + TARRO	gr	62.12	73.23	62.23	9.21	9.22	
PESO DEL TARRO	gr	44.00	44.00	44.00	4.00	4.00	
PESO DEL AGUA	gr	7.54	9.28	7.38	1.00	1.03	
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.12	29.23	18.23	5.21	5.22	
HUMEDAD %	%	41.61	31.75	40.48	19.19	19.73	
N° DE GOLPES		35	28	15			
LIMITE LIQUIDO		33.41			LIMITE PLASTICO		20.93

INDICE PLASTICO : 12.48

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

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 EICP - CAR. INGENIERIA CIVIL
 M. Sc. Arnaldo Yana Torres
 E.P. 103297





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 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 CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN

SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

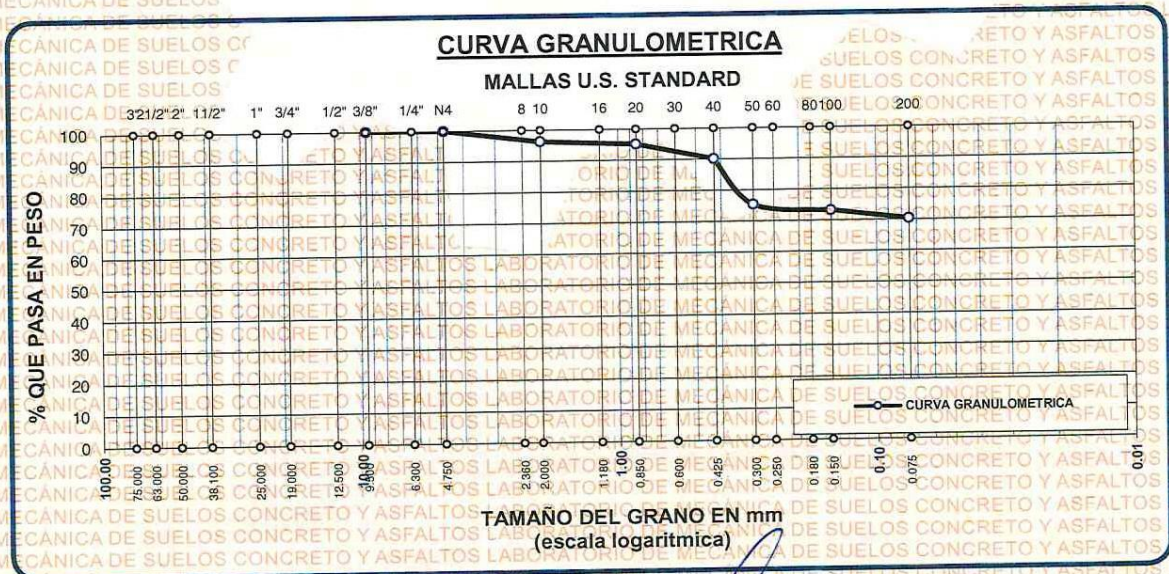
UBICACIÓN : PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 3

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.000						P.L.= 2500.00
2"	50.000						P.L.= 688.96
1 1/2"	38.100						P.P.= 1811.04
1"	25.000						% w = 15.26
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 33.41
3/8"	9.500	100.00	4.00	4.00	100.00		L.P.= 20.93
1/4"	6.300						I.P.= 12.48
No4	4.750	99.92	4.00	8.00	100.00		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= ---- Cu= ----
No10	2.000	99.74	3.99	11.99	96.26		D30= ---- Cc= ----
No16	1.180						D60= ----
No20	0.850	99.45	3.98	15.96	95.14		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	99.03	3.96	19.93	90.15		SUSCS ; CL
No 50	0.300	98.78	3.95	23.88	75.26		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	96.06	3.84	27.72	73.18		
No200	0.075	95.98	3.84	31.56	70.28		
BASE		1811.04	72.44	104.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA							



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 LABORATORIO M.S.C.A. TACNA
 Mgr. Aníbal Yana Torres
 CIP: 103257

RIE- B018 - 00089287



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



PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN
SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON
UBICACIÓN : PROVINCIA DE SAN ROMAN
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : MUESTRA 4
FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

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

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	443.16
SUELO SECO + TARRO	gr	382.26
PESO DEL TARRO	gr	50.19
PESO DEL AGUA	gr	60.90
PESO DEL SUELO SECO	gr	332.07
HUMEDAD %	%	14.23

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

TARRO N°	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	10	11	12	G	H
SUELO HUMEDO + TARRO	27.37	29.44	27.58	8.70	8.51
SUELO SECO + TARRO	25.85	27.28	25.88	7.93	7.75
PESO DEL TARRO	21.94	21.89	21.85	4.23	4.22
PESO DEL AGUA	1.52	2.16	1.70	0.77	0.76
PESO DEL SUELO SECO	3.91	5.39	4.03	3.70	3.53
HUMEDAD %	38.87	40.07	42.18	20.81	21.53
N° DE GOLPES	35	28	15		
LIMITE LIQUIDO	45.52	LIMITE PLASTICO	24.46		

INDICE PLASTICO : 21.06

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAYMA INGENIERIA CIVIL
M.S.C.A. JEFE TITULAR
Mgtr. Arnaldo Yana Torres



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

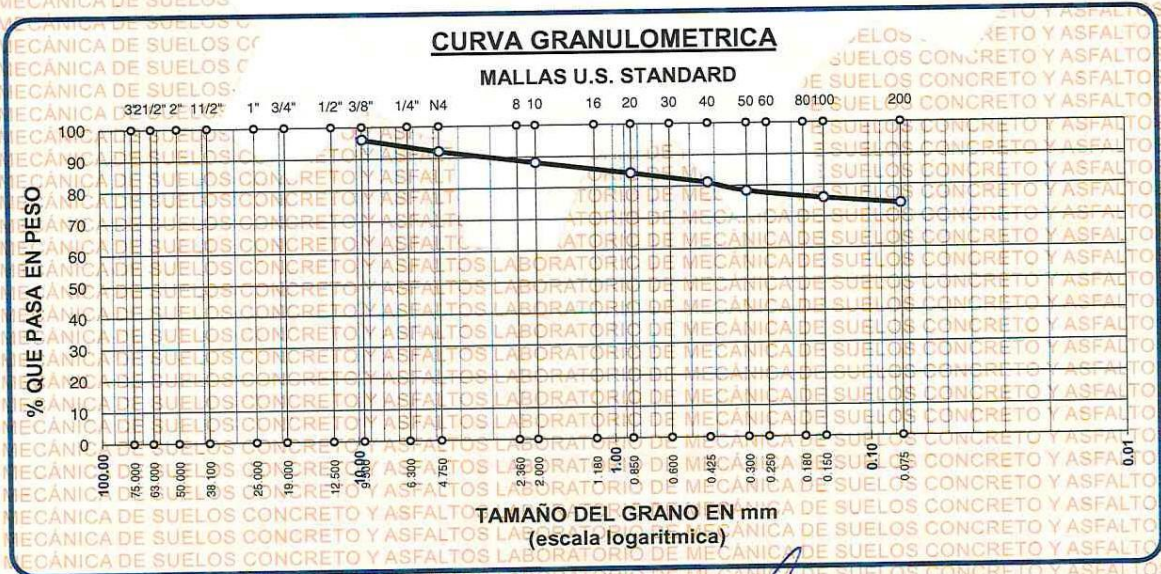


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

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

PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN
SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON
UBICACIÓN : PROVINCIA DE SAN ROMAN
LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
MUESTRA : MUESTRA 4
FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMANO MAXIMO:
3"	75.000						DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
2 1/2"	63.000						P.I.= 2500.00
2"	50.000						P.L.= 547.49
1 1/2"	38.100						P.P.= 1952.51
1"	25.000						% w = 14.23
3/4"	19.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.500						L.L.= 45.52
3/8"	9.500	100.00	4.00	4.00	96.00		L.P.= 24.46
1/4"	6.300						I.P.= 21.06
No4	4.750	99.76	3.99	7.99	92.01		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.360						D10= ---- Cu= ----
No10	2.000	96.54	3.86	11.85	88.15		D30= ---- Cc= ----
No16	1.180						D60= ----
No20	0.850	93.15	3.73	15.58	84.42		CLASIFICACION:
No30	0.600						I.G. =
No40	0.425	80.64	3.23	18.80	81.20		SUSCS : SC
No 50	0.300	70.61	2.82	21.63	78.37		ASSTHO :
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.150	61.67	2.47	24.09	75.91		
No200	0.075	45.12	1.80	25.90	74.10		
BASE		1952.51	78.10	104.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA		78.10	3.12				



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Mtr. Amado Irag Torres
CIP 103217



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CERDA VELASQUEZ"
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 CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : EVALUACION TECNICA DE LA VIA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJATA DE LA PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO VIAL DE UNOCOLLA DE LA PROVINCIA DE SAN ROMAN

SOLICITANTE : BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON

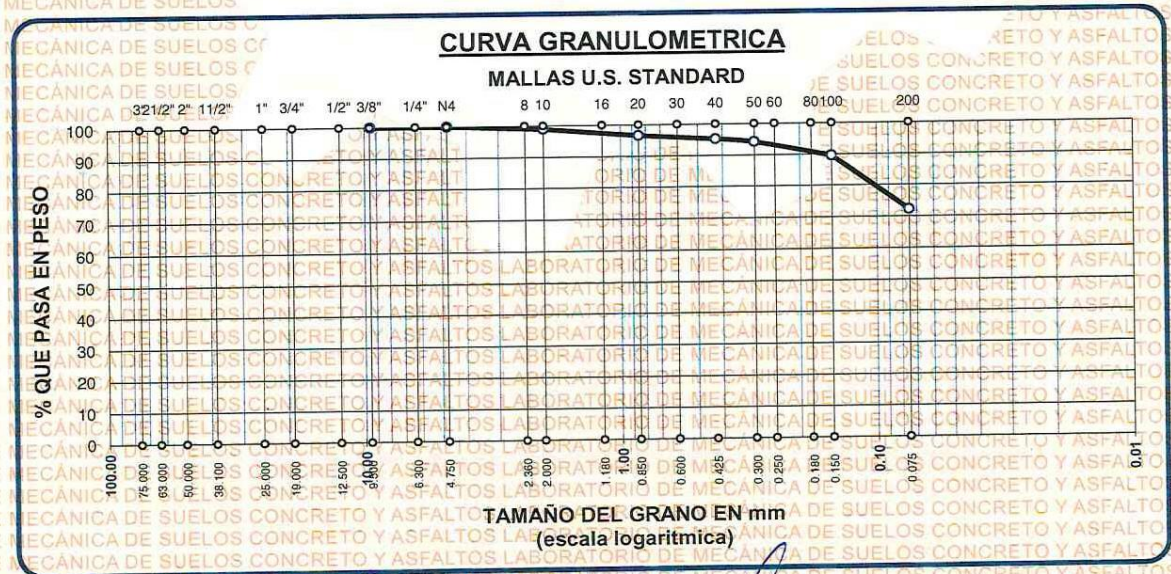
UBICACION : PROVINCIA DE SAN ROMAN

LUGAR : LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

MUESTRA : MUESTRA 5

FECHA : 01 DE JULIO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P.I.= 2500.00
2 1/2"	63.000						P.L.= 212.84
2"	50.000						P.P.= 2287.16
1 1/2"	38.100						% w = 26.58
1"	25.000						LIMITES DE CONSISTENCIA:
3/4"	19.000						L.L.= 40.15
1/2"	12.500						L.P.= 21.98
3/8"	9.500	11.26	0.45	0.45	100.00		I.P.= 18.17
1/4"	6.300						CARACT. GRANULOMETRICAS:
No4	4.750	21.26	0.85	1.30	100.00		D10= ---- Cu= ----
No8	2.360						D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	42.26	1.69	2.99	98.92		D60= ----
No16	1.180						CLASIFICACION:
No20	0.850	22.26	0.89	3.88	96.58		I.G. =
No30	0.600						SUSCS : SC
No40	0.425	45.28	1.81	5.69	95.23		ASSTHO :
No 50	0.300				94.14		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.150	25.26	1.01	6.70	89.54		
No200	0.075	45.26	1.81	8.51	72.25		
BASE		2287.16	91.49	100.00	0.00		
TOTAL		2500.00	100.00				
% PERDIDA							



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

BIE: B018 - 00089287



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 04-11-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: BENJAMIN JAVIER ALARCON ARAGON
Dirección: Jr. GONZALES PRADA 409
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 02427401
Teléfono: 987 239 843 email: bjaa846@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: ESCUELA DE POSGRADO
Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES
Título o Grado Académico a optar: MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL
Asesor: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA VÍA VECINAL NO PAVIMENTADA SITAJARA DE LA
PROVINCIA DE TARATA DEL DEPARTAMENTO DE TACNA Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
VIAL

Palabras claves, (3 a 5 términos): EMS, ESTUDIO DE TRÁNSITO, EVALUACIÓN, MANUAL DE CARRETERA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{DG-2018} 1, 2?
1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50


Firma de Autor



huella digital

09-11-2024

Fecha