



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL -
LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA –
AREQUIPA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JHOEL BERTHY MIRANDA VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2024



JHOEL BERTHY MIRANDA VILCA

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - A

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:414255555

Fecha de entrega

9 dic 2024, 11:01 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 dic 2024, 11:07 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Miranda_Vilca_Jhoel_Berthy.docx

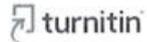
Tamaño de archivo

30.0 MB

171 Páginas

12,581 Palabras

68,004 Caracteres



14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 13% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Texto oculto**
10 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dra. Sofia Benavente Fernandez
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS MEDIOAMBIENTALES





DEDICATORIA

A Dios por ser mi constante guía durante todos los días de mi vida.

A mis padres, Rene miranda y Sebastiana Vilca (+). Quiero agradecer a mi Padre, gracias por todo el esfuerzo que me diste a lo largo de mi formación personal y profesional.

Mama, por ser mi motivación espiritual en todo momento.

A mis queridos hermanos Fiorela y Hian por su cariño, apoyo y tolerancia en este camino de mi formación profesional para poder alcanzar el logro de mis objetivos, ya que fueron determinantes y muy especiales las fuerzas de aliento.

Gracias a mis tíos Valentin, Elizabeth, Rafael, Doris e Hilda por su gran apoyo motivacional en el desarrollo de mi formación moral y profesional.

A mis amigos, Edith S. Ramos Cárdenas, Deysi A. García y Uber Quispe Vilcazan, a los cuales agradezco sinceramente a todos los que han estado conmigo en los momentos difíciles y felices, en el que me han brindado su amistad, lo que me ha ayudado a elevar mi autoestima para poder continuar luchando y trabajando en los momentos más importantes y críticos por lo que he pasado.

Jhoel Berthy Miranda



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por ser mi constante guía y apoyo en cada etapa de mi vida. Su presencia ha iluminado mi camino y me ha dado la fuerza necesaria para superar las dificultades.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, por brindarme sabias enseñanzas mientras era estudiante.

A mi asesor, Dr. Sofía Lurdes Benavente Fernández, le agradezco por su disponibilidad desde el primer momento, por su amabilidad y compromiso en la realización de esta investigación. Su orientación ha sido fundamental en este proceso.

A mis jurados, M.Sc. Valentín Elías Fernández Valdivia, Ing. Ronald Quisa Vilca y Dr. Dani Evangelina Alave Chata, por su valiosa contribución y tiempo dedicado a la culminación de esta investigación.

Finalmente, mi gratitud a todas las personas que me apoyaron y compartieron sus conocimientos e información a lo largo de este proceso. Su motivación y apoyo han sido muy importantes.

Jhoel Berthy Miranda



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	16
ABSTRACT.....	17
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1 Problema General	19
1.2.2 Problemas Específicos	19
1.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	20
1.3.1 Hipótesis General	20
1.3.2 Hipótesis Específicos	20
1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.4.1 Objetivo General	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1	Antecedentes Internacional	23
2.1.2	Antecedentes Nacionales	24
2.1.3	Antecedentes Locales	26
2.2	BASES TEÓRICAS	29
2.2.1	Pavimento.....	29
2.2.2	Base granular.....	30
2.2.2.1	Material para la base	30
2.2.3	Sub base Granular	32
2.2.3.1	El material para la sub base.....	33
2.2.4	Sub rasante	33
2.2.5	Terreno de fundación	34
2.2.6	Ensayos de laboratorio	35
2.2.6.1	Contenido de humedad.....	35
2.2.6.2	Análisis granulométrico	35
2.2.6.3	Límites de consistencia	36
2.2.6.4	Proctor modificado.....	38
2.2.6.5	Relación de soporte de california ratio CBR.	39
2.2.7	Clasificación de los suelos	40
2.2.7.1	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.....	40
2.2.7.2	Clasificación de suelos AASHTO.....	42
2.2.8	Estudio de canteras.....	43
2.2.8.1	Ensayos de laboratorio	43



2.3	MARCO CONCEPTUAL	45
2.3.1	Carretera.....	45
2.3.2	Control de calidad	45
2.3.3	Mecánica de suelos:	46
2.3.4	Calicata.....	46
2.3.5	Densidad de campo	46
2.3.6	Método cono de arena	46

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.2	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	47
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.4	LAS ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.4.1	Recopilación y revisión de información bibliográfica	47
3.4.2	La etapa de campo.....	48
3.4.2.1	Ensayos de laboratorio	48
3.4.2.2	Clasificación de los suelos	48
3.4.2.3	Estudio de canteras.....	48
3.4.3	Trabajo de gabinete.	49

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1	GENERALIDADES.....	50
4.1.1	Ubicación	50
4.1.2	Accesibilidad.....	50
4.2	CLIMA Y TEMPERATURA.....	51



4.3	PRECIPITACIÓN	52
4.4	HUMEDAD RELATIVA	52
4.5	GEOLOGÍA REGIONAL.....	52
4.5.1	Grupo Barroso	53
4.5.2	Cenozoico.....	53
4.5.2.1	Grupo Tacaza (Pn-Ta):.....	53
4.5.3	Mesozoico	54
4.5.3.1	Grupo Yura	54
4.5.4	Cuaternario	54

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1	GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	57
5.1.1	Unidades litológicas	57
5.1.1.1	Deposito aluvial (Qh-al).....	57
5.1.1.2	Grupo Barroso.....	57
5.1.1.3	Complejo Volcánico Misme (Np-cvm/a).....	58
5.1.1.4	Grupo Tacaza (Pn-ta).....	59
5.1.1.5	Formación Hualhuani (Ki-hu).....	59
5.1.1.6	Formación Labra (Js-la).....	59
5.1.2	Unidades geomorfológicas.....	61
5.1.2.1	Abanico Aluvial (Al)	61
5.1.2.2	Colina (Co).....	61
5.1.2.3	Loma (Lo)	61
5.1.2.4	Montaña (Mo)	61
5.1.2.5	Terraza (Te).....	62



5.2	EVALUACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACIÓN	65
5.2.1	Características físicas del terreno de fundación	66
5.2.1.1	Contenido de humedad.....	66
5.2.1.2	Límites de consistencia	67
5.2.2	Características mecánicas del suelo de fundación.....	68
5.2.2.1	Relación Soporte California (C.B.R.)	69
5.2.3	Clasificación de los suelos del terreno de fundación	70
5.3	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CANTERAS.....	71
5.3.1	Descripción de las canteras	71
5.3.1.1	Cantera - Chilinpampa	71
5.3.1.2	Cantera - Tinigua	72
5.3.1.3	Diseño del suelo para base granular.....	73
5.3.2	Control de calidad de la estructura granular.....	74
5.3.2.1	Cumplimiento de la estructura granular.....	74
5.3.2.2	La compactación	75
VI.	CONCLUSIONES.....	76
VII.	RECOMENDACIONES	78
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXO	.....	82

Tema: Ingeniería Geotecnia.

Área: Geología y Geotecnia de carreteras.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 12 de diciembre 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Granulometría para la base granular	31
Tabla 2 Agregado grueso	31
Tabla 3 Agregado fino	32
Tabla 4 Requisitos granulométricos para la subbase granular	33
Tabla 5 Requisitos especiales material de subbase granular.....	33
Tabla 6 Categoría de sub rasante	34
Tabla 7 Clasificación de suelos según tamaño de las partículas.....	36
Tabla 8 Clasificación de suelos según el índice de plasticidad.....	38
Tabla 9 Clasificación de suelos para la infraestructura del Pavimentos	40
Tabla 10 Sistema unitario de clasificación de suelos SUCS.....	41
Tabla 11 Los tipos de prefijo y sufijo de los suelos.....	42
Tabla 12 Correlación de tipos de suelos AASHTO – SUCS.	42
Tabla 13 Clasificación de los suelos – método AASHTO.....	43
Tabla 14 Ensayos estándar para material subbase y base	44
Tabla 15 Ensayos para material subbase.....	44
Tabla 16 Ensayos para material base	45
Tabla 17 El tramo de vía de Puno – Madrigal	50
Tabla 18 Columna estratigráfica.	55
Tabla 19 Características de las calicatas carretera Madrigal - Lari	65
Tabla 20 Ubicación de las calicatas y las respectivas muestras.....	65
Tabla 21 Características físicas	66
Tabla 22 Contenido de humedad del tramo	66
Tabla 23 Ensayo de límite de consistencia del tramo	68



Tabla 24	Características mecánicas del terreno de fundación	68
Tabla 25	Resumen de CBR tramo Madrigal - Lari	69
Tabla 26	Clasificación de AASHTO y UCS del terreno de fundación.....	70
Tabla 27	Resultado obtenido de la cantera Tinigua - subbase	73
Tabla 28	Resumen de los ensayos de las canteras Chilinpampa – Tinigua (Base).....	74
Tabla 29	Resumen de los ensayos de las canteras Chilinpampa – Tinigua (base)	74



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estructura del pavimento flexible.....	30
Figura 2 Dimensiones del aparato de límite líquido	37
Figura 3 Índice de plasticidad	38
Figura 4 Curva de compactación de suelos.....	39
Figura 5 Carta de plasticidad	41
Figura 6 Mapa de Ubicación de la zona de estudio	51
Figura 7 Temperaturas del aire y la precipitación provincia de Caylloma.....	52
Figura 8 Mapa geológico Regional.....	56
Figura 9 Mapa geológico local de la zona de estudio Madrigal – Lari.....	60
Figura 10 Mapa geomorfológico local de la zona de estudio Madrigal - Lari.....	63
Figura 11 Mapa de pendiente de la zona de estudio	64
Figura 12 Comportamiento de humedad natural	67



ACRÓNIMOS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	American Society for Testing and Materials
CBR	California Bearing Ratio
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
IMDA	Intensidad Media Diaria Anual
MTC	Ministerio de transportes y comunicaciones
UTM	Universal transversal Mercator
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
WG84	Sistema Geodésico Mundial
IP	Índice de plasticidad
LL	Limite liquido
LP	Limite plástico
GM	Grava limosa
GP	Grava mal graduada
GW	Grava bien graduada
GC	Grava Arcillosa
Km	Kilometro
msnm	Metros Sobre el Nivel del Mar
cm	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
m³	Metro cubico
m	Metro
mm.	Milímetro



M	Muestra
C	Calicata
°C	Centígrados



RESUMEN

La presente investigación se encuentra en el distrito de Madrigal, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. El problema de la investigación identificado es la dificultad de tránsito, debido al mal estado de la trocha carrozable. El objetivo es evaluar las características geológicas-geotécnicas en el tramo 0+000 al 5+600. La metodología es de enfoque cuantitativo, descriptivo y no experimental, y la técnica de investigación de campo se realizó los estudios de las formaciones geológicas que presenta los afloramientos de la geología y geomorfología local de la zona de estudio de rocas sedimentarias de depósitos aluviales que se extiende en el tramo que se encuentran compuestos por gravas y arenas y alrededores rocas volcánicas cenozoicas y mesozoicas con pendientes de suave a muy escarpado. Las características de terreno de fundación se realizó calicatas a cielo abierto profundidad de 1.50 m. donde se tomó muestras representativas se analizó en laboratorio de mecánica de suelos el contenido de humedad que varía 3.20% a 24.40 %, IP 8.0 a 19, CBR (95 %) 2.06 a 25.33, CBR (100%) entre 11.30 a 43.39 y proctor modificado la densidad seca 1.867 a 1.991 gr/m³ su óptimo contenido de humedad 8.30 19.71%. La clasificación de los suelos muestra como resultado AASHTO, A-2-4 (0), A-2-6 (1) y SUCS es SC. La evaluación de las canteras físicas y mecánicas se hace su clasificación AASHTO A-1-a(0) (suelos granulares de grava y arena), SUCS GW (grava bien graduada poco finos), el desgaste de abrasión los Ángeles 25.10%, del material granular cumple con las especificaciones técnicas del MTC, se utiliza como: base, subbase granular, el diseño de cantera Chilinpampa 30% y cantera Tinigua (agregado) 70%, para emplazar la estructura del pavimento luego se realiza el control de calidad cada 250 metros cuadrados del tramo.

Palabras claves: Carretera, Conformación, Evaluación, Geotécnica, suelo.



ABSTRACT

This research is located in the district of Madrigal, province of Caylloma, department of Arequipa. The identified research problem is the difficulty of transit, due to the poor condition of the road. The objective is to evaluate the geological-geotechnical characteristics in the section 0 + 000 to 5 + 600. The methodology is quantitative, descriptive and non-experimental, and the field research technique was carried out the studies of the geological formations that presents the outcrops of the geology and local geomorphology of the study area of sedimentary rocks of alluvial deposits that extends in the section that are composed of gravel and sand and surrounding Cenozoic and Mesozoic volcanic rocks with slopes from gentle to very steep. The characteristics of the foundation ground were made open-air pits depth of 1.50 m. where representative samples were taken, the moisture content was analyzed in the soil mechanics laboratory, varying from 3.20% to 24.40%, IP 8.0 to 19, CBR (95%) 2.06 to 25.33, CBR (100%) between 11.30 and 43.39 and modified proctor dry density 1.867 to 1.991 gr/m³, its optimum moisture content 8.30 to 19.71%. The soil classification results in AASHTO, A-2-4 (0), A-2-6 (1) and SUCS is SC. The evaluation of the physical and mechanical quarries is made by their AASHTO classification A-1-a (0) (granular soils of gravel and sand), SUCS GW (well-graded gravel with few fines), the abrasion wear Los Angeles 25.10%, of the granular material complies with the technical specifications of the MTC, it is used as: base, granular subbase, the design of the Chilinpampa quarry 30% and Tinigua quarry (aggregate) 70%, to locate the pavement structure then quality control is carried out every 250 square meters of the section.

Keywords: Road, Conformation, Evaluation, Geotechnical, Soil.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La evaluación geotécnica es un proceso crucial para el mejoramiento de carreteras de Madrigal – Lari, de este estudio nos muestra la información sobre las características del suelo y los materiales del subsuelo, durabilidad de la infraestructura vial. Lo siguiente es seguir los pasos y características principales de la evaluación geotécnica para el mejoramiento de la carretera:

El planteamiento del problema enfatiza la importancia de realizar una evaluación geotécnica completa antes de comenzar cualquier proyecto de mejora de la carretera Madrigal – Lari. Esto no solo permitirá abordar los desafíos actuales, sino también asegurar una infraestructura más segura y eficiente para el futuro. Se están utilizando ensayos no destructivos para evaluar la estructura del pavimento a través del control de calidad.

Realizar una evaluación geotécnica completa de la carretera Madrigal-Lari tramo 0+000 al 5+890 del distrito de Madrigal, para proporcionar información crucial para garantizar el diseño y la ejecución adecuados de las obras de mejoramiento, asegurando su estabilidad y funcionalidad, con técnicas de mezclado aplicadas en material granular seleccionado.

La necesidad de diseñar y construir una estructura de capa base y subbase para un pavimento que garantice la resistencia, durabilidad y nivelación adecuada. Es fundamental establecer un plan detallado que incluya la compactación adecuada, el drenaje efectivo y la colocación adecuada de materiales para cada capa, teniendo en



cuenta factores como la capacidad de soporte del suelo subyacente, la carga de tráfico prevista y las condiciones climáticas de la zona.

Por lo tanto, para construir una estructura de pavimento eficiente y óptima que cumpla con los requisitos establecidos, es necesario investigar y analizar cuidadosamente todos estos aspectos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Qué características geológicas-geotécnicas presenta el área de estudio de la carretera Madrigal - Lari tramo 0+000 al 5+890 distrito de Madrigal Provincia de Caylloma – Arequipa?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características de la geología local que presenta la carretera Madrigal – Lari?
- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas del terreno de fundación del eje carretera?
- ¿Qué propiedades físico-mecánicas tendrá los materiales de cantera en la conformación de la carretera?



1.3 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis General

Con la evaluación geológica-geotécnica se logrará optimizar el área de estudio de la carretera Madrigal - Lari tramo 0+000 al 5+890 distrito de Madrigal Provincia de Caylloma – Arequipa.

1.3.2 Hipótesis Específicos

Será viable identificar la geología local donde se ejecutará la conformación de la carretera Madrigal – Lari

Es posible determinar las características físico-mecánicas del terreno de fundación de la carretera.

Al determinar las propiedades físico-mecánicas del material de cantera será viable de manera óptima para la conformación de la carretera.

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Evaluar las características geológicas-geotécnicas que presenta el área de estudio en la carretera Madrigal - Lari tramo 0+000 al 5+890 distrito de Madrigal Provincia de Caylloma – Arequipa.

1.4.2 Objetivos Específicos

Determinar la geología local que presenta la zona de estudio que emplaza la carretera Madrigal – Lari.



Determinar las características físico-mecánicas del terreno de fundación de la carretera.

Evaluar las propiedades físico-mecánicas del material de cantera en la conformación de la carretera.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Justificar la evaluación de una carretera implica analizar una serie de beneficios y consideraciones que se derivan de esta infraestructura. Se requiere un análisis de los ensayos de laboratorio como nos indica las especificaciones técnicas que indica MTC y consideraciones que se derivan de la construcción de una carretera Madrigal – Lari del distrito de Madrigal en la Provincia de Caylloma.

La mejora de la infraestructura vial por una variedad de razones, incluida la seguridad, la eficiencia en el transporte, el impulso económico y la mejora social. Para obtener el respaldo de los interesados y asegurar el éxito del proyecto, demostrando los beneficios que este proyecto puede aportar a la comunidad, el entorno económico y la seguridad.

Las propiedades físicas - mecánicas del material granular de las canteras se utilizarán para evaluar su importancia en la construcción de pavimentos. Estas canteras se encuentran en el distrito de Madrigal, provincia de Caylloma, para dar confianza a los constructores. De esta manera, según las normas técnicas establecidas por el MTC, podrán determinar si cumplen con los estándares de calidad del material granular.

Mejora de la conectividad de la carretera de los distritos de Madrigal – Lari, facilitan el desplazamiento de personas y mercancías, mejoran la accesibilidad a diversas áreas y fomentan el crecimiento económico.



Reducción del tiempo de viaje, una carretera bien construida y mantenida puede reducir significativamente el tiempo de viaje entre dos lugares, lo que beneficia tanto a los conductores como a las empresas que dependen del transporte de mercancías.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes Internacional

García et al., (2021) titulada “Indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba”. El desarrollo socioeconómico de una región requiere de una infraestructura vial que permita a los vehículos circular de forma segura, cómoda y fluida. Esto se garantiza mediante una gestión sistemática de la conservación, pero a menudo depende de la experiencia del técnico y no siempre se le orienta hacia el lugar más eficaz. La gestión de la conservación de la red vial comienza con la aplicación de un proceso de evaluación que permita recomendar medidas de conservación adecuadas. Considerando la cantidad y diversidad de procedimientos y métodos existentes en el mundo y en Cuba, este estudio tiene como objetivo crear lineamientos para la evaluación de la infraestructura vial en Cuba, con el fin de estandarizar los criterios y facilitar la evaluación. Ser capaz de apoyar la labor de los técnicos e ingenieros especializados en la gestión del mantenimiento y recomendar el uso racional de los recursos financieros y físicos necesarios para las actividades anteriores.

Novela, (2017) titulada “Procedimiento para la evaluación geotécnica de las obras viales”. En cumplimiento de la nueva normativa vigente sobre diseño de terraplenes y pavimentos compatibles con las condiciones geológicas y geotécnicas del país, se propone un procedimiento para la realización de estudios



geotécnicos viales. Se realiza un estudio integral sobre los principios que se deben respetar al realizar investigaciones geotécnicas, así como una evaluación de los métodos efectivos y normas establecidas para tal efecto. El enfoque de tres pasos propuesto permite evaluar las condiciones del terreno de la carretera mediante la aplicación de métodos estadísticos y de seguimiento, y desarrollar contramedidas adaptadas a las condiciones de deterioro individuales. Los procesos de levantamiento y diseño de rutas se gestionan de forma lógicamente integrada. Este procedimiento constituye una importante herramienta de gestión para la realización de la evaluación de la rehabilitación de carreteras, puede generalizarse a la práctica de los estudios geológicos, y es utilizado tanto en Cuba como en otros países por los ingenieros civiles responsables de este tipo de estudios geológicos.

Higuera et al., (2008) describen las técnicas para evaluar geotécnicamente los elementos que componen la vía, como la estructura del pavimento y los taludes, así como las fuentes de materiales; estas técnicas son aplicables a carreteras destapadas o con bajos volúmenes de tránsito. Cada metodología se presenta en un diagrama de flujo para que el ingeniero de estudio pueda aplicarla fácilmente y ordenadamente. Las "carreteras desplazadas: evaluación geotécnica y condiciones climático-ambientales" son el resultado de la investigación.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

De La Cruz & Castrejon, (2019) titulada "Evaluación de la carretera que une los Caseríos Cruz Colorada – Cenolen del distrito de Pías – provincia de Pataz – región de La Libertad, propuesta de mejora – 2019". El objetivo de este proyecto fue evaluar el tramo de la carretera, a continuación, haremos sugerencias de mejoras a las personas del área que se beneficiarán. El tipo de proyecto de



investigación desarrollado en CE es exploratorio, de concepto no experimental e incluye la evaluación del camino como variable independiente. La población y muestra para este proyecto es una carretera transitable existente de 4,5 km de largo que conecta los pueblos de Cruz Colorado y Senolén. Las herramientas utilizadas para la recolección de datos fueron guías de observación, fichas técnicas y hojas de recolección de datos validadas por el MTC. Los principales resultados son que según la clasificación AASHTO los materiales tipo A-1-b están completamente identificados, la clasificación SUCS contiene un 60% de materiales SM, seguido de materiales GM en un nivel de 40% y el valor CBR es óptimo. , los límites de Atterberg están dentro de los parámetros permitidos para senderos, la topografía del terreno es montañosa, empinada y desigual, hay defectos geométricos, hay obras de arte parciales o casi inexistentes, técnicas Se creó una propuesta de sistema de diseño para drenaje y desplegados en el área de estudio, y se propuso agregar aditivos estabilizantes para mejorar la capa de desgaste.

Nicolás, (2018) titulada “Evaluación de la infraestructura vial de la Carretera Huellapampa – Anta, distrito de Moro”. Se discutirán teorías relacionadas con temas fundamentales sobre infraestructura vial, diseño geométrico, geometría vertical, geometría horizontal, radio de curvatura, seguridad vial, superficies de drenaje vial, accidentes viales y condiciones de viabilidad. El método utilizado consiste en manipular de forma no experimental las variables explicativas independientes. Se concluyó que la vía se encuentra en mal estado desde el punto de vista geométrico y necesita ser reconstruida, incluyendo la ampliación de obras de arte como badenes. Por esta razón, los estudiantes de doctorado deben estudiar la infraestructura vial de la red nacional del Perú para evaluar el estado actual del sistema de transporte en el Perú.



Huillcaya & Alata, (2017) titulada “Evaluación geotécnica del tramo carretero Langui - Ccolpahuayco del distrito de Langui, provincia de Canas”. La evolución geotécnica en la plataforma se ha realizado mediante evaluación estructural inicial de daño, rugosidad, deflexión, exploración del tajo, para determinar la zona homogénea, tipo de suelo, potencial para soportar presiones y finalmente encontrar una solución que se ejecutará. en cada zona homogénea. El manejo de materiales en préstamo durante las etapas de esparcido y compactación se desarrolló teniendo en cuenta los requisitos mínimos para la construcción de carreteras. También evaluamos los daños a los pavimentos flexibles para determinar la condición estructural y de la superficie y la durabilidad del material. La zona de impacto ambiental de este proyecto consta de dos zonas bien definidas. Una es la Zona de Impacto Directo (AID), que forma una franja de 100 m de ancho a lo largo de la vía (50 m a cada lado de la vía). Áreas necesarias para instalaciones de camping, basureros, canteras, puntos de agua, etc. El otro tiene aproximadamente 1 km de ancho. Ambos lados de la vía corresponden al Área de Impacto Indirecto (AII), donde se afecta o provoca indirectamente el impacto de las mejoras ambientales.

2.1.3 Antecedentes Locales

Lujano, (2021) titulada “Estudio geotécnico para el mejoramiento de la carretera Pomata - Yorohoco (PU 675), provincia de Chucuito – Puno”. Tiene como objetivo general evaluar las características geotécnicas del terreno de fundación y de los materiales de préstamo para el mejoramiento de la carretera. Se cavaron sesenta y ocho calicatas a una profundidad de 0,50 m. Cada 500 metros. Además, también se determinaron las propiedades geomecánicas del terreno y de seis canteras que se pueden aprovechar durante la construcción. Las



muestras se analizan en el laboratorio y se prueban su capacidad de carga (C.B.R) y otras características. Se hacen los siguientes supuestos: El CBR del terreno de fundación varió entre 8% y 26%, lo que indica que el subsuelo estaba en el rango de bueno a bueno. Tipos de arenas mal clasificadas (arenas, arenas francas, arenas arcillosas, arcillas poco compactadas, arcillas, francas arenosas, gravas limosas, gravas arcillosas, clasificación SUCS) con las siguientes características geomecánicas más importantes: SM, SC, CL, ML, GM, GC, CH, OH arcillas orgánicas que deben mejorarse en función de los tipos de suelo mencionados anteriormente. En el diseño del suelo para la formación de subbase y base granular.

Atencio, (2019) titulada “Evaluación geotécnica de la carretera Calacota - Santa Rosa de Huayllata tramo 6+000 al 14+000, distrito de Ilave - el Collao – Puno”. Tuvo como objetivo evaluar las características geotécnicas para la construcción de la carretera Calacota - Santa Rosa de Huayllata. Los estudios de evaluación geotécnica de los tramos viales son principalmente sedimentarios, correspondientes a suelos finos intercalados con granos medios a gruesos, se observan leyes graduadas desde 6+000 hasta 8+500, y la clasificación SUCS se identifica como: Clasificaciones CL, SP, SM, SC, SW, GC y AASHTO: A-7, A-4, A-7, A-3, A -4, A-4, A-3, A -2 – 4. En este tramo se encuentran niveles freáticos desde 1.10 m hasta 1.30 m de profundidad en la capa de suelo existente, determinados como OH, GC, CL, ML según clasificación SUCS, según las progresivas 8+500 a 14+000. Como A-7, A-2-4(0), A-7, A-4, A-4, A-3, grados de valor de capacidad de carga relativa (CBR) según las clasificaciones SM, SP, SW y AASHTO. Por lo tanto, es necesario mejorar este terreno para crear los cimientos de la carretera.



Pomacosi, (2016) titulada “Evaluación geotécnica de la carretera emp. 3s (puno) – Vilque – Mañazo – emp. 34a (Huataquita)”. El método propuesto permite realizar el trazado topográfico y la identificación geológica a lo largo de los cimientos existentes. El muestreo y las posteriores pruebas mecánicas del suelo en el laboratorio revelaron que la segunda formación era un suelo fino compuesto por un 75% de arcilla inorgánica (CL) y limo inorgánico (ML), que necesitaba ser remediado utilizando materiales. El 25% restante es una mezcla de grava y arena arcillosa limosa (GM, GC, SM, SC), que se considera buen suelo. En términos de capacidad de carga CBR, el suelo es débil o pobre, ya que el valor CBR del suelo delgado es en promedio del 4,6%. En el caso del suelo granular el contenido medio es del 16,5%, lo que lo convierte en una buena base. También se destaca que este estudio realiza el estudio de las canteras utilizadas en las diferentes capas del camino durante la construcción, mejorando así las propiedades físicas y mecánicas del terraplén. Hay 12 canteras en la clasificación AASHTO. a(0), A-1-b(0) a A-2-4(0).

Maron, (2015) titulada “Evaluación Geológica y Geotécnica de la carretera Llache – Cala Cala - Progresivas 00+00 al 17+640 – Pedro Vilcapaza – San Antonio de Putina”. El objetivo determinar la conservación de la vía, los suelos de esta zona corresponden a suelos granulares, como grava gruesa, definidos como GP en la clasificación SUCS y A-1-a en la clasificación AASHTO. Estos suelos tienen bajo contenido de humedad y no son plásticos. más precisamente una mezcla natural de grava y arena (GW), según AASHTO A1-a (O), color gris, hay una piedra. Forma casi circular, índice de plasticidad NP. El material de la cantera del Km 15+400 corresponde a la estructura de suelo granular, específicamente arena arcillosa (SC) de color marrón amarillento, que contiene partículas de grava



sub angulosa según A-6(3) según AASHTO 35,47% para la pieza que pasa por la malla número 40, $IP = 12,37$.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Pavimento

MTC, (2014) El pavimento es una estructura de varias capas que se coloca sobre la superficie del camino para distribuir y resistir los esfuerzos causados por los vehículos y mejorar la seguridad y la comodidad del tránsito. Por lo general, se compone de la base, la sub base y la capa de rodadura.

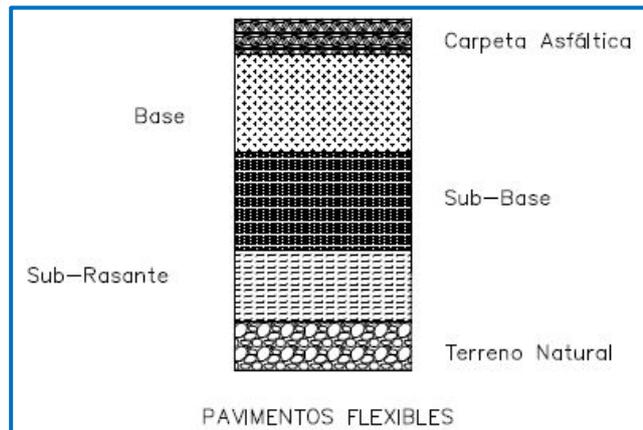
“Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados”. La Librería del Ingeniero, (2024)

El tipo de pavimento para la evaluación de la carretera Madrigal - Lari distrito de Madrigal provincia de Caylloma – Arequipa es de pavimento flexible.

MTC, (2014) “El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos”

Figura 1

Estructura del pavimento flexible.



Fuente: Monteverdez, (2018)

2.2.2 Base granular

MTC, (2015) el trabajo implica la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos naturalmente o procesados, sobre una base afirmada o subrasante, con la inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante debidamente aprobado.

Zambrano & Tejada, (2019) “Una base granular está formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una capa integrante del pavimento”.

2.2.2.1 Material para la base

Los materiales que se utilizan para construir una base granular deben cumplir con las especificaciones siguientes. Además, debe cumplir con las siguientes especificaciones de calidad.

a. Granulometría

Los materiales cumplen con los requisitos de una de las franjas granulométricas especificadas en la Tabla 1, para áreas con altitudes iguales o superiores a 3.000 msnm y tienen una granulometría continua, bien graduada. Debe seleccionarse la clasificación "A".

Tabla 1

Granulometría para la base granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Graduación A	Graduación B	Graduación C	Graduación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm. (N° 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm. (N° 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 μ m. (N° 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 μ m. (N° 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

b. Agregado grueso

Los materiales retenidos en la malla No 4 pueden ser procesados, naturales o una mezcla de ambos. Se deben cumplir con las características enumeradas en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento altitud	
				<3000 msnm	\geq 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210	D 5821		40% min.	50 % min.
Abrasión los ángeles.	MTC E207	C 131	T 96	40 máx.	40 máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15 máx.	15 máx.
Sales solubles totales	MTC E219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento altitud	
				<3000 msnm	≥3000 msnm
Durabilidad al sulfato magnesio	MTC E209	C 88	T 104		18% máx.

c. Agregado fino

Los materiales que pasan por la malla No 4 pueden ser de origen natural, procesado o una mezcla de ambos. Deberán cumplir con las características especificadas en la Tabla 3.

Tabla 3

Agregado fino

Ensayo	Norma	Requerimientos altitud	
		<3000 msnm	≥3000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% min.
Equivalencia de arena	MTC E 114	35% min.	45% min.
Sales solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato magnesio	MTC E 209	--	15%

2.2.3 Sub base Granular

MTC, (2013) una o más capas de material granular, natural o modificado, aprobado y colocado en una extensión terminada es el objetivo de esta tarea. Los materiales que están certificados se pueden encontrar en canteras. Comprenda cómo proporcionar, transportar, colocar y compactar materiales de acuerdo con las especificaciones del plan de proyecto.

Zambrano & Tejada, (2019) “La subbase es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, brindando apoyo uniforme y permanente al pavimento”.

2.2.3.1 El material para la sub base

Los materiales que se utilizarán para la reconstrucción de la subbase granular deben cumplir con las especificaciones de la Tabla 4. Además, debe ajustarse a una de las obligaciones granulométricas apropiadas. Fuente MTC, (2013)

Tabla 4

Requisitos granulométricos para la subbase granular

TAMIZ	GRADACIÓN	GRADACIÓN	GRADACIÓN	GRADACIÓN
	A	B	C	D
50 mm (2")	100	100		
25 mm (1")		75-95	100	100
9.5 mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm (N°4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm (N°10)	15-40	20-45	25-50	40-70
42.5um (N°40)	08-20	15-30	15-30	25-45
75um (N°200)	02-08	05-15	05-15	08-15

Fuente: ASTM D 1241

En altitudes superiores a 3000 msnm, se debe utilizar la curva de gradación "A".

Tabla 5

Requisitos especiales material de subbase granular

ENSAYO	Norma	< 3000msnm	≥ 3000msnm
Abrasión	MTC E 207	50% máx.	50% máx.
CBR	MTC E 132	40%min	40%min
Limite líquido	MTC E 110	25% máx.	25% máx.
Índice de plasticidad	MTC E 111	6%max	4%max
Equivalencia de arena	MTC E 114	25%min	35%min
Sales solubles	MTC E 219	1%max	1%max
Particular chatas y alargadas	MTC E 211	20%max	20%max

2.2.4 Sub rasante

MTC, (2013) El asiento directo de la estructura del pavimento es el sub rasante. Se encuentra dentro del prisma de la carretera, que es un espacio entre la

estructura del pavimento y el terreno natural plano o explanado. La capa superior del terraplén o la base de las excavaciones en terreno natural que soportará la estructura del pavimento se conoce como sub rasante. Está formado por suelos compactados por capas de características aceptables para crear un cuerpo estable ideal que no se vea afectado por la carga de diseño resultante de la excavación.

Tabla 6

Categoría de sub rasante

Categoría de sub rasante	CBR
Sub rasante inadecuado	CBR < 3%
Sub rasante insuficiente	De CBR \geq 3% A CBR < 6%
Sub rasante regular	De CBR \geq 6% A CBR < 10%
Sub rasante Bueno	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
Sub rasante muy bueno	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
Sub rasante excelente	CBR \geq 30%

Fuente: MTC, (2013)

2.2.5 Terreno de fundación

Pérez, (2021) el terreno de fundación es aquel terreno que recibe las cargas a las que será sometida, y se encuentra debajo de la estructura de pavimento que será diseñado según la capacidad portante del mismo.

Según las características el terreno de fundación se realiza el diseño de pavimento, el dara los espesores de las capas según la capacidad portante del terreno mismo y los tratamientos que sea necesario para su buen funcionamiento dentro de la estructura del pavimento.

Barreto, (2016) se denomina suelo de fundación a la capa de suelo a la estructura del pavimento, preparada y compactada como fundación para el pavimento.



2.2.6 Ensayos de laboratorio

Los estudiantes usan los procedimientos generales de laboratorio y las instrucciones para la preparación de informes de laboratorio. Para asegurarse de que reciban información adecuada, los estudiantes deben leer esta sección con cuidado y revisarla con frecuencia. Según sea necesario crear curvas en prácticas particulares, también deben considerar métodos gráficos para presentar la información. Bowles, (1981)

2.2.6.1 Contenido de humedad

Es la proporción porcentual de las partículas minerales del suelo en la fase líquida (agua) y sólida del suelo.

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

Dónde:

- W = humedad en porcentaje
- W_w = Peso de agua
- W_s = Peso de solidos

2.2.6.2 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico por tamizado se lleva a cabo mediante la medición de una porción de suelo seco, previamente pulverizado, y su (cuyo tamaño de malla suele disminuir en progresión geométrica de razón 2), mientras se agita el conjunto. Se pesa la cantidad de suelo retenido en cada tamiz y se calcula el porcentaje de material acumulado que pasa por

cada tamiz. Para clasificar el suelo, la dimensión de separación típica es la malla 200 (0,075 mm). firme y gruesa. Botia, (2015)

Tabla 7

Clasificación de suelos según tamaño de las partículas

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
Arena		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC, (2014)

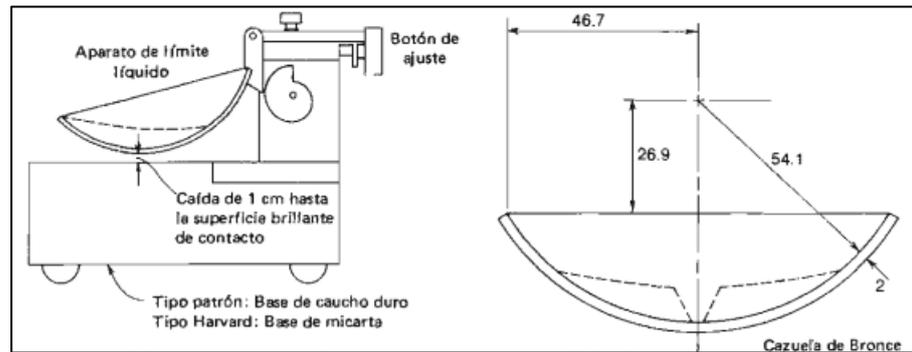
2.2.6.3 Límites de consistencia

- **Límite líquido (LL)**

Es la cantidad de humedad que existe entre los estados de consistencia plástico y líquido. La humedad es la razón por la cual dos partes de una pasta de suelo pueden unirse en 12 mm después de 25 golpes en el Casador de Casagrande. Angelone & Garibay, (2020)

Figura 2.

Dimensiones del aparato de límite líquido



Fuente: Bowles, (1981)

$$LL = Wn \left(\frac{n}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

Con un solo ensayo, se puede estimar el límite inferior para N entre 20 y 30 golpes, donde: Wn es la humedad correspondiente a N golpes $b = 6.9^\circ \tan b = 0.121$

- **Límite plástico (LP)**

Es el contenido de humedad entre los estados de consistencia plástico y semisólido es el contenido de humedad que ocurre cuando el suelo se amasa en cilindros de 3 mm de diámetro. Angelone & Garibay, (2020)

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{peso del suelo seco al horno}} \times 100$$

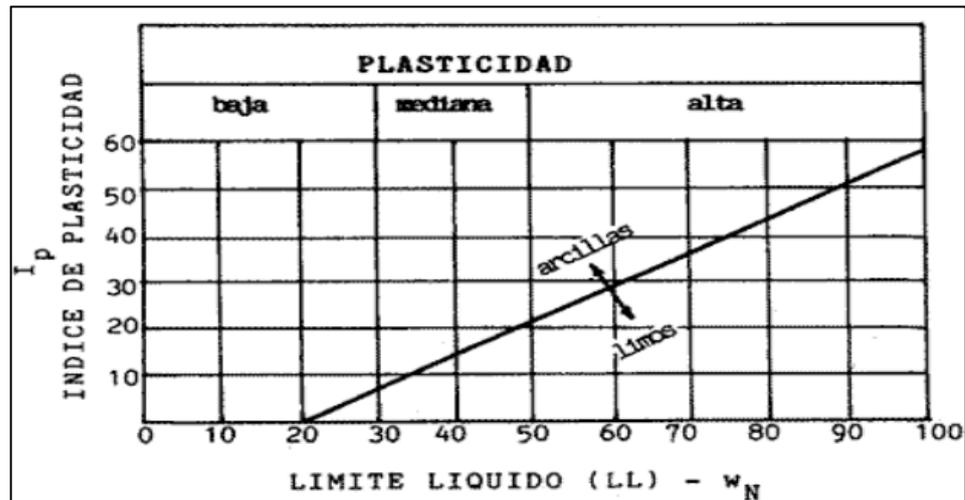
- **Índice de plasticidad (IP)**

La sustracción entre los límites líquidos y plásticos de un suelo puede usarse para determinar su índice de plasticidad.

$$IP = L.L. - L.P.$$

Figura 3

Índice de plasticidad



Fuente: Juárez & Rico, (2005)

Tabla 8

Clasificación de suelos según el índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelo muy arcilloso
$IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelo poco arcilloso
$IP = 0$	No Plástica (NP)	Suelos exentos de arcilla

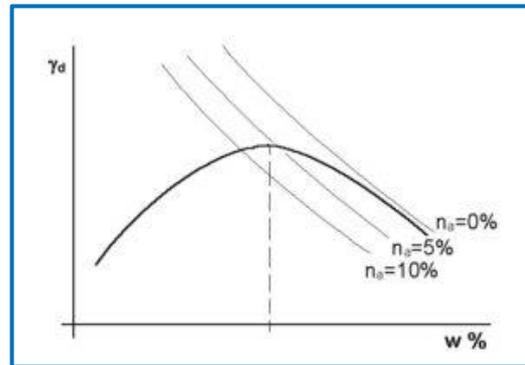
2.2.6.4 Proctor modificado

El ensayo proctor modificado sigue un procedimiento prácticamente idéntico al que describimos anteriormente para el ensayo proctor normal, con algunas modificaciones clave. Utilizaremos un molde metálico con una capacidad de 2.320 cm³ y una maza de 4,535 kg, que se dejará caer desde una altura superior (457 mm), lo que aumentará la energía de compactación. Además, se colocarán cinco capas, en lugar de

tres capas de material granular, con un total de 25 golpes por capa. Aldana, (2021)

Figura 4

Curva de compactación de suelos



2.2.6.5 Relación de soporte de california ratio CBR.

El Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) es un parámetro utilizado por el suelo para medir su resistencia como subrasante, subbase y base en el diseño de pavimentos. Es un ensayo empírico realizado en condiciones controladas de humedad y densidad. Previo al diseño y la construcción de carreteras, este es uno de los parámetros que se deben obtener en los estudios geotécnicos. A pesar de que los nuevos métodos de diseño de pavimentos incorporan parámetros más representativos de la resistencia del suelo, el CBR sigue siendo utilizado debido a su sencillez y facilidad de ejecución. Flores, (2015)

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria de patron}} \times 100$$

La Tabla 9 muestra una clasificación típica de rasantes bajo el pavimento de carreteras y pistas de aterrizaje.

Tabla 9

Clasificación de suelos para la infraestructura del Pavimentos

CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de clasificación	
0 - 3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Regular	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, GP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Bueno	Base, subbase	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3

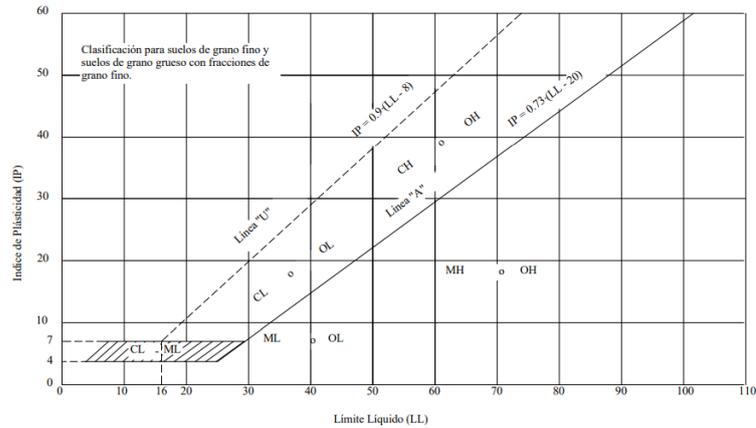
2.2.7 Clasificación de los suelos

2.2.7.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

El sistema de clasificación USCS se basa en la determinación en laboratorio del índice de plasticidad, el límite líquido y la distribución del tamaño de las partículas. La gráfica de plasticidad, creada por A. Casagrande (1932) a través de investigaciones en laboratorio, es la base de este sistema de clasificación.

Los límites líquidos y plásticos se construyen sobre el material que corresponde a la fracción menor del tamiz No. 40 de todos los suelos, incluidos los suelos de grava, arena y suelos finos.

Figura 5
Carta de plasticidad



(Norma ASTM, 2003)

Tabla 10
Sistema unitario de clasificación de suelos SUCS

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 @ Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 em. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD C_u : mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA C_c : entre 1 y 3. $C_u = D_{60} / D_{10}$ $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW. LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LINEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LINEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. $C_u = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LINEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LINEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.			
			GP		Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		
		* GM u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LINEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.		
			GC			Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla	
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	ARENA LIMPÍA Poco o nada de partículas finas		SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	G = Grava, S = Arena, O = Suelo Orgánico, P = Turba, M = Limo C = Arcilla, W = Bien Graduada, P = Mal Graduada, L = Baja Compresibilidad, H = Alta Compresibilidad CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)
					SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
		* SM u	SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
			SC		Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		
		SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 @ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	
					CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.						
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH		Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.				
	CH		Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.				
	OH		Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.				
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.					

Fuente: Bowles, (1981)

Tabla 11

Los tipos de prefijo y sufijo de los suelos

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUB GRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Alta plasticidad	L
Turba	Pt	Baja plasticidad	H

2.2.7.2 Clasificación de suelos AASHTO

Este sistema de clasificación se basa en los hallazgos de las pruebas realizadas en laboratorio para determinar la distribución del tamaño de las partículas, los límites de líquido y plástico.

“Este sistema de clasificación está basado en los resultados de la determinación en laboratorio de la distribución del tamaño de partículas, el límite líquido y el límite plástico”. Citado por (Duque, 2003)

Tabla 12

Correlación de tipos de suelos AASHTO – SUCS.

Clasificación de Suelos AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1.a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: MTC, (2013)

Tabla 13

Clasificación de los suelos – método AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm						Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08mm					
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50	máx. 50	mín. 50	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
0,5 mm	máx. 30	máx. 50										
0,08 mm	máx. 15	máx.	máx. 10									
Límites Atterberg												
Límite de liquidez				máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
Índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	mín. 10
											IP<LL-30	IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas Y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: MTC, (2008)

2.2.8 Estudio de canteras

En mi trabajo de investigación, examiné dos canteras para la formación de la base, específicamente para la capa de subbase, donde se determinaron las características físico mecánicas en laboratorio.

MTC, (2014) las canteras serán evaluadas y seleccionadas en función de su calidad, cantidad (potencia) y distancia a la obra. Las prospecciones en las canteras se llevarán a cabo a través de calicatas, sondeos y/o trincheras, de las cuales se recolectarán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio.

2.2.8.1 Ensayos de laboratorio

MTC, (2014) los ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales de las canteras

así como con las especificaciones técnicas generales para la construcción del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

- **Ensayos estándar.**

Tabla 14

Ensayos estándar para material subbase y base

Material de subbase	
“Análisis Granulométrico por Tamizado”	ASTM D-422, MTC E 107
“Material que pasa la Malla N° 200”	ASTM C-117, MTC E 202.
“Límite Líquido Malla N° 40”	ASTM D-4318, MTC E 110.
“Límite Plástico Malla N° 40”	ASTM D-4318, MTC E 111.
“Clasificación SUCS”	ASTM D-2487
“Clasificación de Suelos”	AASHTO M-145, ASTM D-3282
“Contenido Sales Solubles Totales”	MTC E 219.
“Materia Orgánica en Arena”	ASTM C-140, MTC E 213.
“Partículas Chatas y Alargadas”	ASTM D-4791
“Porcentaje de Caras de Fractura”	ASTM D-5821, MTC E 210.

- **Ensayos especiales.**

Tabla 15

Ensayos para material subbase

Material de subbase	
California Bearing Ratio (CBR)	“ASTM D-1883, MTC E 132; o Módulo resiliente de materiales de subbase granular sin tratar, ensayo AASHTO T 292; o Módulo Resiliente de Materiales de suelos y agregados, ensayo AASHTO T 307”.
Ensayo de Abrasión Los Ángeles	ASTM C-131, MTC E 207.
Equivalente de Arena	ASTM D-2419, MTC E 114.
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC E 115.

Tabla 16

Ensayos para material base

	Material Base
California Bearing Ratio (CBR)	“ASTM D-1883, MTC E 132; o Módulo resiliente de materiales de base granular sin tratar, ensayo AASHTO T 292; o Módulo Resiliente de Materiales de suelos y agregados, ensayo AASHTO T 307”.
Ensayo de Abrasión Los Ángeles	ASTM C-131, MTC E 207.
Equivalente de Arena	ASTM D-2419, MTC E 114.
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC E 115.
Durabilidad del Agregado Grueso	ASTM C-88, MTC E 209.
Durabilidad del Agregado Fino	ASTM C-88, MTC E 209.
Índice de Durabilidad	MTC E 214.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Carretera

Es una estructura de transporte única en el área conocida como servidumbre de paso, que permite que los vehículos circulen tanto en el espacio como en el tiempo con gran seguridad y comodidad. Es muy dudoso. Para garantizar un transporte adecuado con suficiente velocidad de operación, la carretera se operará de acuerdo con su tipo, geometría y volumen de tráfico. Otazu, (2021)

2.3.2 Control de calidad

MTC, (2013) Este concepto es una forma directa de garantizar la calidad de los productos de construcción. Asimismo, el contratista deberá controlar por sí mismo la calidad de la obra.



2.3.3 Mecánica de suelos:

Juárez & Rico, (2005) La mecánica de suelos es una rama de las matemáticas aplicadas, pero no hay duda de que todavía tiene margen de investigación y muchos problemas analíticos deben resolverse.

2.3.4 Calicata

Barreto, (2016) “o catas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico”.

2.3.5 Densidad de campo

“La Densidad de Campo sirve para conocer y controlar la compactación de las diferentes capas en la construcción de carreteras; los valores de densidad pueden expresarse en las siguientes unidades: gr/cm^3 , kg/m^3 , lb/pe^3 ”. Citado por Tello & Soret, (2015)

2.3.6 Método cono de arena

“Este método se emplea para la determinación de la densidad de suelos en el lugar (in situ), utilizando un equipo denominado cono de arena”. Citado por Tello & Soret, (2015)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se lleva a cabo desde una perspectiva metodológica de enfoque cuantitativo. Los datos serán recolectados en campo y luego se llevarán al laboratorio para realizar el estudio de las propiedades físicas-mecánicas y químicas. Posteriormente, se compararán con las especificaciones técnicas del manual de carreteras MTC, y se determina los resultados de estos ensayos ejecutados.

3.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es descriptivo porque permite observar y describir las características del terreno de fundación, las canteras, así como registrar y conocer las características físicas y mecánicas para el proceso de construcción de capas granulares subbase y base granular.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a que es un diseño no experimental donde se observó naturalmente, busca especificar las propiedades, características y propiedades físicas y mecánicas de las canteras como material granular.

3.4 LAS ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1 Recopilación y revisión de información bibliográfica

Se realizará la búsqueda de información incluye el recurso a varias fuentes, por ejemplo, artículos de investigación, tesis, informes afines con la investigación, modelos de mapas geológicos, topográficos, geomorfológicos y búsqueda de



temas relacionados investigue el asunto a través de un navegador web (internet) y INGEMMET la geología del cuadrángulo de Caylloma.

3.4.2 La etapa de campo

En esta etapa de campo se realizará el levantamiento topográfico, mapeo geológico, geomorfológico, las excavaciones de las calicatas y geotécnico lo que corresponde al material granular de las canteras, se realizan ensayos in-situ y la toma de muestras para su respectiva evaluación en laboratorio.

3.4.2.1 Ensayos de laboratorio

El contenido de humedad, el análisis del tamaño de las partículas tamizadas, los límites de consistencia, proctor modificado, (CBR) y las partículas planas alargadas son los criterios utilizados en el manual MTC para realizar los ensayos de laboratorio.

3.4.2.2 Clasificación de los suelos

Los tipos de suelos capa base granular y subbase granular, que se obtuvieron mediante ensayos en laboratorio, se pueden determinar utilizando las clasificaciones del tipo de material de SUCS y AASHTO.

3.4.2.3 Estudio de canteras

En mi trabajo de investigación, examiné tres canteras para la conformación de, la capa subrasante, subbase y base granular teniendo en cuenta las características físicas mecánicas en laboratorio.

Se seleccionaron dos canteras para medir de acuerdo con las especificaciones técnicas (MTC). Los agregados granulares que se



encuentran en estas canteras también sugieren una mayor disponibilidad para ser extraídos.

3.4.3 Trabajo de gabinete.

- La evaluación e interpretación de los mapas geológicos, geomorfológicos, calicatas y de canteras. Todos los resultados del trabajo de la carretera, donde se empleará con el software AutoCAD versión 2020.
- Los resultados obtenidos de laboratorio de mecánica de suelos, se realizará el análisis de los resultados obtenidos de laboratorio, para su respectiva digitalización posterior a ello ser evaluados la calidad de los materiales de cantera.
- Se ejecutará la respectiva digitalización de proyecto de investigación donde se obtendrá todos los resultados con tablas, figuras, mapas e histogramas.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra en el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma, distrito de Madrigal, con altitudes que van desde 3000 hasta 3 271 metros sobre el nivel del mar. Como se muestra en el anexo 1.1.

4.1.2 Accesibilidad

Por la vía terrestre que permite llegar desde Puno - Arequipa, el cual conduce al distrito de Madrigal, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17

El tramo de vía de Puno – Madrigal

Tramo	Dist. (Km.)	Tiempo (horas)	Tipo de vía
Puno - Juliaca	45	45min.	Asfaltado
Juliaca - Arequipa	269	5	Asfaltado
Arequipa - Chivay	163	3:30	Asfaltado.
Chivay - Madrigal	22.2	37min.	Asfaltado

Fuente: elaboración propia

Figura 6

Mapa de Ubicación de la zona de estudio



4.2 CLIMA Y TEMPERATURA

La temporada de lluvias ocurre entre diciembre y marzo, durante el verano austral.

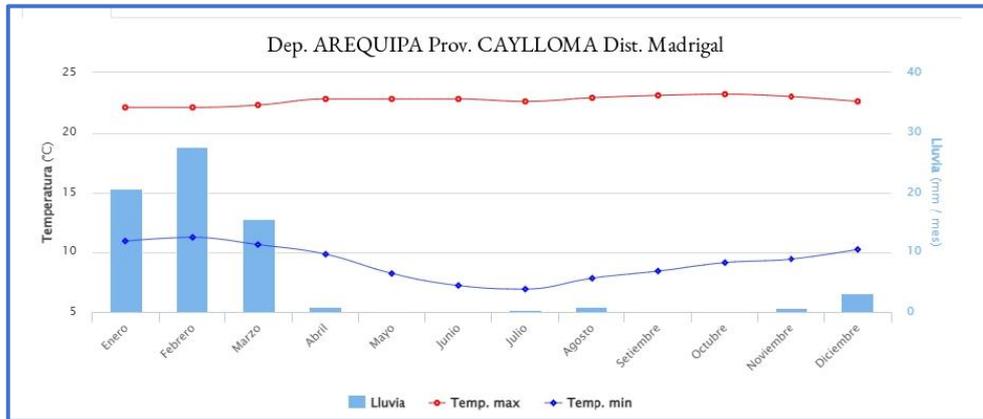
Según (Senamhi, 2023)

La provincia de Caylloma, a una altitud de 4 000 metros sobre el nivel del mar, las temperaturas anuales oscilan entre 11 y 15°C (con las máximas en noviembre) y las temperaturas mínimas oscilan entre -1°C en el verano y -13°C en el invierno (con la

máxima en julio). La precipitación total anual es de 511 mm, con 129 mm en enero, mayormente en el verano. Castro et al., (2021)

Figura 7

Temperaturas del aire y la precipitación provincia de Caylloma



Fuente: Senamhi, (2023)

4.3 PRECIPITACIÓN

(Senamhi, 2021) La precipitación anual es de 511 mm; disminuye gradualmente durante el otoño y el invierno, y aumenta gradualmente durante la primavera. En verano, la precipitación es mayor.

4.4 HUMEDAD RELATIVA

(Senamhi, 2021) La humedad relativa promedio más alta es del 87,3% en febrero, la más baja es del 79,3% en julio y la media anual es del 83,4%.

4.5 GEOLOGÍA REGIONAL

El objetivo del presente estudio es determinar las características fisiográficas a nivel regional de la zona del proyecto mediante la revisión de la información existente, el reconocimiento de campo, ver in situ las formaciones y grupos litológicos, de la zona estudio en un contexto general y luego enfocarse únicamente en el tramo vial del Km.



0+000 al 5+600 del distrito Madrigal – Lari, donde se realizó los estudios geotécnicos en relación a la geología local y geomorfología local. citados por INGEMMET, (2015)

4.5.1 Grupo Barroso

- **Complejo Volcánico Mismi (Np-cvm/a):** se trata de un estrato volcán situado en el sur de Lari, donde se encuentran lavas andesíticas, grises, afiricas en la base y porfirítica en el techo, microscópicamente con texturas fluidas, pilotaxicas y traquiticas, se encuentran situadas a 4 km. el sur del pueblo de Lari.
- **Complejo Volcánico Hualca Hualca (Qpl-hn/an):** dentro del suroeste de Maca, se encontró con extensos flujos de lava de composición andesítica, los bloques de roca volcánica que presenta se encuentran englobados. los flujos de lava están dispuestos en forma subhorizontal debido a que al detectar los afloramientos existen limitados movimientos en masa en por la pendiente pronunciada se encuentra en el complejo volcánico de Hualca-Hualca.

4.5.2 Cenozoico

4.5.2.1 Grupo Tacaza (Pn-Ta):

Esta formación se encuentra a 3 km. Al oeste de Lari hay una colada de lava, una secuencia incondensable de dacita o riolita moderadamente fracturada, de 200 m de espesor debido al vulcanismo, de color blanco grisáceo, con paredes verticales. El área total del cuadrilátero de Caylloma. En este grupo la unidad inicial es la formación Orcopampa.



- **Formación Orcopampa (PN-or):** se encuentra en el este de Chillihua, al sur de Lari, y está compuesto por areniscas, brechas y lavas grises, verdosas y violáceas de composición andesítica.

4.5.3 Mesozoico

4.5.3.1 Grupo Yura

De edades Jurásicas- Triásicas, se divide en cinco subunidades, pero en cuanto a la zona de estudio, en cuanto a la zona de estudio, la unidad que aflora es Labra y Hualhuani.

- **Formación Labra (Js- La):** se encuentra en el suroeste de Lari, en el norte y sur de Madrigal, en contacto con el Grupo Tacaza y con el complejo volcánico Hualca Hualca. Se caracteriza por areniscas cuarzosas gris blanquecinas, cuarcitas y lutitas.
- **Formación Hualhuani (Ki-hu):** al oeste del poblado de Lari o al oeste de Maca en la margen izquierda del río Colca. Se encuentra formada por areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas.

4.5.4 Cuaternario

- **Depósitos Aluviales (Qh-al):** La denominación reúne que las masas que aún no se han consolidado y que suelen encontrarse en las terrazas del valle. A diferencia de Maca y Lari, se encuentran depósitos de escombros que han caído del Nevado Hualca Hualca en el lugar de Madrigal.

Tabla 18

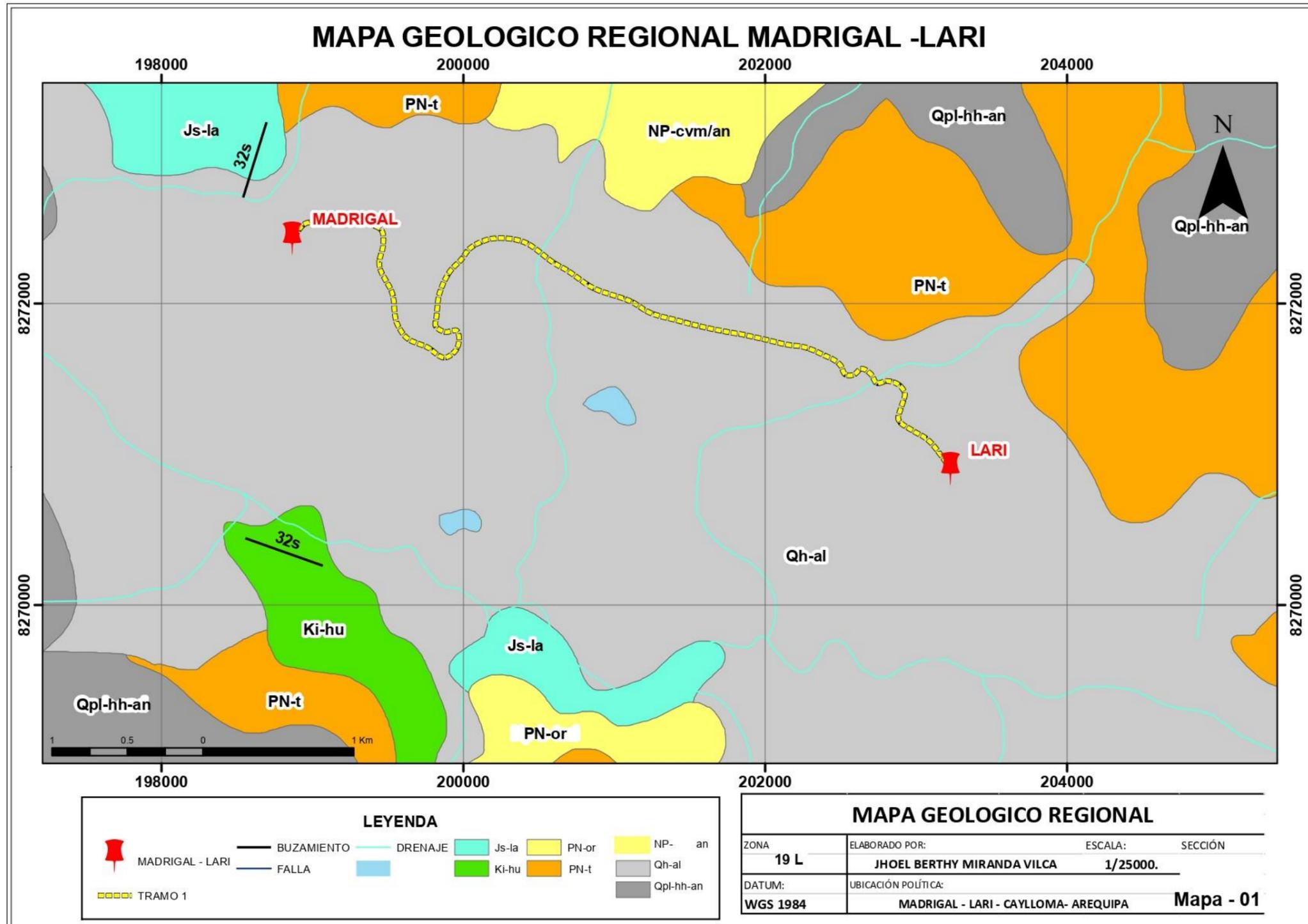
Columna estratigráfica.

CRONOESTRATIGRAFIA			LITOESTRATIGRAFIA				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD		COLUMNA	DESCRIPCION	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Deposito Aluvial		(Qh-al)		Clastos, gravas en matriz limo arenosa
		PLEISTOCENO	GRUPO BARROSO	Complejo Volcánico Hualca Hualca	Qpl-hh/an3		-Flujos de andesitas de la cumbre.
					Qpl-hh/an2	V V V V V V V V V	-Flujos de andesita porfirica.
		NEOGENO	PLIOCENO	GRUPO BARROSO	Complejo Volcánico Mismi	NP-cvm/an2		-Flujos de andesita de la cumbre
	NP-cvm/an1					V . V . V . V . V . V	-Flujos de andesita porfiríticas
	PALEOGENO	MIOCEO	GRUPO TACAZA	Formación Orcopampa	(PN-or)		Tobas de bloques intercalados con aglomerados.
		OLIGOCENO		Formación Pichu	(PN-pi)		Intercalaciones de areniscas tobáceas y conglomerados
	MESOZOICO	CRETACICO	INFERIOR	GRUPO YURA	Formación Hualhuani	(Ki-hu)		-Areniscas cuarcíferas intercaladas con limolitas.
JURASICO		SUPERIOR	Formación Labra		(Js-la)		-Areniscas en bancos delgados, intercalados con lutitas.

}

Figura 8

Mapa geológico Regional





CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1.1 Unidades litológicas

De acuerdo al estudio de campo, se presenta los afloramientos de la zona Madrigal – Lari y sus alrededores, rocas sedimentarias mesozoicas, rocas volcánicas cenozoicas y depósitos recientes.

5.1.1.1 Deposito aluvial (Qh-al)

En esta zona de investigación, los depósitos aluviales son los más abundantes que se extiende en el tramo Km. 0+000 al Km. 5+6000 que se encuentran compuestos por gravas y arenas mal seleccionadas en una matriz, limo arenoso, donde en la zona de Lari, se encuentran depósitos de escombros que han caído del Nevado Hualca Hualca.

Depósitos lacustrinos (Qh-la): se componen una secuencia de gravas y arenas intercaladas con capas de limos corresponde facie marginal del paleógeno. De color es beige claro que aflora en la zona de Madrigal. Este depósito tiene una sección plana, paralela y una variedad de espesores.

5.1.1.2 Grupo Barroso

El Cordillera Barroso corresponde a una serie de montañas de andesitas y traquitas del cono volcánico de la Cordillera Barroso, donde la lava estuvo dominada por tobas; el espesor de estas capas es de 20 – 30 m.



Según las características estratigráficas de la roca, se divide las secuencias:

La cordillera del Barroso y el volcánico Hualca Hualca.

- Está compuesto por flujos volcánicos cuya composición va desde riolita hasta andesita porfirítica oscura y andesita basáltica intercalada con flujos de lodo. La andesita tiene una textura de pórfido de grano fino, que contiene plagioclasa cálcica, con una rica matriz máfica oscura, secundaria que contiene piroxeno y anfíbol.
- El derrame de riolita tiene una textura de pórfido de grano medio con diorita semiorientada, cuarzo, plagioclasa sódica, hornblenda y fenocristales de biotita en forma pastosa de color blanco grisáceo. La dacita (riodacita) tiene una textura porfirítica de grano fino con fenocristales de plagioclasa, cantidades menores de anfíbol, hornblenda y biotita, en forma de una pasta brillante de color gris rosado claro.

5.1.1.3 Complejo Volcánico Misme (Np-cvm/a)

Está ubicado el estrato volcán situado en el sur de Lari, donde se encuentran lavas andesíticas, grises, afiricas en la base y porfirítica en el techo, microscópicamente con texturas fluidas, de traquiticas. Se encuentran situadas a 4 km. Está situado al sur del pueblo de Lari está compuesto por tobas de cristales, yace sobre el Grupo Tacaza.



5.1.1.4 Grupo Tacaza (Pn-ta)

El grupo Tacaza es predominante en el área de estudio, ya sea en forma basal cubierta de material cuaternario o expuesta en forma de afloramientos. Describe una gruesa acumulación de rocas volcánicas, brechas y lavas con tonos grises claros de composición andesítica.

Los fenocristales de plagioclasa euhedral a subhedral con maclas polisintéticas componen su textura porfírica y fluida.

5.1.1.5 Formación Hualhuani (Ki-hu)

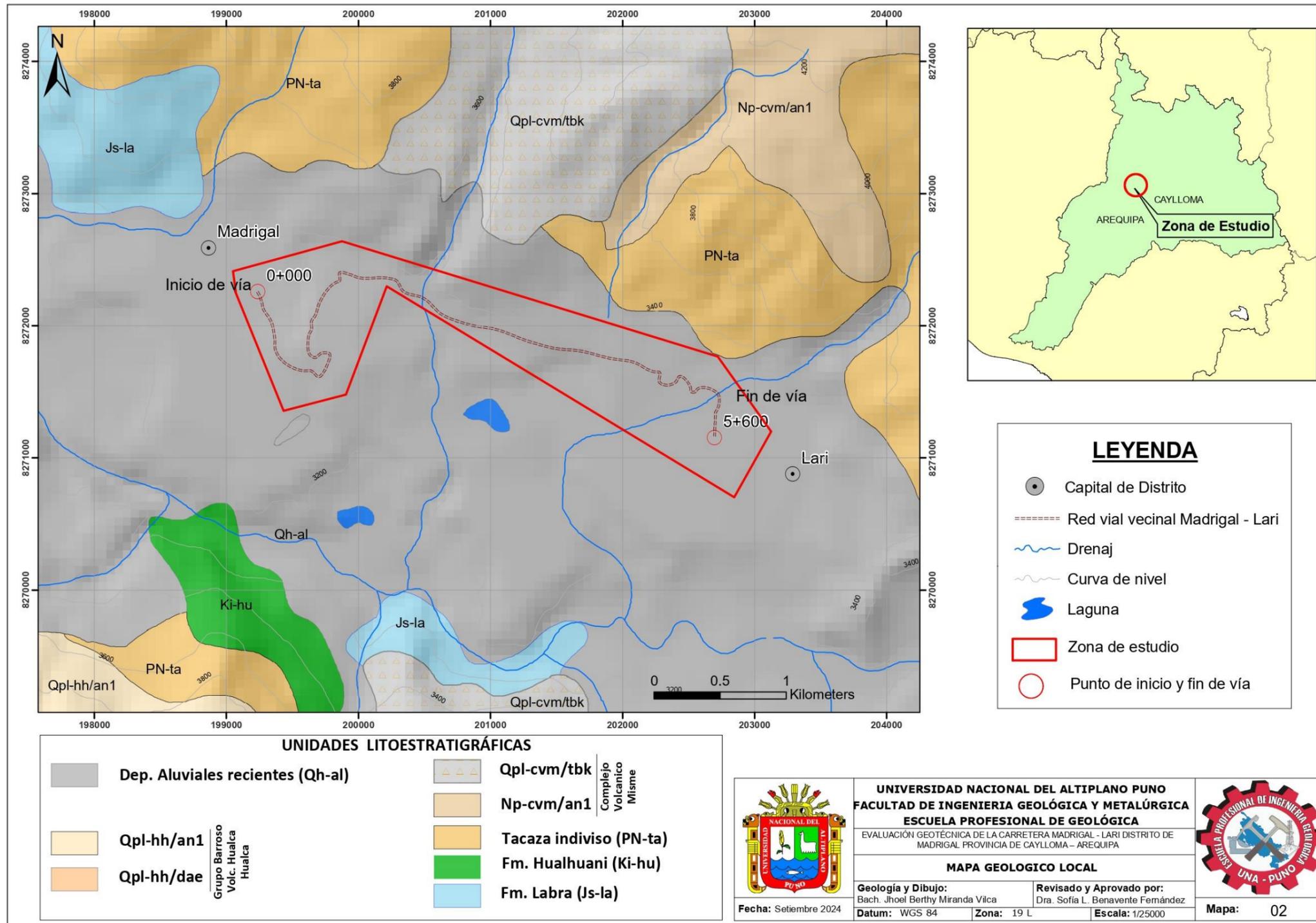
La estructura tiene un tamaño aproximado de 300 m y cubre 3,6 km al suroeste del pueblo de Lari o al oeste de Maca en la margen izquierda del río Colca. Consiste en arenisca de cuarzo intercalada con lutitas.

5.1.1.6 Formación Labra (Js-la)

Se encuentra al suroeste de Lari, al norte y al sur de Madrigal, en el borde derecho de la quebrada Sahuavto, en contacto con el Grupo Tacaza y el grupo de volcanes Hulca Hulka. Se caracteriza por areniscas de cuarzo, cuarcitas y lutitas de color blanquecinas.

Figura 9

Mapa geológico local de la zona de estudio Madrigal – Lari





5.1.2 Unidades geomorfológicas

Durante el proceso geomorfológico aparecen formas diversas y complejas en la superficie terrestre que da origen procesos geomorfológicos. Estas unidades se modelan para adaptarse a las condiciones locales y es correlacionado con el mapa de pendientes según el área de estudio de Madrigal – Lari.

5.1.2.1 Abanico Aluvial (Al)

Estructura en forma de abanico formada en la base de la montaña del grupo Tacaza situado del distrito de Madrigal al noroeste y de Lari noreste donde el río disminuye su velocidad y deposita sedimentos transportados la pendiente son suaves esta entre 6 a 10 grados.

5.1.2.2 Colina (Co)

Se encuentra depósitos erosionados de composición volcánica de una pendiente es de 10 a 15 grados de forma angulosa o redondeada por ello es dependiendo de la erosión situado al sur de Lari es de menor tamaño a la montaña.

5.1.2.3 Loma (Lo)

Se localiza en los tramos Km 00+000 al 2+500 la formación geográfica es de forma estrecha es producto a la erosión de sedimentos la pendiente varia de 15 a 20 grados.

5.1.2.4 Montaña (Mo)

Forma de relieve significativamente de una pendiente mayor a 60 grados en su entorno, con pendientes pronunciadas, un área de cumbre



relativamente extensa de formaciones volcánicas. Como Grupo Tacaza, complejo volcánico, y Grupo Barroso y Formación Labra, se considera que las montañas son más grandes que las colinas.

5.1.2.5 Terraza (Te)

Está constituido de plataformas extensa se inicia del tramo de estudio Km 0+000 hasta 5+600 son de rocas sedimentarias de depósito fluvial de sedimentos del río donde se depositan a los lados del cauce la pendiente de 15 a 20 grados se hace menor y su capacidad de arrastre. La evolución del valle a raíz de la crisis climática y las diversas crecidas de los ríos acaecidas durante el Pleistoceno.

Figura 10

Mapa geomorfológico local de la zona de estudio Madrigal - Lari

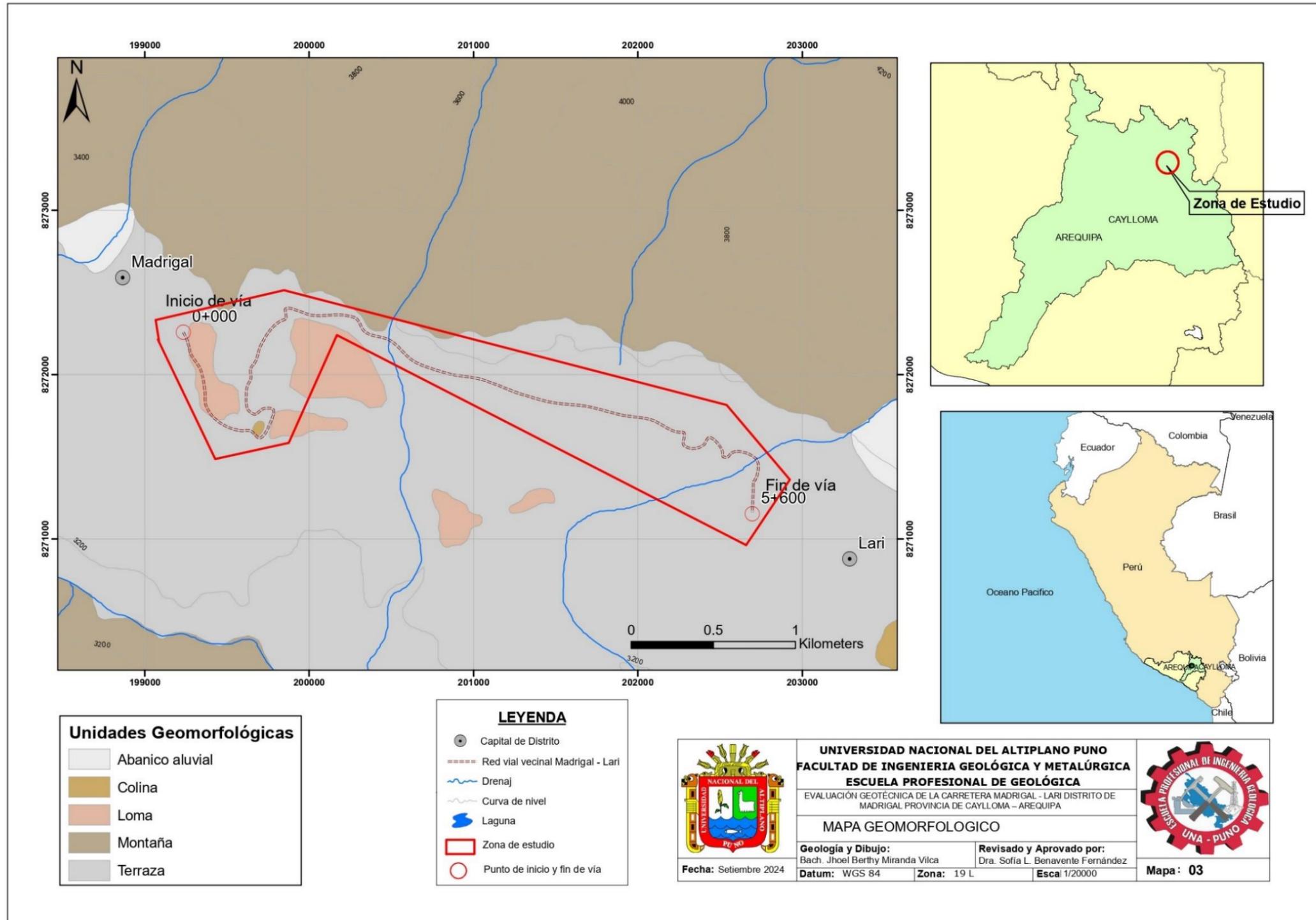
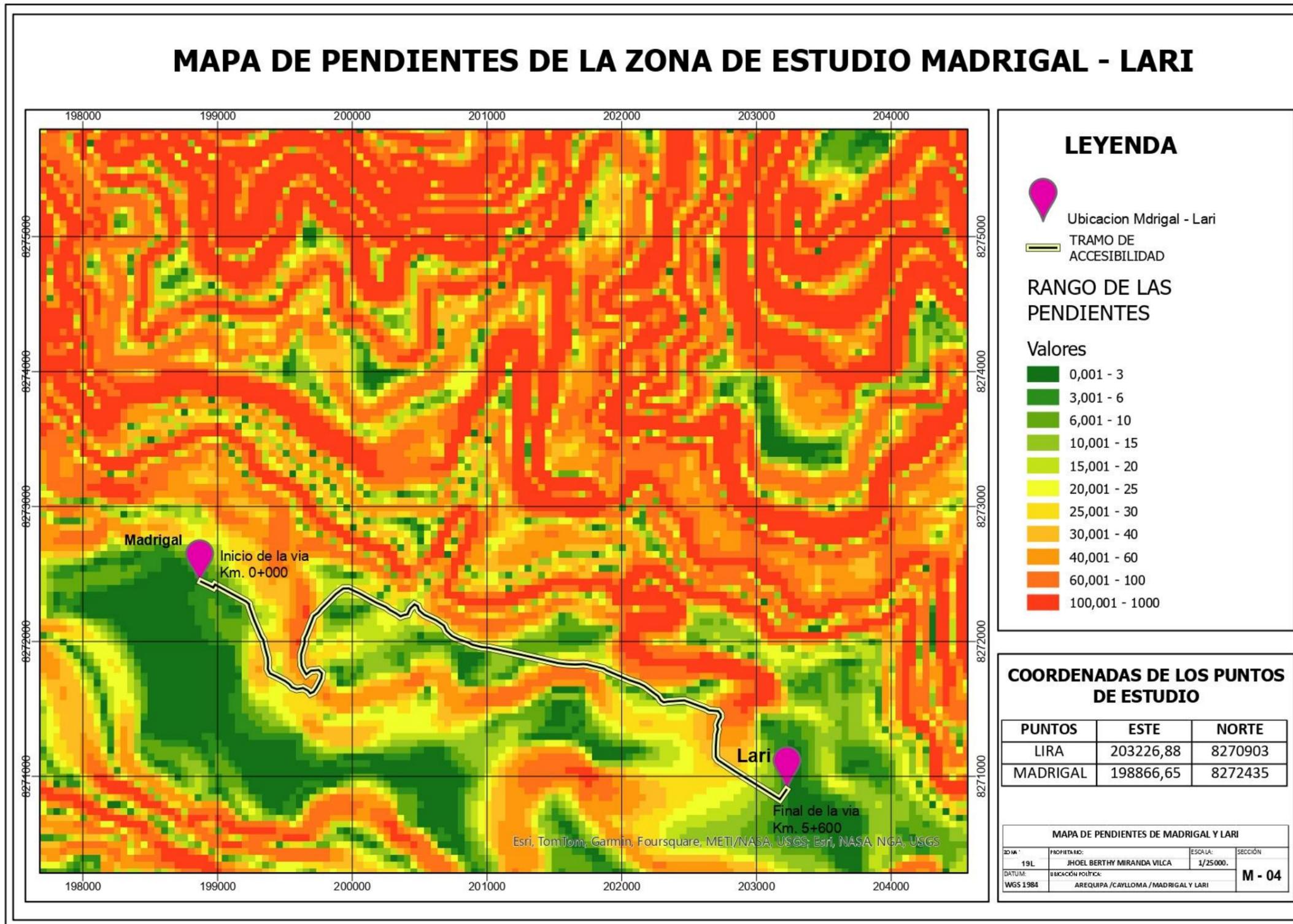


Figura 11

Mapa de pendiente de la zona de estudio



5.2 EVALUACIÓN DEL TERRENO DE FUNDACIÓN

La carretera se clasifica como de tercera clase con IDMA 201 <400 vehículos por día, La carretera son calzadas de dos carriles de 3 metros de ancho como mínimo. Según el manual de carreteras MTC, (2024)

Tabla 19

Características de las calicatas carretera Madrigal - Lari

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observaciones
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50. respecto al nivel de sub rasante del	Dos calicatas por kilometro	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Fuente: MTC 2014

Se realizaron 10 calicatas a cielo abierto para realizar exploraciones desde la superficie del suelo de fundación hasta una profundidad de 1.50 m. Estas calicatas se ubicaron cubriendo técnicamente el área a investigar, lo que nos permitió visualizar la estratigrafía y realizar la descripción geológica. Se tomaron muestras representativas y perturbadas para ensayos en el laboratorio.

Además, se registraron de cada calicata examinada, con una descripción correspondiente que incluía información sobre la humedad, la consistencia, el color del suelo, la presencia de sustancias orgánicas y otros detalles pertinentes.

Tabla 20

Ubicación de las calicatas y las respectivas muestras

Ubicación	Calicata	Profundidad	Muestra	Lado
0 + 020	C-1	0.00 - 1.50	M-1	Derecho
1 + 000	C-2	0.00 -1.50	M-2	Izquierdo
2 + 000	C-3	0.00 -1.50	M-3	Derecho

Ubicación	Calicata	Profundidad	Muestra	Lado
3 + 000	C-4	0.00 -1.50	M-4	Izquierdo
4 + 000	C-5	0.00 -1.50	M-5	Derecho
5 + 000	C-6	0.00 -1.50	M-6	Izquierdo

5.2.1 Características físicas del terreno de fundación

Las características físicas del suelo a través de ensayos de muestras tomadas del área examinada. El MTC estableció normas y especificaciones técnicas para estos ensayos.

Tabla 21

Características físicas

Características físicas			
Contenido de Humedad		ASTM D 2216	MTC E108
Límites de Consistencia	AASHTO T 80	ASTM D 4318	MTC E110/111
Análisis Granulométrico	AASHTO T 88	ASTM D 422	MTC E 204

5.2.1.1 Contenido de humedad

Es una de las características más importantes del estudio mecánico del suelo porque afecta el comportamiento de las propiedades del suelo en los materiales granulares utilizados en el pavimento y el suelo de fundación.

La evaluación analizó la cantidad de humedad en cada uno de los diez puntos, de acuerdo con la norma MTC - 2014, nos indica 1 kilómetro por calicata en el tramo 0+000 al 5+600 de la carretera Madrigal - Lari, en el distrito de Madrigal, provincia de Caylloma, Arequipa.

Tabla 22

Contenido de humedad del tramo

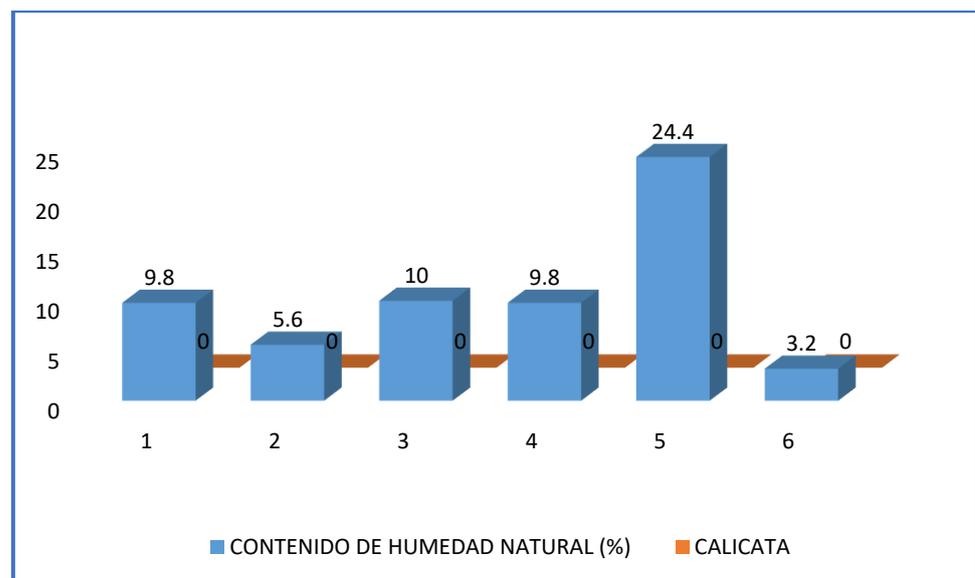
Ubicación	Calicata	Profundidad	Muestra	Humedad natural (%)
0 + 020	C-1	0.00 - 1.20	M-1	9.80

Ubicación	Calicata	Profundidad	Muestra	Humedad natural (%)
1 + 000	C-2	0.00 -1.20	M-2	5.60
2 + 000	C-3	0.00 -1.20	M-3	10.0
3 + 000	C-4	0.00 -1.20	M-4	9.80
4 + 000	C-5	0.00 -1.20	M-5	24.40
5 + 000	C-6	0.00 -1.20	M-6	3.20

En la tabla 22 presenta el contenido de humedad natural en su ubicación respectiva y profundidad a lo largo de la carretera Madrigal – Lari que esta expresado en porcentaje esta información es sobre el estado natural de los suelos que muestran de 3.2 a 24.40%.

Figura 12

Comportamiento de humedad natural



5.2.1.2 Límites de consistencia

El índice de plasticidad, que proporciona información útil sobre las propiedades de plasticidad y la cohesión del suelo para determinar su capacidad portante, determina el límite líquido y el límite plástico.

La evaluación del estudio fue determinar el límite de consistencia de los 10 puntos de muestreo en el tramo 0+000 al 5+600 de la carretera

Madrigal - Lari en el distrito de Madrigal, provincia de Caylloma - Arequipa. Estos puntos de muestreo se seleccionan de acuerdo con las calicatas del suelo examinadas y se analizan las variaciones observadas y su relevancia para el diseño y la construcción del pavimento en la carretera Madrigal-Lari.

Tabla 23

Ensayo de límite de consistencia del tramo

Ubicación	Calicata	Profundidad	Muestra	Límite de consistencia		
				LL (%)	LP (%)	(IP)
0 + 020	C-1	0.00 - 1.50	M-1	17	9.0	8.0
1 + 000	C-2	0.00 -1.50	M-2	25	11	14
2 + 000	C-3	0.00 -1.50	M-3	20	12	8.0
3 + 000	C-4	0.00 -1.50	M-4	17	8.0	9.0
4 + 000	C-5	0.00 -1.50	M-5	41	22	19
5 + 000	C-6	0.00 -1.50	M-6	17	8.0	9.0

La tabla 23 presenta un resumen del límite de consistencia de las propiedades físicas del suelo realizado en el laboratorio de mecánica del suelo. El índice de plasticidad de 8.0 a 19 moderadamente o medianamente de suelos arcillosos.

5.2.2 Características mecánicas del suelo de fundación

Las características mecánicas del suelo a través de ensayos de muestras tomadas del área investigada. Estos ensayos se realizaron a cabo siguiendo las especificaciones técnicas y la normativa del MTC.

Tabla 24

Características mecánicas del terreno de fundación

Características mecánicas	
Relación Soporte California (C.B.R.)	AASHTO T 193 ASTM D 1883 MTC E 132
Compactación Próctor Modificado	AASHTO T 180 ASTM D 1557 MTC E 115

5.2.2.1 Relación Soporte California (C.B.R.)

Se realizaron 6 ensayos de CBR para evaluar la uniformidad de los suelos en el tramo 0+000 al 5+600 de la carretera Madrigal - Lari en el distrito de Madrigal, provincia de Caylloma - Arequipa. Estos ensayos se llevaron a cabo con el objetivo de evaluar los suelos utilizados como sustratos para la construcción de pavimentos en esta carretera y su capacidad de soporte en condiciones de carga y humedad específicas. El porcentaje de capacidad de soporte (CBR) se utiliza para clasificar los suelos en función de su capacidad de soporte relativa. El CBR se expresa en forma de porcentaje.

El CBR también tiene como objetivo evaluar la resistencia del suelo a la deformación y la capacidad de carga a largo plazo. En esta sección, presentaremos los resultados de CBR, examinando las variaciones observadas y cómo afectan el diseño y la construcción de pavimentos en Madrigal - Lari. En el proceso de diseño, la comprensión de la capacidad de soporte del suelo en varios lugares de la carretera dependerá de estos datos.

Tabla 25

Resumen de CBR tramo Madrigal - Lari

Ubicación	Calicata	CBR 95% MDS	CBR 100% MDS	Proctor modificado	
				Max. Densidad seca gr/cm ³	Optimo contenido de humedad %
0 + 020	C-1	22.65	43.39	1.867	8.99
1 + 000	C-2	25.33	33.78	1.991	9.42
2 + 000	C-3	2.06	11.30	1.952	8.75
3 + 000	C-4	22.67	29.40	1.967	9.79
4 + 000	C-5	24.28	28.31	1.883	10.71
5 + 000	C-6	22.66	27.14	1.991	8.30

En la tabla 25 muestra lo siguiente de los resultados obtenidos, en las calicatas se observa que los suelos de fundación CBR se tiene una resistencia del suelo a la deformación y la capacidad de carga a largo plazo al 95% un total 2.06% que indica la mínima en las calicatas C - 01, C - 02, C - 05 y C - 06 y un máximo de 25.3%.

CBR al 100% con mínimo 11.30% en la calicata C - 01, C - 03 y C - 04, con un máximo de 43.39%, lo cual nos indica que los ensayos de calicata presentan y proctor modificado la densidad máxima seca es rango 1.867 a 1.991 y el óptimo contenido de humedad es 8.30 a 19.71% del terreno de fundación.

5.2.3 Clasificación de los suelos del terreno de fundación

La clasificación de AASHTO y SUCS, son esenciales para diseñar y evaluar el estudio de la estructura del pavimento. La elección de uno sobre las propiedades específicas del suelo a evaluar. Ambos sistemas proporcionan resultados útiles, que se enfocan en diferentes aspectos del comportamiento del suelo.

Tabla 26

Clasificación de AASHTO y UCS del terreno de fundación

Tramos	Calicata	AASHTO	SUCS
0 + 020	C-1	A-2-4 (0)	SC
1 + 000	C-2	A-2-6 (1)	SC
2 + 000	C-3	A-2-4 (0)	SC
3 + 000	C-4	A-2-4 (0)	SC
4 + 000	C-5	A-7-6 (4)	SC
5 + 000	C-6	A-2-4 (0)	SC



Tabla 26 e describe la clasificación AASHTO, A-2-4 (0), A-2-6 (1) suelos con grava y arena limosas con arcilla y A-7-6 (4) tiene limo con alto contenido de arcilla. SUCS es SC tipo de suelo de arena arcillosa. los cuales favorecen buen suelo para la sub rasante y así mismo considerado también para subbase y base de la vía.

5.3 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CANTERAS

La evaluación se llevó a cabo en el estudio de tres canteras, donde se reconoció la ubicación con GPS y se realizaron las calicatas correspondientes para obtener muestras representativas para ver sus principales características físicas y mecánicas de acuerdo con las especificaciones técnicas de construcción de carreteras del MTC.

5.3.1 Descripción de las canteras

Las canteras utilizadas para la conformación de subrasante, base y subbase granulares se describen en el tramo de estudio, como se muestra a continuación. Los ensayos de laboratorio se muestran en los tres anexos.

Para el estudio, se seleccionaron tres canteras diferentes para proporcionar la máxima potencia y rendimiento del material granular. Estas canteras son las siguientes:

5.3.1.1 Cantera - Chilinpampa

La cantera Chilinpampa se encuentra a 3+480 Km de la distancia media de la vía y está compuesta por depósitos de materiales gruesos y finos con formas redondeadas a subredondeadas. Se compone de grava graduada, mezclas de grava, arena y limos. Se requiere realizar previamente el zarandeo para obtener la granulometría necesaria.



- **Ubicación:** la Cantera Chilinpampa se encuentra situado a una distancia de 3+480 Km. Respecto a la progresiva 0+000 Km.
- **Acceso:** para acceder a la Cantera Chilinpampa está a lado izquierdo de Km. 0+000 a 3+480 en la construcción de la vía.
- **Descripción de la cantera:** el material granular de la cantera cumple con los estándares de especificaciones técnicas de la MTC, el desgaste de abrasión los Ángeles tiene 25.10% y su rendimiento del 90%.
- **Volumen del material:** 25,000 m³
- **Usos:** material granular de relleno.
- **Rendimiento:** un rendimiento estimado del 90%.

5.3.1.2 Cantera - Tinigua

La cantera de Tinigua se encuentra en la progresiva 2+820, en el mismo tramo de la carretera Madrigal-Lari. Se compone de depósitos de materiales gruesos y finos con formas redondeadas a subredondeadas, compuestos por grava graduada, mezclas de grava, arena y limos. Se requiere realizar previamente el zarandeo para obtener la granulometría necesaria.

- **Ubicación:** la Cantera Tinigua se encuentra situado a una distancia de 2+820 Km. Respecto a la progresiva 0+000 Km.
- **Acceso:** para acceder a la Cantera Tinigua está a lado izquierdo de Km. 0+000 a 2+820 en la construcción de la vía.
- **Descripción de la cantera:** el material de esta cantera consiste en grava o mezcla de grava bien clasificada, con pocos o ningún fino,

con partículas con un índice de plasticidad IP 3.43%. La clasificación en el sistema unificado SUCS es GW (con grava bien graduada poco finos eso es la característica del suelo), y la clasificación en la clasificación AASHTO es A-1-a(0). el material granular de la cantera cumple con los estándares de especificaciones técnicas de la MTC, el desgaste de abrasión los Ángeles tiene 25.10%, (MTC E 207) y se puede utilizar como: base, subbase granular, y su rendimiento del 90%.

- **Volumen del material:** 35,000 m³
- **Usos:** material granular de relleno, base y subbase granular.
- **Rendimiento:** un rendimiento estimado del 90%.

Tabla 27

Resultado obtenido de la cantera Tinigua - subbase

CANTER	% QUE PASA				CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS							
	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL %	LP %	IP %	SU CS	AASH TO	Densidad Max.	Contenido de humedad	Abrasión los ángeles
A	47.			4.1	21.0	17.6	3.4		A-1-a			
Tinigua	2	34.3	11.6	3	6	3	3	GW	(0)	2.16	7.00%	25.10%

5.3.1.3 Diseño del suelo para base granular

Se realiza mediante pruebas de laboratorio de suelos, lo que nos permite determinar las características físicas del suelo. En el diseño de la base granular consideró el uso de dos canteras, la cantera Chilinpampa y Tinigua del material granular, la cantera Chilinpampa, ya que cumple con los requisitos técnicos y especificaciones técnicas de la norma del manual de carreteras MTC

La cantera indica que el material se encuentra dentro del rango granulométrico según especificaciones técnicas, el cual se utilizó para el diseño de cantera Chilinpampa 30% cantera Tinigua (agregado) 70% de acuerdo el material de cantera progresivamente 0+000 a 5+600 para el emplazamiento de la base granular.

A continuación, presentamos la siguiente tabla la cual nos muestra un resumen de los resultados de la cantera.

Tabla 28

Resumen de los ensayos de las canteras Chilinpampa – Tinigua (Base)

CANTE RA	% QUE PASA				CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS							
	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 20 0	L L %	L P %	IP %	SU CS	AASH TO	Densi dad Max.	Conten ido de humed ad	Abras ión los ángel s
Chilinp mpa + Tinigua	31. 20	20. 74	10. 51	5.5 0	N P	N P	N P	GW	A-1- a(0)	2.16	4.70%	25.10 %

Tabla 29

Resumen de los ensayos de las canteras Chilinpampa – Tinigua (base)

CANTER A	IP %	CB R	EQ, DE ARE NA	SALES SOLUB LES	CARAS FRACTUR ADAS	DURABILI DAD	CHA T. Y ALA RG	ABS. LOS ANGE LES	EVALUAC ION
Chilinp mpa + Tinigua	N P	83. 3	48.6 %	0.50%	84.85%	8.21%	3.57 %	25.10 %	Cumple

5.3.2 Control de calidad de la estructura granular

El control de calidad del estudio presente de las capas granulares de la base y subbase, en la progresiva se evaluaron del inicio desde 0+000 hasta 5+600 Km.

5.3.2.1 Cumplimiento de la estructura granular

El material debidamente preparado se extiende en la plataforma de la vía, utilizando la maquinaria motoniveladora adecuada, requeridos a la



estructura de base y subbase granular debe construirse con una capa compactada de 0,20 m de espesor, las capas se compactan para obtener una distribución uniforme del material granular.

5.3.2.2 La compactación

Luego de esparcido el material se debe compactar adecuadamente de 98 al 100% de compactación con el rodillo vibratorio o equipo adecuado y riego adicional para mantener la humedad de compactación. La compactación debe realizarse gradualmente desde la parte inferior en ambos lados hasta de la vía en construcción. Además, se debe mantener la estructura de la subbase y base granular, su control debe realizarse cada 250 metros cuadrados en la vía.



VI. CONCLUSIONES

- Los afloramientos de la geología y geomorfología local de la zona de estudio Madrigal – Lari se encuentra las rocas sedimentarias de depósitos aluviales que se extiende en el tramo Km. 0+000 al Km. 5+600 que se encuentran compuestos por gravas y arenas mal seleccionadas en una matriz, limo arenoso y alrededores rocas volcánicas cenozoicas y mesozoicas de Grupo Barroso se divide las secuencias, la cordillera del Barroso y el volcánico Hualca Hualca. Complejo Volcánico Misme, Grupo Tacaza, Formación Hualhuani y Formación Labra. Las unidades geomorfológicas se modelan a condiciones locales, Abanico Aluvial, Colina, Loma, Montaña y Terraza con pendientes de suave 6 a 10 grados a muy escarpado mayor a 60 grados.
- La caracterización del suelo de fundación en los tramos Km 0+000 al 5+600, se realizó calicatas a cielo abierto para realizar exploraciones desde la superficie del suelo de fundación una profundidad de 1.50 m. donde se tomó muestras representativas para hacer los ensayos en laboratorio. Se analizó el contenido de humedad que varía 3.20% a 24.40 %, IP 8.0 a 19, CBR (95 %) 2.06 a 25.33, CBR (100%) entre 11.30 a 43.39 y proctor modificado la densidad seca 1.867 a 1.991 gr/m³ su óptimo contenido de humedad 8.30 19.71%. Se realizó la clasificación de los suelos muestra como resultado AASHTO, A-2-4 (0), A-2-6 (1) y SUCS es SC.
- Las evaluaciones físicas y mecánicas se los suelos de acuerdo a la clasificación SUCS es GW (con grava bien graduada poco finos eso es la característica del suelo), y la clasificación en la clasificación AASHTO es A-1-a(0). El material granular de la cantera cumple con los estándares de especificaciones técnicas de



la MTC, el desgaste de abrasión los Ángeles tiene 25.10%, se utiliza como: base, subbase granular, y el rendimiento es de 90%. Para el diseño de la base granular se encuentra dentro del rango granulométrico según especificaciones técnicas, el cual se utiliza el diseño de cantera Chilinpampa 30% y cantera Tinigua (agregado) 70% de acuerdo el material de cantera para el emplazamiento de la base granular, y subbase granular, se realiza el compactado mediante el rodillo vibratorio para luego hacer control de calidad cada 250 metros cuadrados del tramo.



VII. RECOMENDACIONES

- Es importante la situación del clima para determinar la ejecución del tramo de la zona dado que condiciona la humedad natural y proctor modificado son determinantes en la ejecución de la subbase y base granular de cambios climáticos en diferentes estaciones meteorológicas.
- Para garantizar la confiabilidad de las canteras, se deben realizar ensayos de laboratorio cada 1000 m³ durante la etapa de explotación de las canteras, de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- Se recomienda que mediante el ensayo viga Benkelman para el tramo y tener en cuenta zonas críticas de la evaluación estructural de pavimentos en cada capa granulares de subbase y base.



VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, P. (2021). Ensayos de compactación – Proctor Normal y Proctor Modificado. <https://www.aulacarreteras.com/ensayo-proctor/>
- Angelone, S., & Garibay, M. (2020). Geología y Geotecnia (Vol. 6).
- Atencio, L. (2019). Evaluación geotécnica de la carretera Calacota - Santa Rosa de Huayllata tramo 6+000 al 14+000, distrito de Ilave - el Collao - Puno [Altiplano Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barreto, T. (2016). Terreno de fundación. <https://es.slideshare.net/slideshow/terreno-de-fundacion-2/64132754>
- Botia, W. (2015). Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Calculo. Universidad Nueva Granada.
- Bowles, J. E. (1981). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. In Foreign Affairs (LIBROS McG, Vol. 91, Issue 5).
- De La Cruz, U., & Castrejon, K. (2019). Evaluación de la carretera que une los Caseríos Cruz Colorada – Cenolen del distrito de Pías – provincia de Pataz – región de La Libertad, propuesta de mejora - 2019 [Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/41952>
- Duque, G. (2003). Clasificación de Suelos (pp. 78–88). Universidad Nacional de Colombia.
- Flores, C. (2015). Egresado analiza método alternativo para predecir CBR en diseño de pavimentos. Universidad de Piura. <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/01/metodo-alternativo-cbr/>
- García, R., Dávila, L., & Alba, J. (2021). Indicaciones sobre la evaluación de la infraestructura de carreteras para Cuba. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 15(3), 1–11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193969257006>
- Higuera, C., Burgos, J., & Uribe, S. (2008). Evaluación geotécnica y condiciones



- climático-ambientales en carreteras destapadas. Facultad de Ingeniería, 17(25), 27–38. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413940758004>
- Huillcaya, M., & Alata, M. (2017). Evaluación geotécnica del tramo carretero Langui - Ccolpahuayco del distrito de Langui, provincia de Canas [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/2393>
- INGEMMET. (2015). Investigación y del Deslizamiento de Lari. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA_PUBLICAR/INGEMMET/Informe Lari final_low.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA_PUBLICAR/INGEMMET/Informe_Lari_final_low.pdf)
- Juárez, E., & Rico, A. (2005). Mecánica de suelos, Tomo I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos (Limusa Nor).
- La Librería del Ingeniero. (2024). Conceptos Básicos de Pavimentos. La Librería Del Ingeniero. <https://www.libreriaingeniero.com/2020/06/conceptos-basicos-de-pavimentos.html>
- Lujano, L. (2021). Estudio geotecnico para el mejoramiento de la carretera Pomata-Yorohoco(PU 675), provincia de Chucuito-Puno. [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16672>
- Maron, A. (2015). Evaluacion Geologica y Geotecnica de la carretera Llache – Cala Cala - Progresivas 00+00 al 17+640 – Pedro Vilcapaza – San Antonio de Putina [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2247>
- Monteverdez, C. (2018). Componentes de la Estructura de Pavimento Flexible. IngeCivil. <https://www.ingecivil.net/2018/01/17/procedimiento-de-diseno-de-pavimento-flexible/componentes-de-la-estructura-de-pavimento-flexible-autor-claudia-monteverdez/>
- MTC. (2013). Manual de Carreteras. In MTC.
- MTC. (2015). Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10 EG 2013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC_NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10 EG 2013.pdf)



- Nicolás, J. (2018). Evaluación de la infraestructura vial de la carretera Huellapampa - Anta, Distrito de Moro. Propuesta de Solucion Ancash - 2018 [Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/30969>
- Novela, L. (2017). Procedimiento para la evaluación geotécnica de las obras viales. Instituto Superior Minero Metalurgico de Moa.
- Otazu, V. (2021). Universidad Privada De Tacna Facultad De Ingenieria Escuela Profesional De Ingenieria Civil. Universidad Privada de Trujillo.
- Pérez, J. (2021). Fundamentos de Ingeniería Civil.
<https://www.doccity.com/es/estructura-de-pavimento/7921200/>
- Pomacosi, W. (2016). “Evaluacion Geotecnica De La Carretera Emp. 3S (Puno) – Vilque – Mañazo – Emp. 34a (Huataquita)” [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4192>
- Senamhi. (2021). Climas en el Peru. In Senamhi (Vol. 1).
- Tello, E., & Soret, J. (2015). Número de ciclos patrón a nivel de capa de afirmado para obtener el óptimo grado de compactación, utilizando métodos: cono de arena y densímetro nuclear; en el acceso principal a Conga, Cajamarca 2015 [Universidad Privada de Norte]. <https://core.ac.uk/download/pdf/81252262.pdf>
- Zambrano, M., & Tejada, E. (2019). Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. 13(3), 1–11. <https://www.redalyc.org/journal/1939/193961007002/html/#:~:text=Una base granular está formada,una capa integrante del pavimento.>



ANEXO



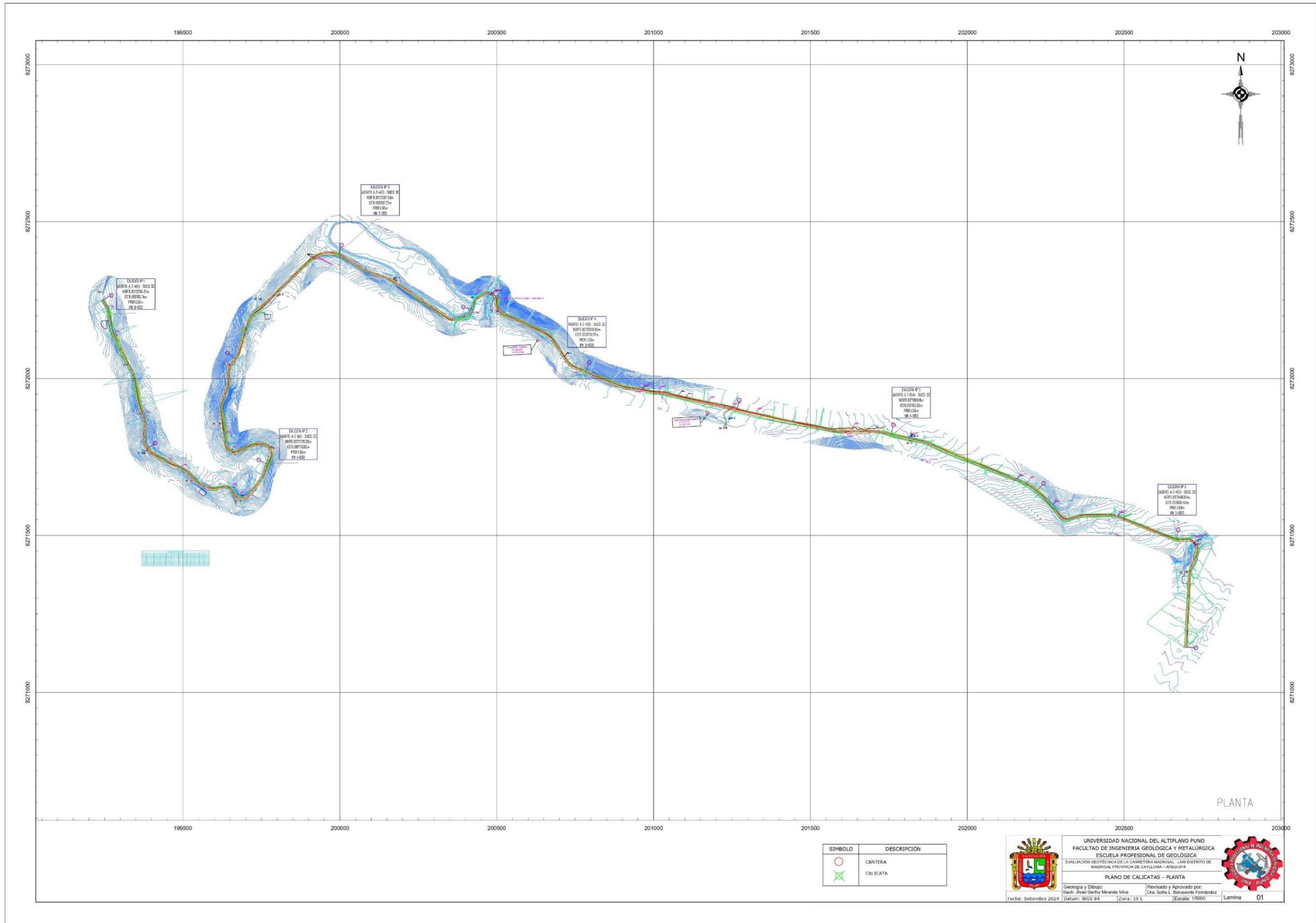
ANEXO 01

1. MAPA CALICATAS

2. MAPA PERFIL GEOLÓGICA - GEOTÉCNICA

3. MAPA SECCIÓN TRANSVERSAL

4. MAPA DE RIESGOS



PLANTA

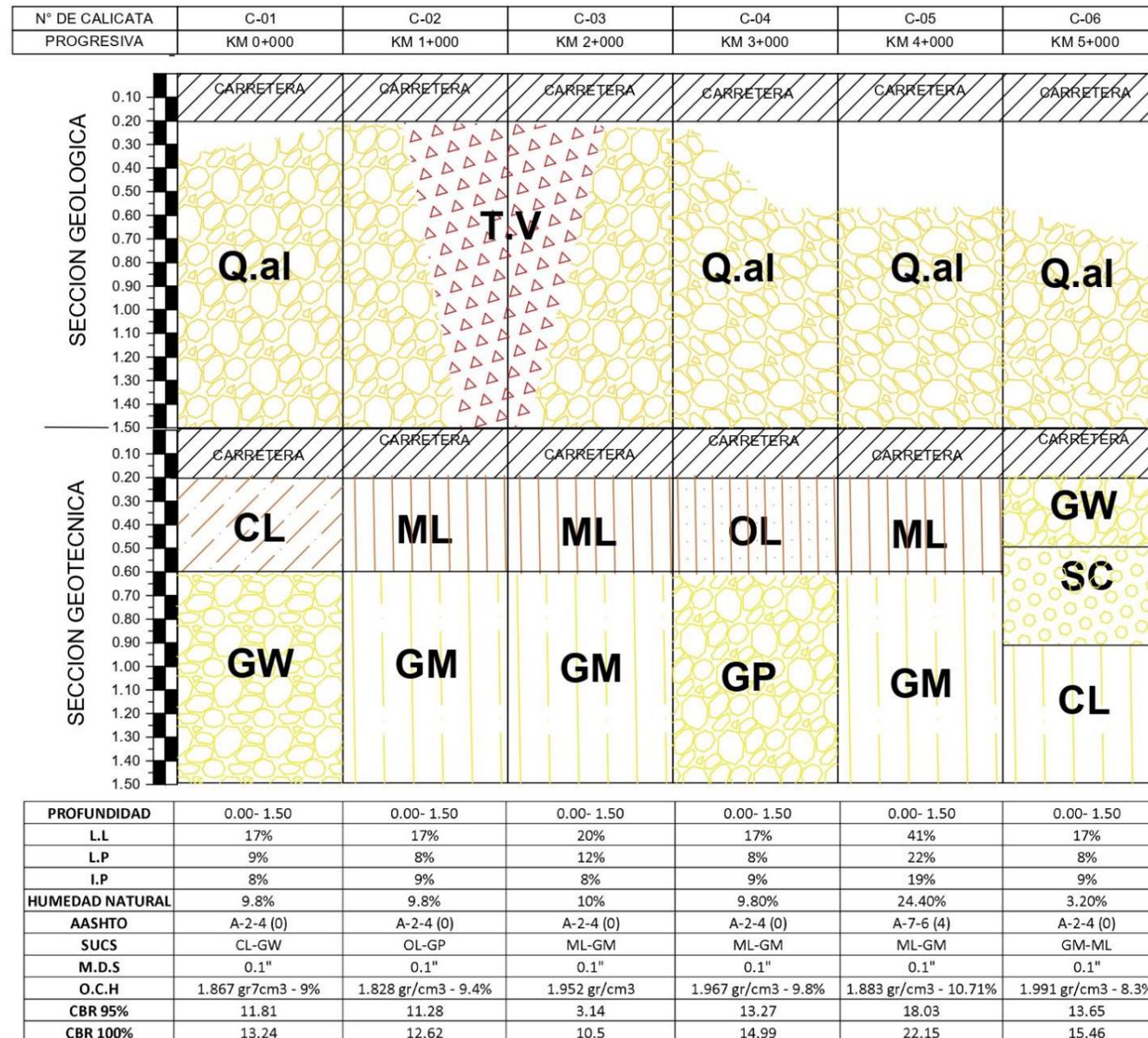
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CANTERA
	CALICATA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE GEOLÓGICA
 EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE
 MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA



Geología y Dibujo: Blach Jhoni Berthy Miranda Vilca
 Revisado y Aprobado por: Dra. Sofía L. Benavente Fernández
 Fecha: Setiembre 2024 Datum: WGS 84 Zona: 19 U Escala: 1:5000 Lamina 01





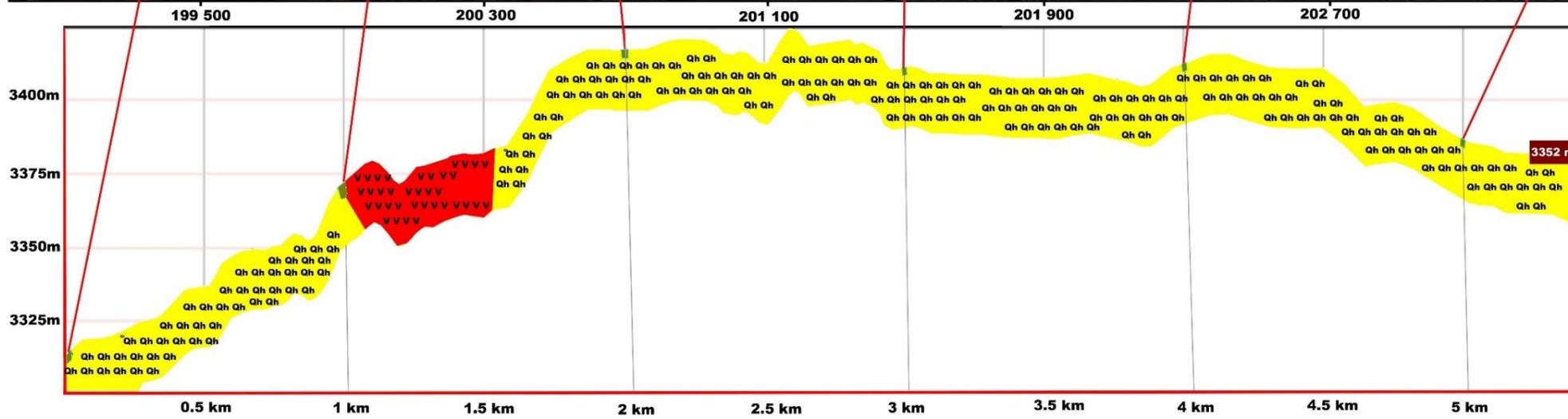
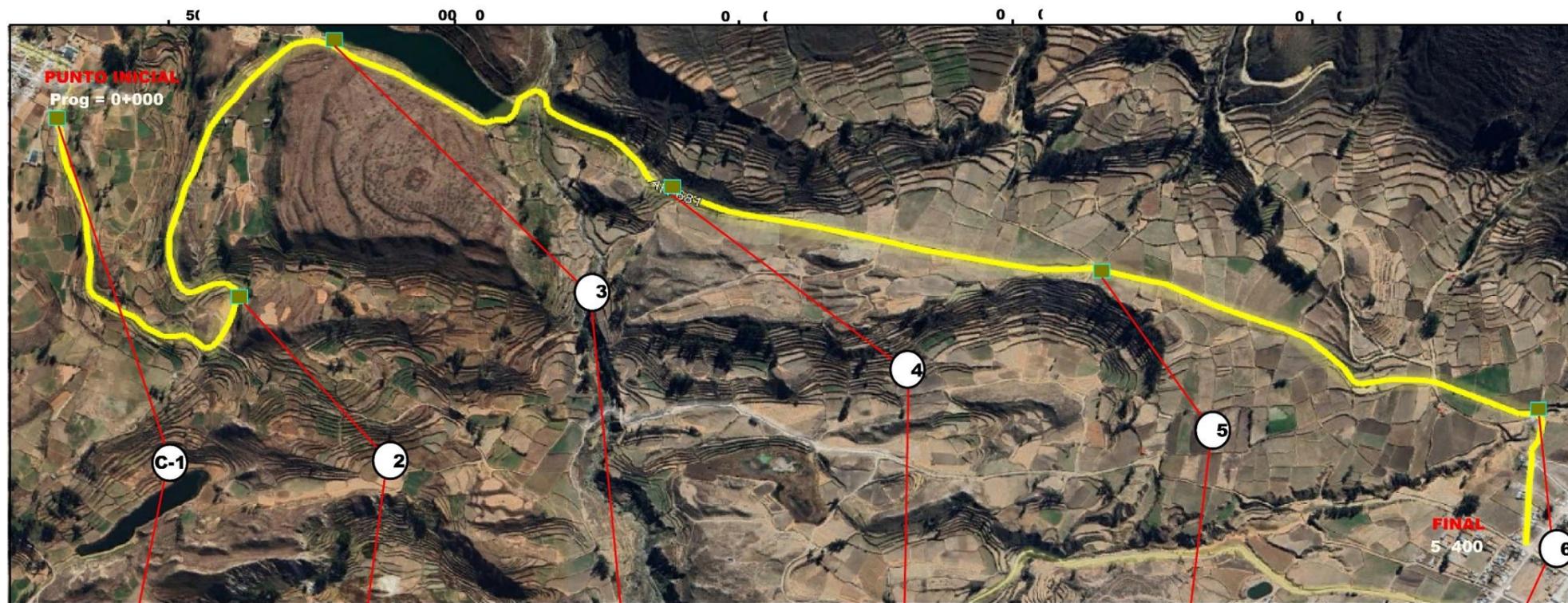
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE GEOLÓGICA

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

MAPA DE PERFIL DE SECCION GEOLOGICA Y GEOTECNICA



Geología y Dibujo: Bach. Joel Berthy Miranda Vilca	Revisado y Aprobado por: Dra. Sofía L. Benavente Fernández	
Fecha: Setiembre 2024	Datum: WGS 84	Zona: 19 L
	Escala: -	Lamina 02



LEYENDA	
 Cuaternario	 Carretera
 Volcanico	 Calicata

	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	ESCALA 1-5000
	EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL-LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA-AREQUIPA	MAPA C-03
TITULO MAPA DE SECCION TRANSVERSAL		
GEOLOGIA Y DIBUJO Bach. Jhoel Berthy Miranda Vilca		
REVISADO Y APROVADO POR Dra. SoRa L. Benavente Fernandez		

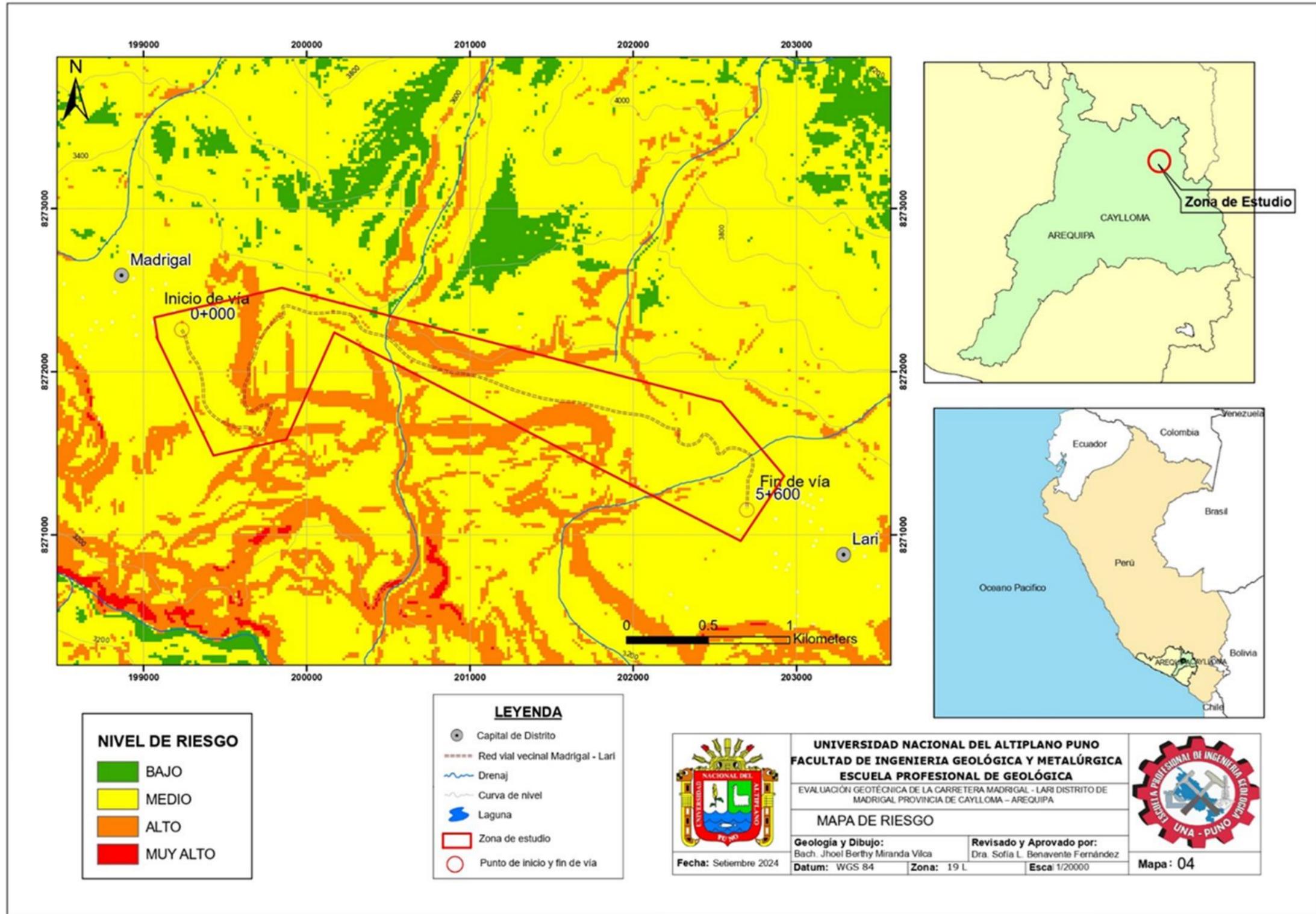


ANALISIS DEL RIESGO

El escenario de riesgo es el resultado de la interacción del peligro y la vulnerabilidad, para el área de estudio con es la vía Madrigal – Lari el escenario se tiene enmarcado al fenómeno de movimientos en masa, el escenario se obtuvo con la finalidad de identificar zonas/áreas de potencial riesgo, ante la ocurrencia de fenómenos naturales de tipo movimientos en masa

En base a la evaluación del escenario de riesgo para la vía Madrigal – Lari, se ha realizado la estimación del riesgo en niveles de riesgo muy alto, alto, medio y bajo con fin de identificar si la vía Madrigal - Lari presenta mayor o menor riesgo ocasionado por los peligros identificados en la zona de estudio.

Se ha evaluado la vía Madrigal – Lari, según la clasificación existe 4895 m de vía con un nivel de riesgo medio que representa un 89% del total, asimismo ha resultado un total de 605 m de vía con riesgo de nivel alto que representa el 11% del total de la vía con un nivel de riesgo medio, por lo tanto, en la vía Madrigal – Lari las vías con niveles de riesgo medio es de mayor extensión y la vía con niveles de riesgo alto son de menor extensión





ENSAYOS DE LABORATORIO

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO

02



 EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										CALICATA: C - 01		
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO												
ESTUDIO		EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										
UBICACION		CARRETERA MADRIGAL - LARI				PROFUNDIDAD		1.50 m				
PROGRESIVA		IZQUIERDO				ELABORADO POR		F.M.C.M				
MARGEN		0+000		N	8272247.610		FECHA		Abr-21			
				E	199242.320							
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLOGIA	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO			
							SUCS	ASSTHO				
	0.10	0.20 m	NO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO	E-1		9.80%			RELLENO DE VIA De 0.10m - 1.40m. Terreno de color pardo oscuro conformado por una matriz arena arcillosa con mezcla de grava de mediana plasticidad que se clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS como un CL- GW; y en el sistema de clasificacion AASHTO como un A-2-4 (0). La matriz presenta 62.6% de arena, 37.4% de grava y 24.9% de finos, lo que indica que es un suelo grava con mezcla de arena arcilloso de mediana plasticidad y baja compresibilidad. Lo cual, segun el indice de grupo se le puede clasificar como un material bueno.			
	0.20											
	0.30											
	0.40	0.50 m		E-2				CL				
	0.50											
	0.60											
	0.70											
	0.80	0.80 m		E-3				GW				A-2-4(0)
	0.90											
	1.00											
	1.10											
	1.20											
	1.30											
	1.40											
	1.50											



INGENIERO CIVIL
C.P. N° 36852

EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										CALICATA: C - 02		
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO												
ESTUDIO		EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										
UBICACION		CARRETERA MADRIGAL - LARI				PROFUNDIDAD		1.50 m				
PROGRESIVA		DERECHO				ELABORADO POR		F.M.C.M				
MARGEN		1+000		N	8271 729.380		FECHA		Abr-21			
				E	199773.050							
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD D m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLOGIA	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO			
							SUCS	ASSTHO				
	0.10	0.20 m	NO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO	E-1		9.80%			RELLENO			
	0.20											
	0.30	0.60 m		E-2				OL	A-2-4(0)	De 0.10m - 1.70m. Terreno de color pardo grisaceo conformado con una matriz grava mal graduada con arena con particulas redondeadas a sub redondeadas con mezcla de arcilla limosa de mediana plasticidad con presencia de bolones que se clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS como un OL - GW; y en el sistema de clasificacion AASHTO como un A-2-4 (0). La matriz presenta 62.6% de arena, 37.4% de grava y 24.9% de finos, lo que indica que es un suelo grava con mezcla de arena arcillo limoso de mediana plasticidad y baja compresibilidad. Lo cual, segun el indice de grupo se le puede clasificar como un material bueno.		
	0.40											
	0.50											
	0.60											
	0.70											
	0.80											
	0.90	0.80 m		E-3				GP				
	1.00											
	1.10											
	1.20											
	1.30											
	1.40											
	1.50											
	1.60											

INGENIERO CIVIL
CIP Nº 941832

EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										CALICATA: C - 03			
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO													
ESTUDIO		EVALUACION GEO TECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA											
UBICACION		CARRETERA MADRIGAL - LARI				PROFUNDIDAD		1.60 m					
PROGRESIVA		IZQUIERDO				ELABORADO POR		F.M.C.M					
MARGEN		2+000		N	827 239 7.580		FECHA		Abr-21				
				E	199992.220								
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLOGIA	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO				
							SUCS	ASSTHO					
	0.10	0.20 m	NO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO	E-1		10%			RELLENO				
	0.20												
	0.30												
	0.40	0.50 m		E-2				ML		De 0.10m - 1.40m. Terreno de color pardo oscuro conformado por una matriz grava limosa con arena con mezcla de limos inorganico de mediana plasticidad que se clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS como un GM-ML; y en el sistema de clasificacion AASHTO como un A-2-4 (0). La matriz presenta 51.4% de arena, 48.6% de grava y 20.8% de finos, lo que indica que es un suelo grava con mezcla de arena limoso de mediana plasticidad y baja compresibilidad. Lo cual, segun el indice de grupo se le puede clasificar como un material bueno.			
	0.50												
	0.60												
	0.70	0.50 m		E-3				GM	A-2-4 (0)				
	0.80												
	0.90												
	1.00												
	1.10												
	1.20												
	1.30												
	1.40												
	1.50												

INGENIERO CIVIL
CIP Nº 34932



 EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										CALICATA: C - 04	
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO											
ESTUDIO		EVALUACION GEO TECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA									
UBICACION		CARRETERA MADRIGAL - LARI				PROFUNDIDAD		1.50 m			
PROGRESIVA		DERECHO				ELABORADO POR		F.M.C.M			
MARGEN		3+000		N	8272020.860		FECHA		Abr-21		
				E	200779.970						
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD D m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLOGIA	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO		
							SUCS	ASTHO			
	0.10	0.20 m		E-1					RELLENO		
	0.20										
	0.30	0.40 m		E-2		9.80%	ML	A-2-4 (0)	De 0.10m - 1.40m. Terreno de color pardo oscuro conformado por una matriz grava limosa con arena con mezcla de limos inorganico de mediana plasticidad que se clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS como un GM-ML.; y en el sistema de clasificacion AASHTO como un A-2-4 (0). La matriz presenta 51.4% de arena, 48.6% de grava y 20.8% de finos, lo que indica que es un suelo de grava y arenas limoso de mediana plasticidad y baja compresibilidad. Lo cual, segun el indice de grupo se le puede clasificar como un material bueno.		
	0.40										
	0.50										
	0.60										
	0.70	0.90 m		E-3		9.80%	GM				
	0.80										
	0.90										
	1.00										
	1.10										
	1.20										
	1.30										
	1.40										
	1.50										



INGENIERO CIVIL
CIP N° 34832

EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA										CALICATA: C - 05	
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO											
ESTUDIO		EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA									
UBICACION		CARRETERA MADRIGAL - LARI					PROFUNDIDAD		1.40 m		
PROGRESIVA		IZQUIERDO					ELABORADO POR		F.M.C.M		
MARGEN		4+000		N	8271819.180		FECHA		Abr-21		
		E	201760.050								
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLOGIA	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO		
							SUCS	ASSTHO			
	0.10	0.20 m	NO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO	E-1		24.40%			RELLENO DE VIA De 0.20m - 1.40m. Terreno de color pardo oscuro conformado por una matriz grava arcillolimosa de mediana plasticidad que se clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS como un GM-ML; y en el sistema de clasificacion AASHTO como un A-7-6(4). La matriz presenta 93.7% de arena, 6.3% de grava y 41.7% de finos, lo que indica que es un suelo arcilloso de mediana plasticidad. Lo cual, segun el indice de grupo se le puede clasificar como un material regular a insuficiente. Suelo humedo.		
	0.20										
	0.30										
	0.40	0.40 m		E-2			GM				
	0.50										
	0.60										
	0.70	0.90 m	E-3		ML						
	0.80										
	0.90										
	1.00										
	1.10										
	1.20										
	1.30										
	1.40										
	1.50										

INGENIERO CIVIL
CIP 143832

		EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA				CALICATA: C - 06			
PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO									
ESTUDIO		EVALUACION GEOTECNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL - PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA							
UBICACIÓN		CARRETERA MADRIGAL - LARI			PROFUNDIDAD		1.50 m		
PROGRESIVA		DERECHO			ELABORADO POR		F.M.C.M		
MARGEN		0+00	N	8271475.830	FECHA		Abr-21		
			m	202711.660					
ESCALA GRAFICA	PROFUNDIDAD D m.	LONGITUD DE TRAMO m.	N.F. m.	MUESTRA OBTENIDA	SIMBOLOGIA	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACION		DESCRIPCION DEL SUELO
							SUCS	ASSTHO	
	0.10	0.20 m	NO HAY PRESENCIA DE NIVEL FREATICO	E-1		3.20%			RELLENO De 0.20m - 1.40m. Terreno de color pardo oscuro conformado por una matriz arena arcillosa con mezcla de grava de mediana plasticidad con particulas angulosas a subangulosas que se clasifica en el sistema unificado de clasificacion de suelos SUCS como un GW-S-C; y en el sistema de clasificacion AASHTO como un A-2-4 (0). La matriz presenta 62.6% de arena, 37.4% de grava y 24.9% de finos, lo que indica que es un suelo grava con mezcla de arena arcillosa de mediana plasticidad y baja compresibilidad. Lo cual, segun el indice de grupo se le puede clasificar como un material bueno.
	0.20			E-2			GW		
	0.30	0.30 m		E-3			SC		
	0.40			E-4			CL		
	0.50	0.50 m							
	0.60								
	0.70								
	0.80								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20								
	1.30								
	1.40								
	1.50								


INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 34502



ENSAYOS DE LABORATORIO TERRENO DE FUNDACIÓN

03



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

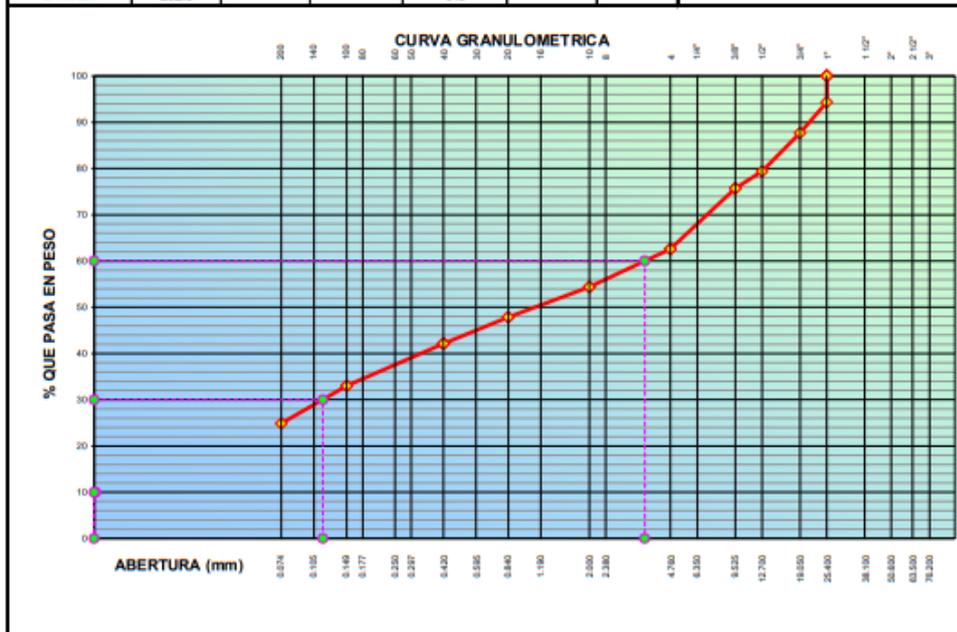
TRAMO : MADRIGAL - LARI
SECTOR : KM 0+050

MATERIAL: Terreno Fundacion Nº MUESTRA : E-1
CALICATA: C-01 PROFUNDIDAD: 1.50 M TECNICO LAB.: F.M.C.M
PROGRESIVA : 0+000 L/I LUGAR DE MUESTREO: Campo FECHA: 05/Abr/21

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107, AASHTO T 88, ASTM D 422)

TAMICES	MATERIAL RETENIDO				MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	Ø	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		max. (%)	min. (%)	
Pulg.	mm							
3"	76.20							% DE HUMEDAD : 9.8
2 1/2"	63.50							% DE GRAVA : 37.4
2"	50.80							% DE ARENA : 62.6
1 1/2"	38.10							% QUE PASA Nº 200 : 24.9
1"	25.40	301.5	5.7	5.7	94.3			TAMAÑO MÁXIMO : 76.20
3/4"	19.05	353.0	6.6	12.3	87.7			PESO INICIAL : 5.323.0
1/2"	12.70	444.0	8.3	20.6	79.4			PORCIÓN FINOS : 634.0
3/8"	9.53	194.5	3.7	24.3	75.7			L.L. : 17 %
1/4"	6.35							L.P. : 9 %
Nº4	4.75	699.5	13.1	37.4	62.6			I.P. : 8 %
Nº8	2.36							CLASIF. SUCS : SC
Nº10	2.00	83.0	8.2	45.6	54.4			NOMBRE GRUPO: Arena arcillosa con grava
Nº16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-24 (0)
Nº20	0.85	66.0	6.5	52.1	47.9			DESCRIP. AASHTO: BUENO
Nº30	0.60							OBSERVACIONES:
Nº40	0.42	58.0	5.7	57.9	42.1			
Nº50	0.30							
Nº60	0.25							
Nº80	0.18							
Nº100	0.15	92.5	9.1	67.0	33.0			
Nº140	0.11							
Nº200	0.074	82.5	8.1	75.1	24.9			
BANDEJA		252.0			0.0			




INGENIERO CIVIL
C.P. Nº 5183



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

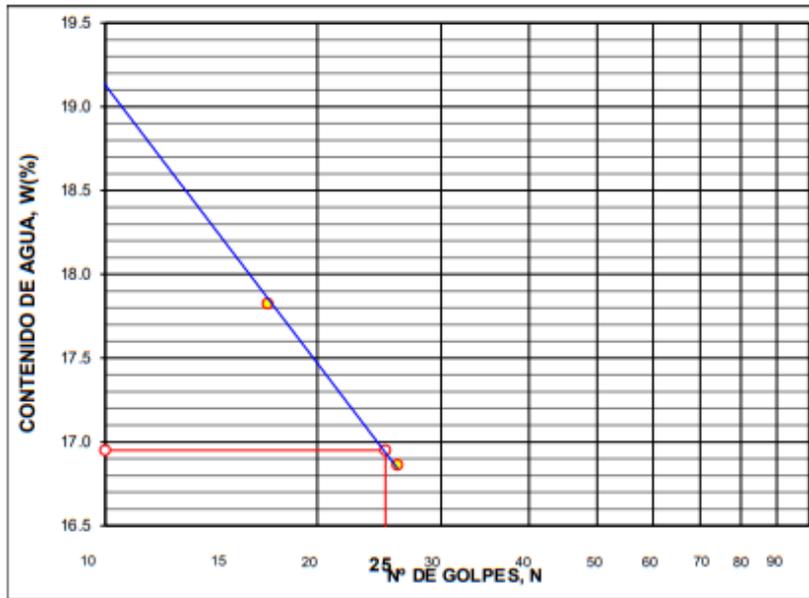
PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA.
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Fundacion	Nº MUESTRA:	E-1	TECNICO LAB.:	F.M.C.M
CALICATA:	C-01	PROFUNDIDAD:	1.50 M	LUGAR DE MUESTREO:	Campo
PROGRESIVA:	0+000 L.I			FECHA:	05/04/21

LIMITES DE CONSISTENCIA
(MTC E110, MTC E111, AASHTO T 89, AASHTO T 90, ASTM D 4318)

LIMITE LIQUIDO (LL)					
NUMERO DE GOLPES, N	9	17	26		
Nº DEL DEPOSITO	9	5	11		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	23.31	20.82	19.33		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	19.91	18.05	16.90		
PESO DEL AGUA	3.40	2.77	2.43		
PESO DEL DEPOSITO	2.38	2.51	2.49		
PESO DEL SUELO SECO	17.53	15.54	14.41		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	19.40	17.82	16.86		

LIMITE PLASTICO (LP)					
Nº DEL DEPOSITO	a	b	c		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	28.50	24.60	24.10		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	27.90	24.03	23.35		
PESO DEL AGUA	0.60	0.57	0.75		
PESO DEL DEPOSITO	19.40	16.72	16.40		
PESO DEL SUELO SECO	8.50	7.31	6.95		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.60	0.57	0.75		
% DE HUMEDAD	7.06	7.80	10.79		



LL =	17 %
LP =	9 %
LP =	8 %

OBSERVACIONES:


 Ing. David Torres
 INGENIERO CIVIL
 (CP Nº 1682)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Fundacion	Nº MUESTRA :	E-1	TECNICO LAB:	F.M.C.M
CANTERA:	C-01	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	0+000 L/I	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108, ASTM D 2216)

Nº RECIPIENTE	4	6		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	416.0	513.5		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	376.5	470.5		
PESO DEL AGUA	39.5	43.0		
PESO DEL RECIPIENTE	0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO	376.5	470.5		
% DE HUMEDAD	10.5	9.1		
PROMEDIO				9.8


INGENIERO CIVIL
CP. Nº 91832

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

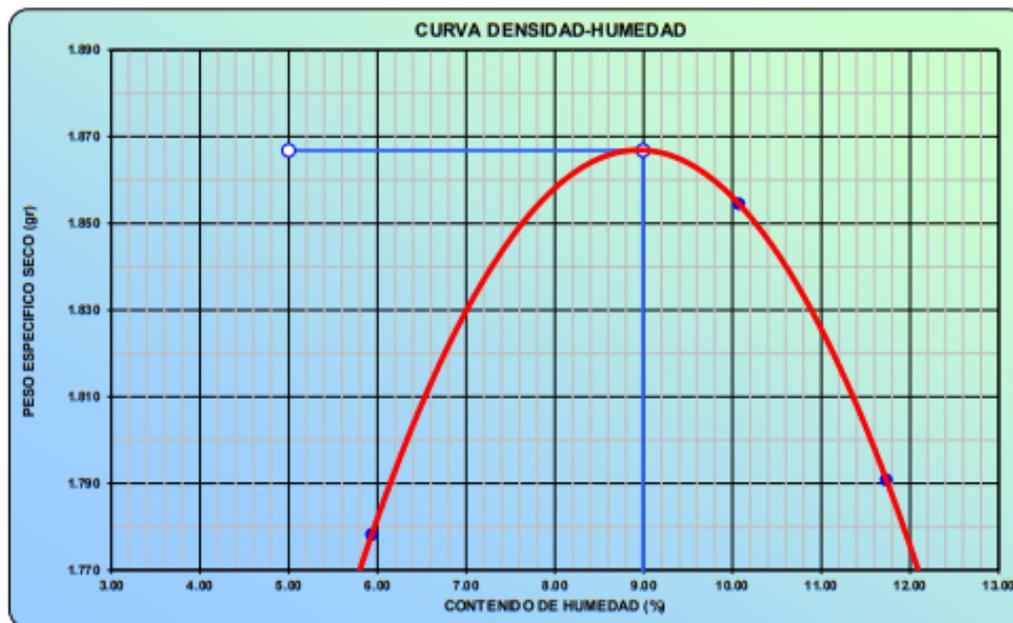
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Fundacion	Nº MUESTRA :	E-1	TECNICO LAB:	F.M.C.M
CALICATA:	C-01	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	0+000 LI	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E115, AASHTO T-180, ASTM D1557)

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2108 m3	MOLDE Nº:	2
COMPACTACION					
Nº ENSAYO		1	2	3	
PESO MOLDE + SUELO	(gr)	9333.0	9665.0	9680.0	
PESO MOLDE	(gr)	5362	5362	5362	
PESO SUELO COMPACTADO	(gr)	3971	4303	4218	
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm ³)	1.884	2.041	2.001	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
RECIPIENTE Nº		14	25	31	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(gr)	683.5	687.2	692.2	
PESO SUELO SECO + TARA	(gr)	645.2	624.3	619.5	
PESO DEL AGUA	(gr)	38.3	62.9	72.7	
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	645.2	624.3	619.5	
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	5.936	10.075	11.735	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.778	1.854	1.791	

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.867 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.99 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------



<p>INGENIERO CIVIL GR.F.M.M.I.</p>
--



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Fundacion	N° MUESTRA: E-1	LABORATORISTA: F.M.C.M
GALICATA: C-01	PROFUNDIDAD: 1.80 M	FECHA: 06/04/21
PROGRESIVA: 0+000 LI	LUGAR DE MUESTREO: Campo	ANILLO: A

ENSAYO DE C.B.R

MTCE 152, ANEXO T165, ASTM D 1583

Molde N°	1	2	3			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	13078	12729	12685			
Peso de molde (gr.)	7771	7697	7756			
Peso del suelo húmedo (gr.)	5307	5032	4930			
Volumen del molde (cm3)	2233	2243	2238			
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.377	2.243	2.203			
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (gr.)	668.00	666.50	671.00			
Tara + Suelo seco (gr.)	629.50	628.00	631.50			
Peso del Agua (gr.)	38.50	38.50	39.50			
Tara (gr.)						
Peso del suelo seco (gr.)	629.50	628.00	631.50			
Humedad (%)	6.12	6.13	6.25			
Densidad seca (gr/cm3)	2.246	2.114	2.073			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO H.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/04/2021	07:40	0	8.4	0.000	0.000	9.3	0.000	0.000	7.8	0.000	0.000
7/04/2021	08:00	24	9.3	0.006	0.569	10.4	0.006	0.618	8.2	0.002	0.243
8/04/2011	07:50	48	9.4	0.006	0.615	10.4	0.006	0.624	8.3	0.003	0.260

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N°		1		MOLDE N°		2		MOLDE N°		3	
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Kg (div.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial (div.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%	Dial (div.)	Kg/cm2	Kg/cm2	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		91	4.7			56	2.9			37	1.9		
1.27		174	9.0			120	6.2			81	4.2		
1.91		271	14.1			186	9.6			130	6.7		
2.54	70.31	364	18.9	25.12		264	13.7	18.94		193	10.0	17.26	
3.81		517	26.9			386	20.0			298	15.5		
5.08	105.46	600	31.2	29.26		473	24.6	22.74		417	21.7	21.00	
6.35		674	35.0			517	26.9			503	26.1		
7.62		732	38.0			574	29.8			547	28.4		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

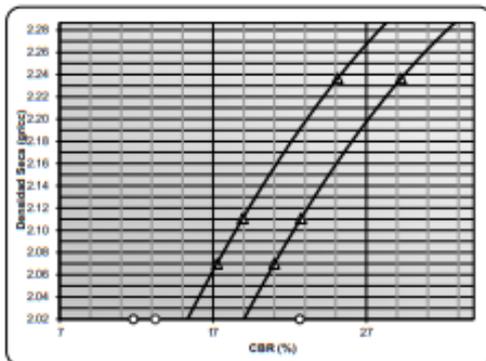
PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LAR DISTRICTO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LAR

MATERIAL:	Terreno Fundación	N° MUESTRA:	B-1	LABORATORISTA:	F.M.C.M
CAJICATA:	C-08	PROFUNDIDAD:	1.80 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	0+000 L.R	LUGAR DE MUESTREO:	Cerrojo		

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION

MTCE 132, ASHTO T193, ASTM D 1583

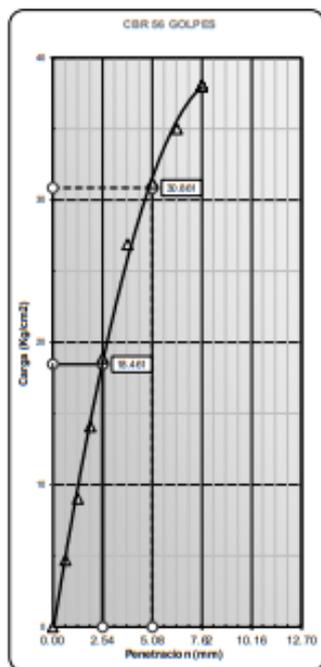


CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	33.24
CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	11.81

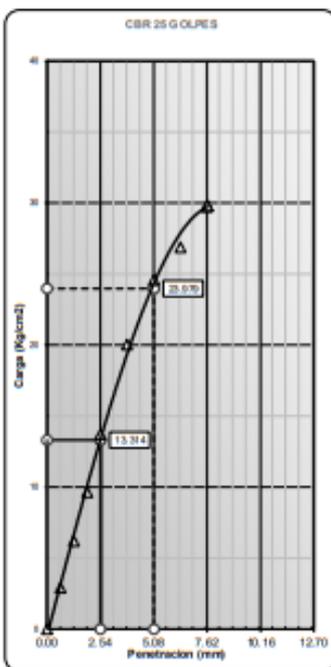
CBR AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	43.39
CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	22.65

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.867 gr/cc
Humedad Opt.	9.0 %

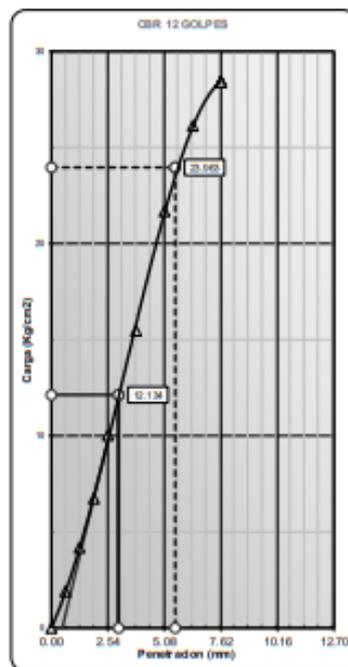
OBSERVACIONES:



C.B.R. (0.1")-56 GOLFES : **25.12**
C.B.R. (0.2")-56 GOLFES : **29.26**



C.B.R. (0.1")-25 GOLFES : **18.94**
C.B.R. (0.2")-25 GOLFES : **22.74**



C.B.R. (0.1")-12 GOLFES : **17.26**
C.B.R. (0.2")-12 GOLFES : **21.00**





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

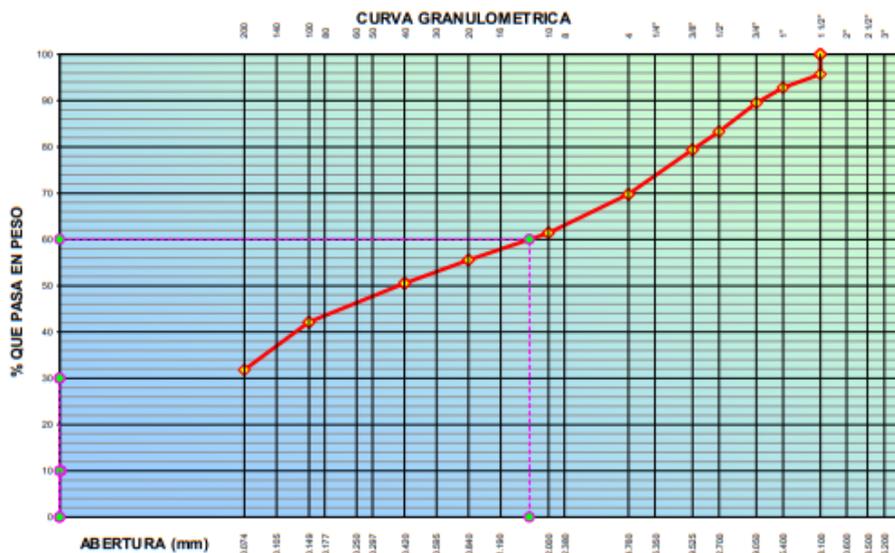
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural	Nº MUESTRA: E-2	ING. RESP.: F.M.C.M
CALICATA: C-02	PROFUNDIDAD: 1.60 M	FECHA: 5/04/2021
PROGRESIVA: 1+000 LD	LUGAR DE MUESTREO: Campo	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107, AASHTO T 88, ASTM D 422)

TAMICES	MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	Ø	PESO (g)	PARCIAL (%)		ACUMULADO (%)	max (%)		min (%)
3"	76.20						% DE HUMEDAD : 5.6
2 1/2"	63.50						% DE GRAVA : 30.2
2"	50.80						% DE ARENA : 69.8
1 1/2"	38.10	245.0	4.3	4.3	95.7		% QUE PASA Nº 200 : 31.8
1"	25.40	165.5	2.9	7.2	92.8		TAMAÑO MÁXIMO : 76.20
3/4"	19.05	191.0	3.3	10.5	89.5		PESO INICIAL : 5,727.0
1/2"	12.70	355.5	6.2	16.7	83.3		PORCIÓN FINOS : 6.16.0
3/8"	9.53	222.5	3.9	20.6	79.4		L.L. : 25 %
1/4"	6.35						L.P. : 11 %
Nº 4	4.75	551.0	9.6	30.2	69.8		I.P. : 13 %
Nº 8	2.36						CLASIF. SUCS : SC
Nº 10	2.00	74.0	8.4	38.6	61.4		NOMBRE GRUPO: Arena arcillosa con grava
Nº 16	1.19						CLASIF. AASHTO : A-2-6 (1)
Nº 20	0.85	51.5	5.8	44.4	55.6		DESCRIP. AASHTO: REGULAR
Nº 30	0.60						OBSERVACIONES:
Nº 40	0.42	44.5	5.0	49.5	50.5		
Nº 50	0.30						
Nº 60	0.25						
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15	74.0	8.4	57.9	42.1		
Nº 140	0.11						
Nº 200	0.074	91.0	10.3	68.2	31.8		
BANDEJA		281.0			0.0		





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-2
CALICATA:	C-02	PROFUNDIDAD :	1.60 M
PROGRESIVA:	1+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO :	Campo
		ING. RESP. :	F.M.C.M
		FECHA :	05/04/21

LIMITES DE CONSISTENCIA

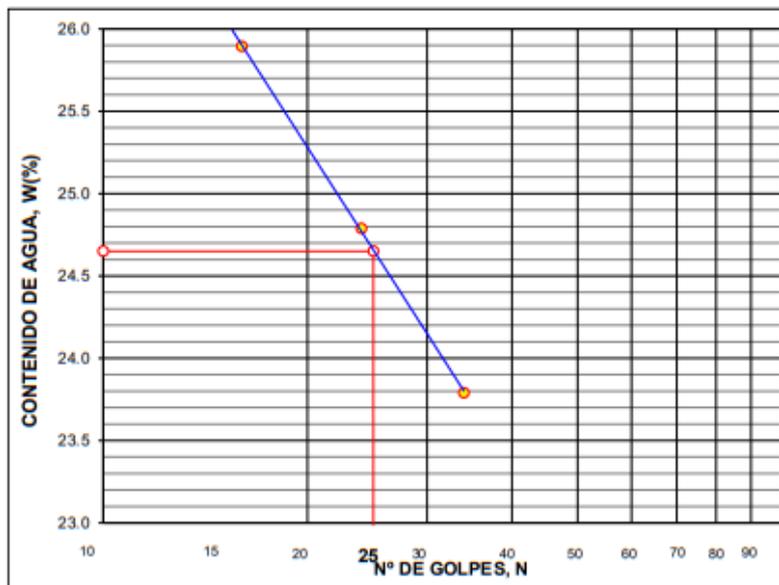
(MTC E110, MTC E111; AASHTO T 89, AASHTO T 90, ASTM D 4318)

LIMITE LIQUIDO (LL)

NUMERO DE GOLPES, N	16	24	34
N° DEL DEPOSITO	24	6	25
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	28.45	30.56	25.16
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	24.11	25.85	21.47
PESO DEL AGUA	4.34	4.71	3.69
PESO DEL DEPOSITO	7.35	6.85	5.96
PESO DEL SUELO SECO	16.76	19.00	15.51
CONTENIDO DE AGUA (w%)	25.89	24.79	23.79

LIMITE PLASTICO (LP)

N° DEL DEPOSITO	a	b	c
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	32.97	25.53	24.72
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	32.84	24.65	24.21
PESO DEL AGUA	0.13	0.88	0.51
PESO DEL DEPOSITO	27.95	19.85	20.15
PESO DEL SUELO SECO	4.89	4.80	4.06
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.13	0.88	0.51
% DE HUMEDAD	2.66	18.33	12.56



LL = 25 %

L.P. = 11 %

I.P. = 13 %

OBSERVACIONES:



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CP. N° 31833



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO

: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-2		
CANTERA:	C-02	PROFUNDIDAD:	1.60 M	ING. RESP. :	F.M.C.M
PROGRESIVA:	1+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo	FECHA:	05/04/21

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108, ASTM D 2216)

N° RECIPIENTE	5			
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	6561.2			
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	6215.2			
PESO DEL AGUA	346.0			
PESO DEL RECIPIENTE	0.0			
PESO DEL SUELO SECO	6215.2			
% DE HUMEDAD	5.6			
PROMEDIO				5.6


INGENIERO CIVIL
CP. N° 41882



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

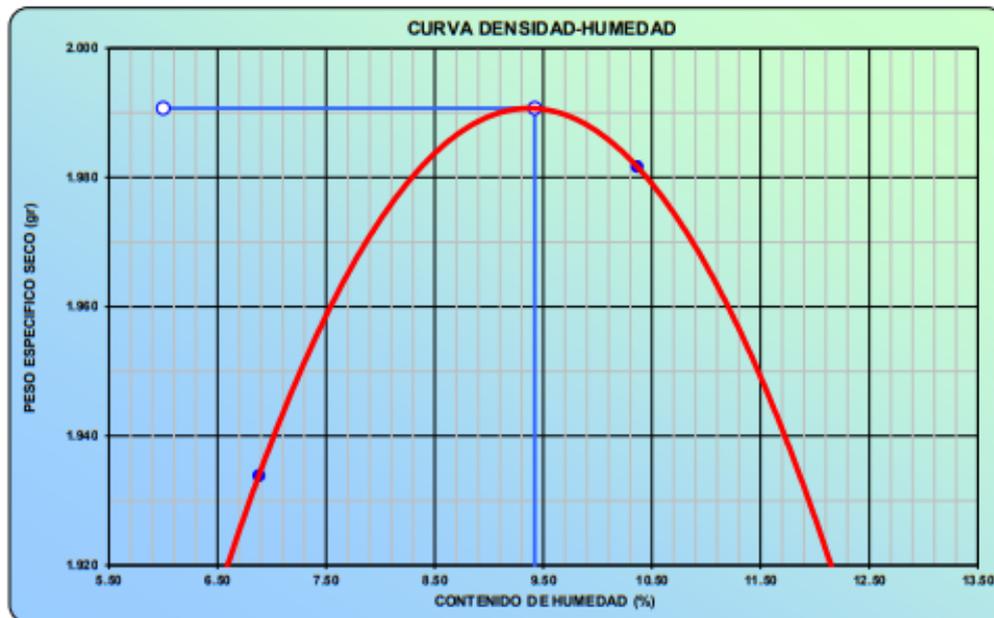
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-2	ING. RESP.:	F.M.C.M
CALICATA:	C-02	PROFUNDIDAD:	1.60 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	1+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E115, AASHTO T-180, ASTM D1557)

METODO DE COMPACTACION:	C	VOLUMEN DEL MOLDE:	941 m ³	MOLDE N°:	1
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	
PESO MOLDE + SUELO (gr)		6032.0	6074.0	5961.0	
PESO MOLDE (gr)		4016	4016	4016	
PESO SUELO COMPACTADO (gr)		2016	2058	1945	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		2.142	2.187	2.067	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
RECIPIENTE N°		2	14	26	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)		797.7	814.6	809.3	
PESO SUELO SECO + TARA (gr)		709.6	738.1	757.2	
PESO DEL AGUA (gr)		88.1	76.5	52.1	
PESO DEL RECIPIENTE (gr)		0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO (gr)		709.6	738.1	757.2	
CONTENIDO HUMEDAD (%)		12.415	10.364	6.881	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.906	1.982	1.934	

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.991 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	9.42 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------



 INGENIERO CIVIL CP. N° 41882



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	B-2	ING. RESP.:	F.M.C.M
CALICATA:	C-02	PROFUNDIDAD:	1.60 M	FECHA:	05/04/21
PROFESIVA:	1+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo	ANILLO:	A

ENSAYO DE C.B.R

MTC E132, AASHTO T193, ASTM D 1583

Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	12741		12004		12457	
Peso de molde (gr.)	7666		7803		7755	
Peso del suelo húmedo (gr.)	5075		4801		4702	
Volumen del molde (cm ³)	2236		2232		2246	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.290		2.151		2.093	
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (gr.)	661.00		607.00		603.00	
Tara + Suelo seco (gr.)	611.00		561.50		558.00	
Peso del Agua (gr.)	50.00		45.50		45.00	
Tara (gr.)						
Peso del suelo seco (gr.)	611.00		561.50		558.00	
Humedad (%)	8.18		8.10		8.06	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.117		1.990		1.937	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/04/2021	07:40	0	8.4	0.000	0.000	9.3	0.000	0.000	7.8	0.000	0.000
7/04/2021	08:00	24	9.3	0.006	0.569	10.4	0.006	0.618	8.2	0.002	0.243
8/04/2021	07:50	48	9.4	0.006	0.615	10.4	0.006	0.624	8.3	0.003	0.260

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		KG (div.)	Kg/cm ²	Hg/cm ²	%	KG (div.)	Kg/cm ²	Hg/cm ²	%	KG (div.)	Hg/cm ²	Kg/cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		66	3.4			68	3.6			49	2.5		
1.27		186	9.6			174	9.0			117	6.1		
1.91		342	17.8			271	14.1			198	10.3		
2.54	70.31	483	25.1	35.18		376	19.5	26.95		276	14.3	21.38	
3.81		798	41.5			535	27.8			417	21.7		
5.08	105.46	1027	53.4	51.60		695	36.1	33.89		564	29.3	28.98	
6.35		1291	67.1			856	44.5			686	35.6		
7.62		1476	76.7			1056	54.9			849	44.1		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

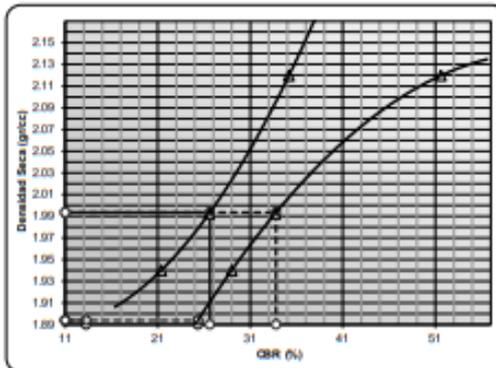
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-2
CALICATA:	C-02	PROFUNDIDAD:	1.60 M
PROGRESIVA:	1+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo

ING. RESP.: F.M.C.M
FECHA: 05/04/21

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION

MTC E132, AASHTO T193, ASTM D 1583

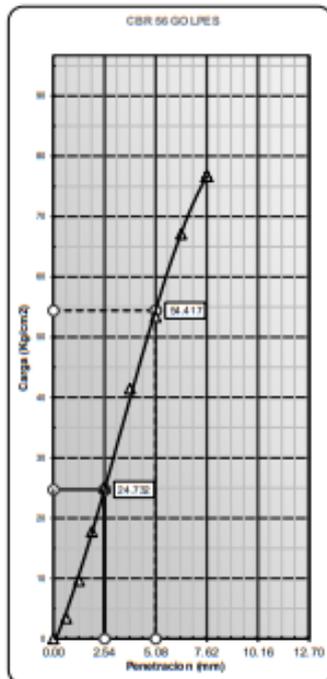


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	26.64
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.26

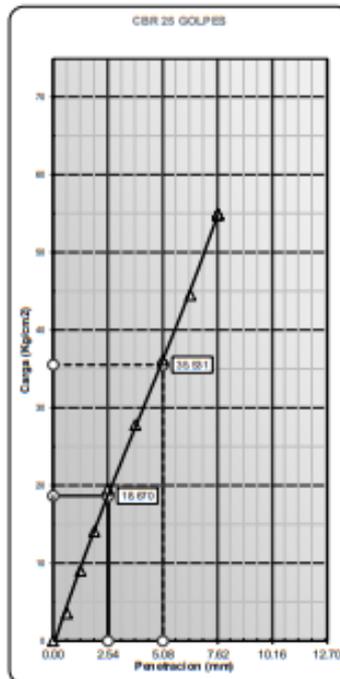
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	33.78
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	25.33

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.991 gr/cc
Humedad Opt.	9.4 %

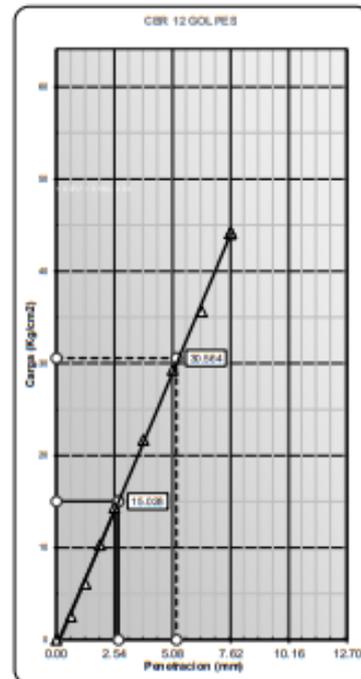
OBSERVACIONES:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **35.18**
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **51.60**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **26.56**
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **33.69**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **21.38**
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **28.98**





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

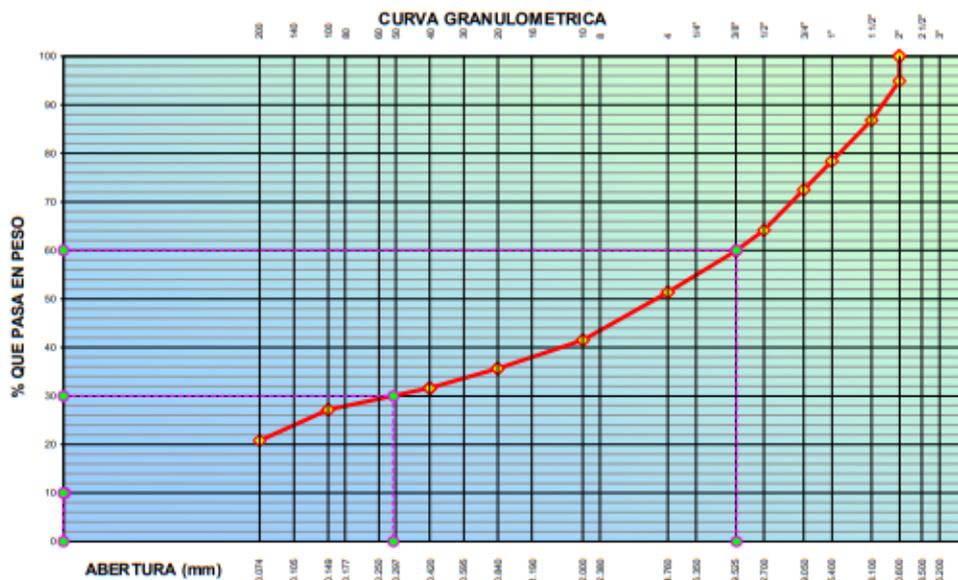
PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural Nº MUESTRA: E-1
CALICATA: C-03 PROFUNDIDAD: 01.50 ING. RESP. : F.M.C.M
PROGRESIVA: 2+000 L/I LUGAR DE MUESTREO: Campo FECHA: 05/Abr/21

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107, AASHTO T 88, ASTM D 422)

TAMICES	MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	Ø	PESO (g)	PORC. (%)		ACUMULADO (%)	max. (%)		min. (%)
3"	76.20						% DE HUMEDAD : 10
2 1/2"	63.50						% DE GRAVA : 48.6
2"	50.80	329.5	5.1	5.1	94.9		% DE ARENA : 51.4
1 1/2"	38.10	526.0	8.1	13.2	86.8		% QUE PASAN* 200 : 20.8
1"	25.40	548.5	8.4	21.6	78.4		TAMAZO MAXIMO : 76.20
3/4"	19.05	383.0	5.9	27.5	72.5		PESO INICIAL : 6,504.0
1/2"	12.70	547.0	8.4	35.9	64.1		PORCION FINOS : 783.0
3/8"	9.53	274.0	4.2	40.1	59.9		L.L. : 20 %
1/4"	6.35						L.P. : 12 %
Nº 4	4.75	556.0	8.5	48.6	51.4		L.P. : 8 %
Nº 8	2.36						CLASIFIC. SUCS : SC
Nº 10	2.00	150.0	9.8	58.5	41.5		NOMBRE GRUPO: Arena arcillosa con grava
Nº 16	1.19						CLASIF. AASHTO : A-2-4(0)
Nº 20	0.85	89.5	5.9	64.4	35.6		DESCRIP. AASHTO : BUENO
Nº 30	0.60						OBSERVACIONES:
Nº 40	0.42	61.5	4.0	68.4	31.6		
Nº 50	0.30						
Nº 60	0.25						
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15	68.0	4.5	72.8	27.2		
Nº 140	0.11						
Nº 200	0.074	97.0	6.4	79.2	20.8		
BANDEJA		317.0			0.0		




INGENIERO CIVIL
CP. Nº 18122



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO

: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO

: MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-1	ING. RESP. :	F.M.C.M
CALICATA:	C-03	PROFUNDIDAD :	1.5	LUGAR DE MUESTREO :	Campo
PROGRESIVA:	2+000 L/I			FECHA :	05/04/21

LIMITES DE CONSISTENCIA

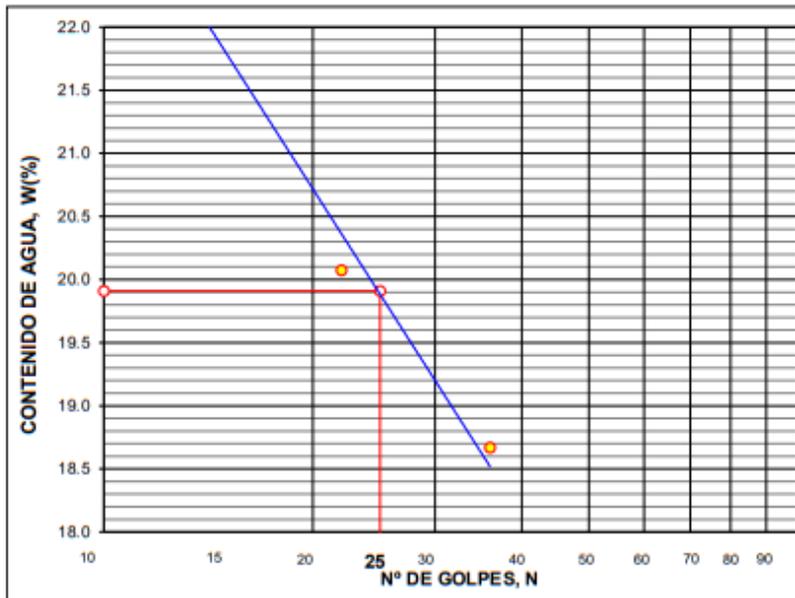
(MTC E110, MTC E111, AASHTO T 89, AASHTO T 90, ASTM D 4318)

LIMITE LIQUIDO (LL)

NUMERO DE GOLPES, N	13	22	36		
N° DEL DEPOSITO	45	14N	32		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	20.50	20.78	20.74		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	17.57	18.07	18.19		
PESO DEL AGUA	2.93	2.71	2.55		
PESO DEL DEPOSITO	4.53	4.57	4.53		
PESO DEL SUELO SECO	13.04	13.50	13.66		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	22.47	20.07	18.67		

LIMITE PLASTICO (LP)

N° DEL DEPOSITO	58	42	34		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	28.63	24.73	24.07		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	27.99	24.13	23.49		
PESO DEL AGUA	0.64	0.60	0.58		
PESO DEL DEPOSITO	23.16	18.82	18.42		
PESO DEL SUELO SECO	4.83	5.31	5.07		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.64	0.60	0.58		
% DE HUMEDAD	13.25	11.30	11.44		



LL = 20 %

L.P. = 12 %

L.P. = 8 %

OBSERVACIONES:


INGENIERO CIVIL
CIP Nº 34182



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO

: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA – AREQUIPA

TRAMO

: MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	Nº MUESTRA :	E-1	ING. RESP. :	F.M.C.M
CANTERA:	C-03	PROFUNDIDAD:	1.5	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	2+000 L/I	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

DESUDIO DE PUNTE OCRA CHUPA

(MTC E)

108, ASTM D 2216)

Nº RECIPIENTE	4	6		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	469.0	562.5		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	425.5	512.0		
PESO DEL AGUA	43.5	50.5		
PESO DEL RECIPIENTE	0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO	425.5	512.0		
% DE HUMEDAD	10.2	9.9		
PROMEDIO				10.0





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO

: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO

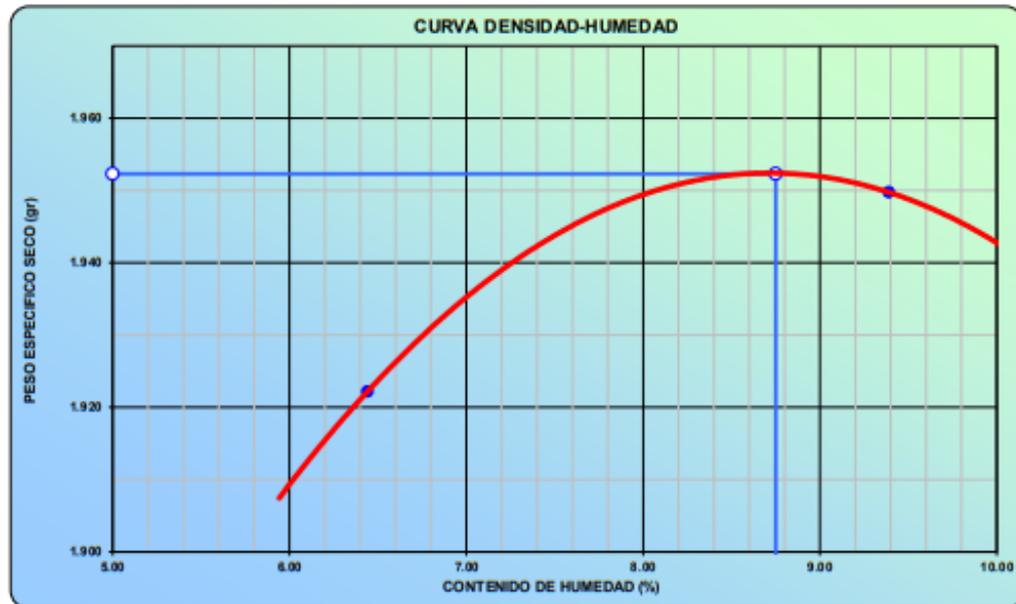
: MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-1	ING. RESP. :	F.M.C.M
CALICATA:	C-03	PROFUNDIDAD:	1.5	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	2+000 L.I	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E115, AASHTO T-180, ASTM D1557)

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2108 cm ³	MOLDE N°:	2
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	
PESO MOLDE + SUELO	(gr)	9675.0	9835.0	9858.0	
PESO MOLDE	(gr)	5362	5362	5362	
PESO SUELO COMPACTADO	(gr)	4313	4473	4496	
DENSIDAD HUMEDA	(gr/cm ³)	2.046	2.122	2.133	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
RECIPIENTE N°		2	14	26	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(gr)	548.6	574.1	582.5	
PESO SUELO SECO + TARA	(gr)	515.4	513.8	532.5	
PESO DEL AGUA	(gr)	33.2	60.3	50.0	
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	515.4	513.8	532.5	
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	6.442	11.736	9.390	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.922	1.899	1.950	

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.952 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.75 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------



 INGENIERO CIVIL (P.M. 1982)



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terrero Natural	N° MUESTRA:	6-1	ING. RESP. :	F.M.C.M
CALICATA:	C-03	PROFUNDIDAD:	1.5	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	2+000 LT	LUGAR DE MUESTREO:	Carepo	AÑO:	A

ENSAYO DE C.B.R

MTC E132, AASHTO T193, ASTM D 1583

Molde N°		1		2		3
N° Capa		5		5		5
Golpes por capa N°		56		25		12
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compacción						
Peso molde + suelo húmedo	(gr.)	12399		12251		11986
Peso de molde	(gr)	7274		7324		7225
Peso del suelo húmedo	(gr)	5125		4927		4761
Volumen del molde	(cm3)	2236		2232		2246
Densidad húmeda	(gr/cm3)	2.313		2.207		2.120
Contenido de Humedad						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo	(gr)	532.00		508.00		552.00
Tara + Suelo seco	(gr)	497.00		473.00		514.50
Peso del Agua	(gr)	35.00		35.00		37.50
Tara	(gr)					
Peso del suelo seco	(gr)	497.00		473.00		514.50
Humedad	(%)	7.04		7.40		7.29
Densidad seca	(gr/cm3)	2.181		2.055		1.976

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6.04/2021	07:40	0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000
7.04/2021	08:00	24	6.0	0.034	3.448	6.0	0.035	3.468	7.0	0.040	4.046
8.04/2021	07:50	48	6.0	0.034	3.448	7.0	0.040	4.046	7.0	0.040	4.046

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Kg (div.)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	Kg (div.)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	Kg (div.)	Kg/cm²	Kg/cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		66	3.4			59	3.1			49	2.5		
1.27		213	11.0			132	6.8			100	5.2		
1.91		364	18.9			208	10.8			134	7.0		
2.54	70.31	452	23.5	32.00		290	15.1	20.44		189	8.8	12.43	
3.81		576	29.9			398	20.7			222	11.5		
5.08	105.46	752	39.1	37.63		476	24.7	23.66		285	14.8	13.73	
6.35		876	45.5			537	27.9			329	17.1		
7.62		949	49.3			569	29.5			376	19.5		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

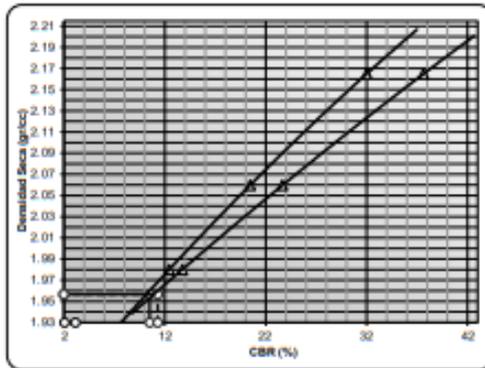
PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terrero Natural	N° MUESTRA:	B-1	ING. RESP. :	F.N.C.M
CALICATA:	C-03	PROFUNDIDAD:	1.5	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	2+000 L.R	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION

MT CE 132, AASHTO T 193, ASTM D 1583



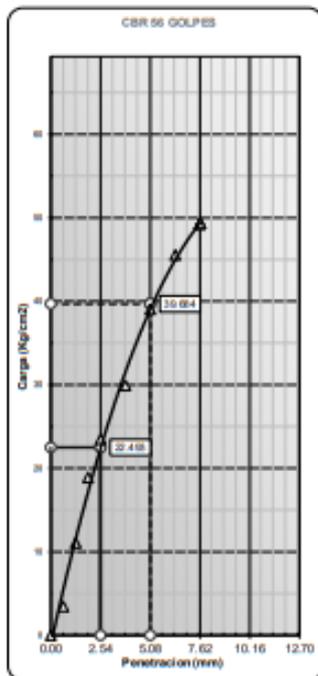
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 0.1"	10.50
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 0.1"	3.14

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) 0.2"	11.30
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) 0.2"	2.06

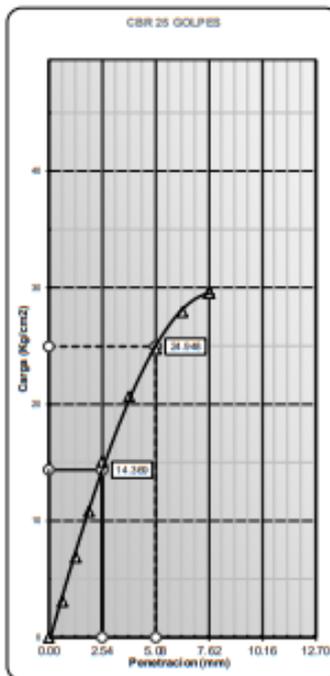
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.952	gr/cc
Humedad Opt.	8.8	%

OBSERVACIONES:

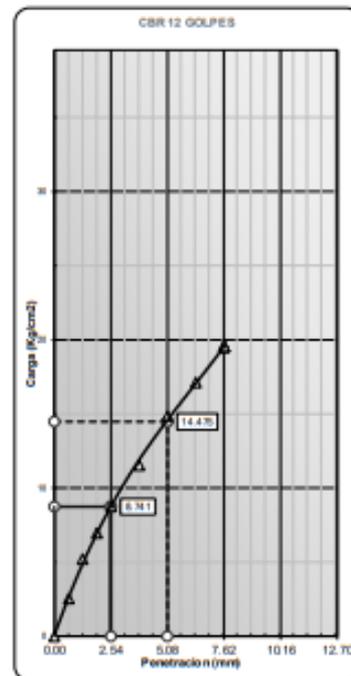
.....
.....
.....



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **32.00**
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **37.63**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **20.44**
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **23.66**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **12.43**
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **13.73**





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

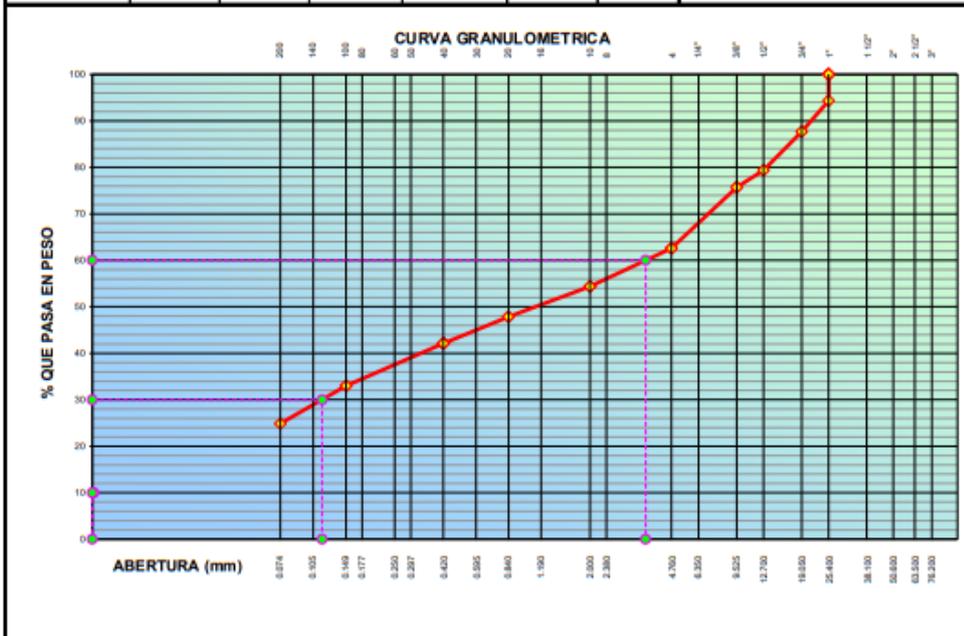
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-2
CALICATA:	C-04	PROFUNDIDAD:	1.50 M
PROGRESIVA:	3+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo
		TECNICO LAB.:	F.M.C.M
		FECHA:	5/04/2021

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107, AASHTO T 88, ASTM D 422)

TAMICES		MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Ø Pulg.	mm	PESO (g)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		max. (%)	min. (%)	
3"	76.20							% DE HUMEDAD : 9.8
2 1/2"	63.50							% DE GRAVA : 37.4
2"	50.80							% DE ARENA : 62.6
1 1/2"	38.10							% QUE PASA Nº 200 : 24.9
1"	25.40	301.5	5.7	5.7	94.3			TAMAÑO MAXIMO : 76.20
3/4"	19.05	353.0	6.6	12.3	87.7			PESO INICIAL : 5,323.0
1/2"	12.70	444.0	8.3	20.6	79.4			PORCION FINOS : 634.0
3/8"	9.53	194.5	3.7	24.3	75.7			L.L. : 17 %
1/4"	6.35							L.P. : 8 %
N° 4	4.75	699.5	13.1	37.4	62.6			I.P. : 9 %
N° 8	2.36							CLASIFIC. SUCS : SC
N° 10	2.00	83.0	8.2	45.6	54.4			NOMBRE GRUPO: Arena arcillosa con grava
N° 16	1.19							CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)
N° 20	0.85	66.0	6.5	52.1	47.9			DESCRIP. AASHTO: BUENO
N° 30	0.60							OBSERVACIONES:
N° 40	0.42	58.0	5.7	57.9	42.1			
N° 50	0.30							
N° 60	0.25							
N° 80	0.18							
N° 100	0.15	92.5	9.1	67.0	33.0			
N° 140	0.11							
N° 200	0.074	82.5	8.1	75.1	24.9			
BANDEJA		252.0			0.0			





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA – AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-2	TECNICO LAB.:	F.M.C.M
CALCATA:	C-04	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA :	05/04/21
PROGRESIVA:	3+000 L.D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

LIMITES DE CONSISTENCIA

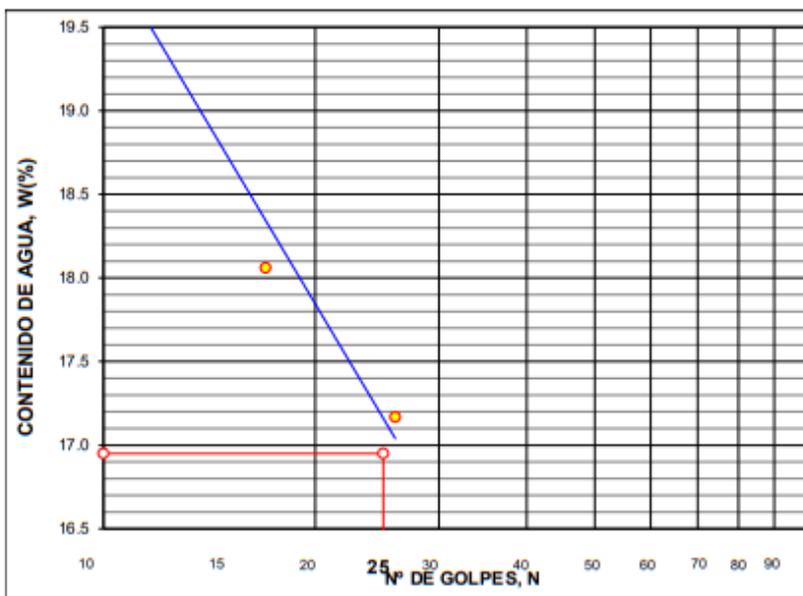
(MTC E110, MTC E111; AASHTO T 89, AASHTO T 90, ASTM D 4318)

LIMITE LIQUIDO (LL)

NUMERO DE GOLPES, N	12	17	26		
N° DEL DEPOSITO	5	9	13		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	23.71	21.01	20.67		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	20.24	18.16	17.99		
PESO DEL AGUA	3.47	2.85	2.68		
PESO DEL DEPOSITO	2.51	2.38	2.38		
PESO DEL SUELO SECO	17.73	15.78	15.61		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	19.57	18.06	17.17		

LIMITE PLASTICO (LP)

N° DEL DEPOSITO	a	b	c		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	33.87	26.63	31.67		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	33.21	26.27	31.48		
PESO DEL AGUA	0.66	0.36	0.19		
PESO DEL DEPOSITO	28.20	21.52	22.14		
PESO DEL SUELO SECO	5.01	4.75	9.34		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.66	0.36	0.19		
% DE HUMEDAD	13.17	7.58	2.03		



LL = 17 %

LP = 8 %

I.P. = 9 %

OBSERVACIONES:





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-2		
CANTERA:	C-04	PROFUNDIDAD:	1.50 M	TECNICO LAB:	F.M.C.M
PROGRESVA:	3+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo	FECHA:	05/04/21

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108, ASTM D 2216)

N° RECIPIENTE	4	6		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	416.0	513.5		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	376.5	470.5		
PESO DEL AGUA	39.5	43.0		
PESO DEL RECIPIENTE	0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO	376.5	470.5		
% DE HUMEDAD	10.5	9.1		
PROMEDIO				9.8





GOBIERNO REGIONAL PUNO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

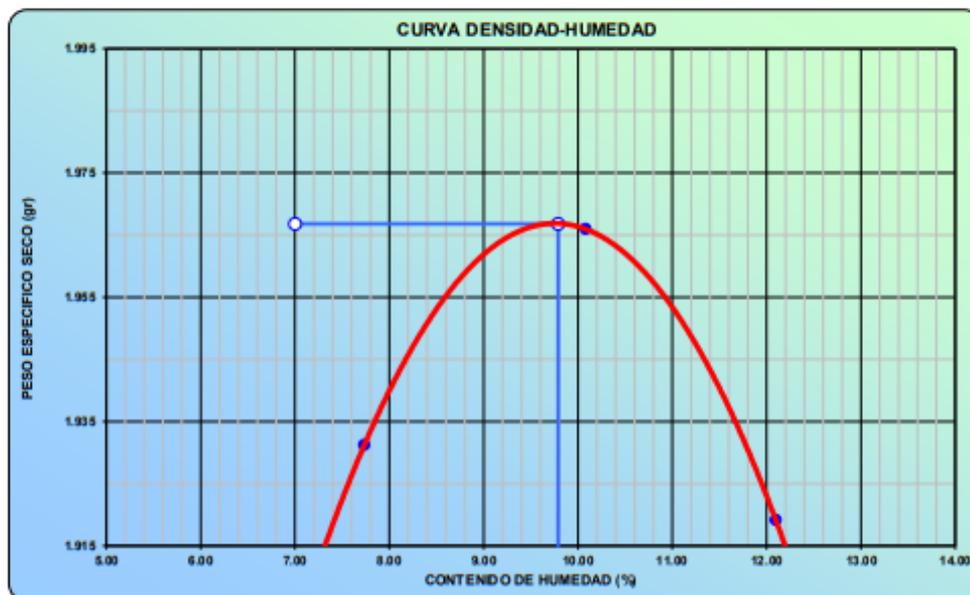
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural	Nº MUESTRA: E-2	TECNICO LAB: F.M.C.M
CALICATA: C-04	PROFUNDIDAD: 1.80 M	FECHA: 05/04/21
PROGRESIVA: 3+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO: Campo	

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E115, AASHTO T-180, ASTM D1557)

METODO DE COMPACTACION: C	VOLUMEN DEL MOLDE: 2108 m3	MOLDE N°: 2	
COMPACTACION			
N° ENSAYO	1	2	3
PESO MOLDE + SUELO (gr)	9748.0	9924.0	9897.0
PESO MOLDE (gr)	5362	5362	5362
PESO SUELO C COMPACTADO (gr)	4386	4562	4535
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.081	2.164	2.151
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
RECIPIENTE N°	2	14	26
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	799.4	812.5	794.2
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	742.0	738.1	708.5
PESO DEL AGUA (gr)	57.4	74.4	85.7
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	742.0	738.1	708.5
CONTENIDO HUMEDAD (%)	7.736	10.080	12.096
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.931	1.966	1.919

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.967 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	9.79 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------



--



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEO TÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-2	LABORATORISTA:	F.M.C.M
CALICATA:	C-04	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	3+000 LD	LUGAR DE MUESTREO:	Campo	ANILLO:	A

ENSAYO DE C.B.R

MTC E132, AASHTO T193, ASTM D 1883

Molde N°	1	2	3			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	13078	12729	12685			
Peso de molde (gr)	7771	7697	7755			
Peso del suelo húmedo (gr)	5307	5032	4930			
Volumen del molde (cm ³)	2233	2243	2238			
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.377	2.243	2.203			
Contenido de Humedad (%)						
R recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (gr)	668.00	666.50	671.00			
Tara + Suelo seco (gr)	629.50	628.00	631.50			
Peso del Agua (gr)	38.50	38.50	39.50			
Tara (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	629.50	628.00	631.50			
Humedad (%)	6.12	6.13	6.25			
Densidad seca (gr/cm ³)	2.246	2.114	2.073			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/04/2021	07:40	0	8.4	0.000	0.000	9.3	0.000	0.000	7.8	0.000	0.000
7/04/2021	08:00	24	9.3	0.006	0.599	10.4	0.006	0.618	8.2	0.002	0.243
8/04/2021	07:50	48	9.4	0.006	0.615	10.4	0.006	0.624	8.3	0.003	0.260

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		KG (div.)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (div.)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (div.)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		91	4.7			95	2.9			37	1.9		
1.27		174	9.0			120	6.2			81	4.2		
1.91		271	14.1			186	9.6			130	6.7		
2.54	70.31	364	18.9	25.12		264	13.7	18.94		193	10.0	17.26	
3.81		517	26.9			386	20.0			298	15.5		
5.08	105.46	600	31.2	29.26		473	24.6	22.74		417	21.7	21.00	
6.35		674	35.0			517	26.9			503	26.1		
7.62		732	38.0			574	29.8			547	28.4		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

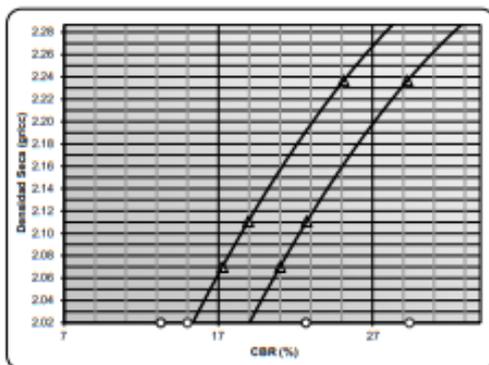
PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAJALLAMA - AREQUIPA

SOLICITANTE : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-2	LABORATORISTA:	F.M.C.M
CALICATA:	C-06	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	3+000 L.D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION

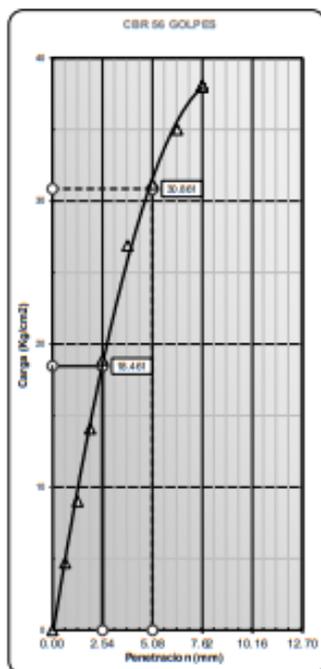
MTC E 132, AASHTO T 193, ASTM D 1583



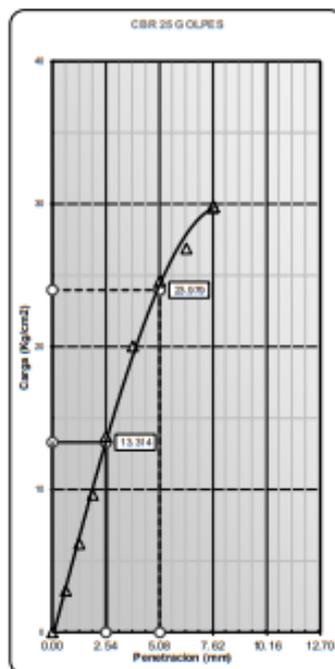
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	14.99
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.27
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	29.40
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	22.67

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.967	gr/cc
Humedad Opt.	9.8	%

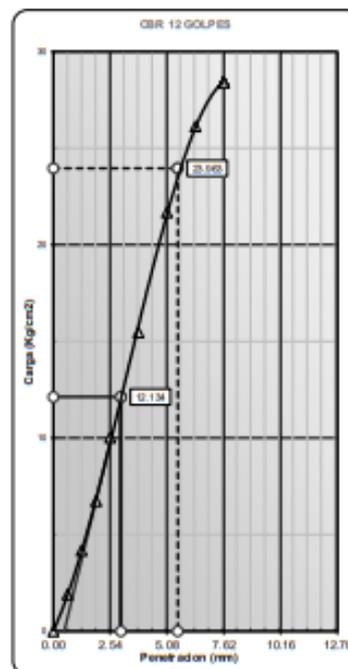
OBSERVACIONES:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **25.12**
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **29.26**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **18.94**
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **22.74**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **17.26**
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **21.00**





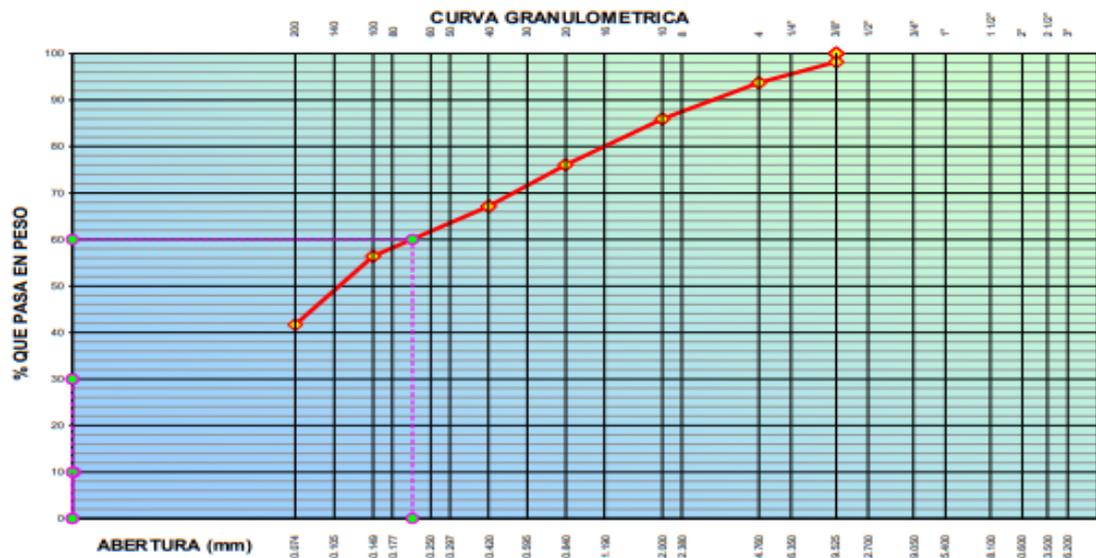
PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural Nº MUESTRA : E-3
CALICATA: C-5 PROFUNDIDAD: 1.50 M ING. RESP.: F.M.C.M
PROGRESIVA : 4+000 L/D LUGAR DE MUESTREO: Campo FECHA : 05/Abr/21

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107, AASHTO T 88, ASTM D 422)

TAMICES Ø	PESO (g)	MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		PARGAL (%)	ACUMULADO (%)	max. (%)		min. (%)		
3"	76.20							% DE HUMEDAD : 24.4
2 1/2"	63.50							% DE GRAVA : 6.3
2"	50.80							% DE ARENA : 93.7
1 1/2"	38.10							% QUE PASANº 200 : 41.7
1"	25.40							TAMARO MAXIMO : 76.20
3/4"	19.05							PESO INICIAL : 614.5
1/2"	12.70							PORCION FINOS :
3/8"	9.53	11.0	1.8	1.8	98.2			L.L. : 41 %
1/4"	6.35							L.P. : 22 %
Nº 4	4.75	27.5	4.5	6.3	93.7			L.P. : 19 %
Nº 8	2.36							CLASIFIC. SUCS : SC
Nº 10	2.00	48.0	7.8	14.1	85.9			NOMBRE GRUPO: Arena arcillosa
Nº 16	1.19							CLASF. AASHTO : A-7-6(4)
Nº 20	0.85	60.5	9.8	23.9	76.1			DESCRIP. AASHTO: MALO
Nº 30	0.60							OBSERVACIONES:
Nº 40	0.42	55.0	9.0	32.9	67.1			
Nº 50	0.30							
Nº 60	0.25							
Nº 80	0.18							
Nº 100	0.15	66.0	10.7	43.6	56.4			
Nº 140	0.11							
Nº 200	0.074	90.5	14.7	58.3	41.7			
BANDEJA		256.0			0.0			





PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-3	ING. RESP. :	F.M.C.M
CALICATA:	C-5	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA:	05/04/21
PROGRESIVA:	4+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

LIMITES DE CONSISTENCIA

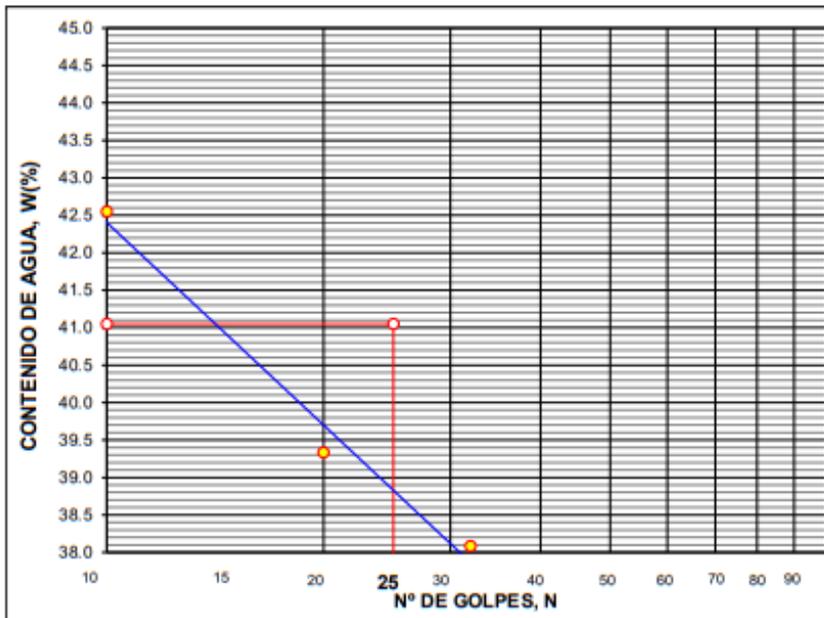
(MTC E 110, MTC E 111; AASHTO T 89, AASHTO T 90, ASTM D 4318)

LIMITE LIQUIDO (LL)

NUMERO DE GOLPES, N	10	20	32		
N° DEL DEPOSITO	22	6	12		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	48.50	18.80	38.50		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	40.96	14.78	34.01		
PESO DEL AGUA	7.54	4.02	4.49		
PESO DEL DEPOSITO	23.24	4.56	22.22		
PESO DEL SUELO SECO	17.72	10.22	11.79		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	42.55	39.33	38.08		

LIMITE PLASTICO (LP)

N° DEL DEPOSITO	a	b	c		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	33.03	27.00	33.02		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	32.98	25.56	30.14		
PESO DEL AGUA	0.05	1.44	2.88		
PESO DEL DEPOSITO	27.12	21.35	21.24		
PESO DEL SUELO SECO	5.86	4.21	8.90		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	0.05	1.44	2.88		
% DE HUMEDAD	0.85	34.20	32.36		



LL = 41 %

L.P. = 22 %

L.P. = 19 %

OBSERVACIONES:





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-3	ING. RESP. :	F.M.C.M
CANTERA:	C-5	PROFUNDIDAD:	1.50 M	FECHA :	05/04/21
PROGRESIVA:	4+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo		

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108, ASTM D 2216)

N° RECIPIENTE	1	2		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	685.0	763.5		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	552.5	611.5		
PESO DEL AGUA	132.5	152.0		
PESO DEL RECIPIENTE	0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO	552.5	611.5		
% DE HUMEDAD	24.0	24.9		
PROMEDIO				24.4





PROYECTO : "EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

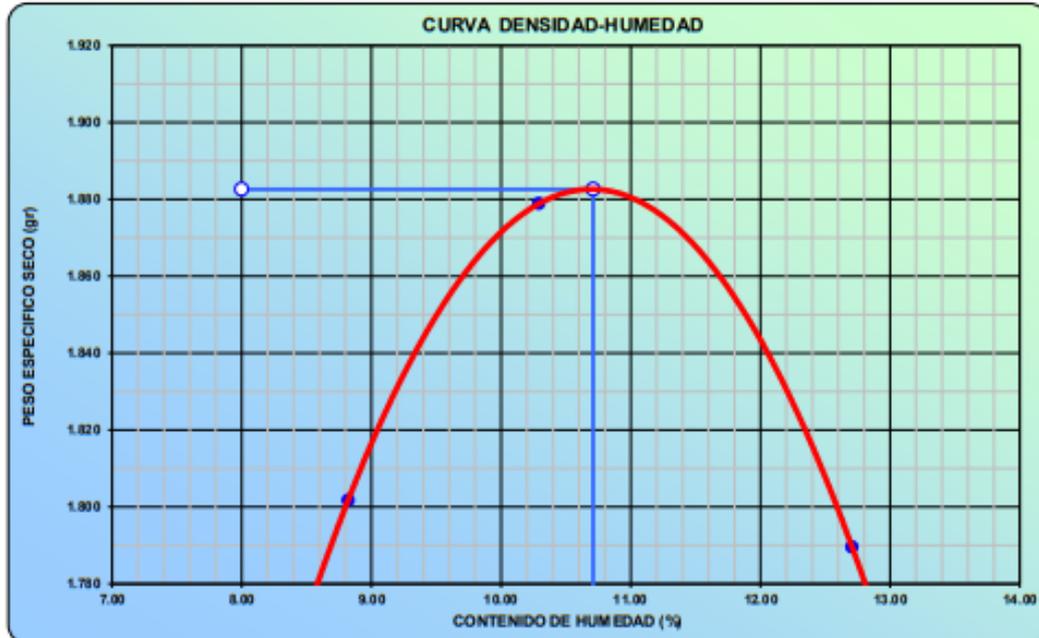
TRAMO : MMADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-3
CALICATA:	C-5	PROFUNDIDAD :	1.50 M
PROGRESIVA:	4+000 L.D	LUGAR DE MUESTREO :	Campo
		ING. RESP. :	F.M.C.M
		FECHA :	05/04/21

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E115, AASHTO T-180, ASTM D1557)

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	941 m ³	MOLDE N° :	1
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	
PESO MOLDE + SUELO (gr)		5861.0	5965.0	5914.0	
PESO MOLDE (gr)		4016	4016	4016	
PESO SUELO COMPACTADO (gr)		1845	1950	1898	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		1.961	2.072	2.017	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
RECIPIENTE N°		2	14	26	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)		772.3	536.8	722.0	
PESO SUELO SECO + TARA (gr)		709.7	485.8	640.6	
PESO DEL AGUA (gr)		62.6	50.0	81.4	
PESO DEL RECIPIENTE (gr)		0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO (gr)		709.7	485.8	640.6	
CONTENIDO HUMEDAD (%)		8.821	10.292	12.707	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.802	1.879	1.790	

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.883 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	10.71 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	----------------







LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural	N° MUESTRA: E-3	ING. RESP.: F.M.C.M
CALICATA: C-6	PROFUNDIDAD: 1.50 M	FECHA: 08/04/21
PROGRESIVA: 4+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO: Campo	ANILLO: A

ENSAYO DE C.B.R

MTCE 132, ANEXO T193, ASTM D1583

Molde N°	4	5	6			
N° Capa	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	11629	11369	11098			
Peso de molde (gr)	7324	7274	7225			
Peso del suelo húmedo (gr)	4305	4095	3873			
Volumen del molde (cm3)	2083	2091	2078			
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.067	1.958	1.864			
Contenido de Humedad (%)						
Recpiente N°						
Tara + Suelo húmedo (gr)	519.50	568.00	535.00			
Tara + Suelo seco (gr)	445.00	487.00	458.50			
Peso del Agua (gr)	74.50	81.00	76.50			
Tara (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	445.00	487.00	458.50			
Humedad (%)	16.74	16.63	16.68			
Densidad seca (gr/cm3)	1.778	1.679	1.597			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8.04.2021	07:40	0	153.0	0.000	0.000	105.0	0.000	0.000	84.0	0.000	0.000
7.04.2021	08:00	24	160.0	0.040	4.023	142.0	0.214	2.139	94.0	0.098	0.578
8.04.2021	07:50	48	172.0	0.109	10.920	153.0	0.277	2.775	100.0	0.092	0.925

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm2	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Kg (div.)	Kg/cm²	Ng/cm²	%	Kg (div.)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	Kg (div.)	Ng/cm²	Kg/cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		39	2.0			29	1.5			22	1.2		
1.27		98	5.1			68	3.6			49	2.5		
1.91		186	9.6			122	6.4			76	3.9		
2.54	70.31	237	12.3	17.17		169	8.8	12.26		95	4.9	7.04	
3.81		352	18.3			259	13.4			137	7.1		
5.08	105.46	476	24.7	23.39		349	18.1	17.88		164	8.5	7.81	
6.35		588	30.6			432	22.4			186	9.6		
7.62		661	34.4			491	25.5			208	10.8		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

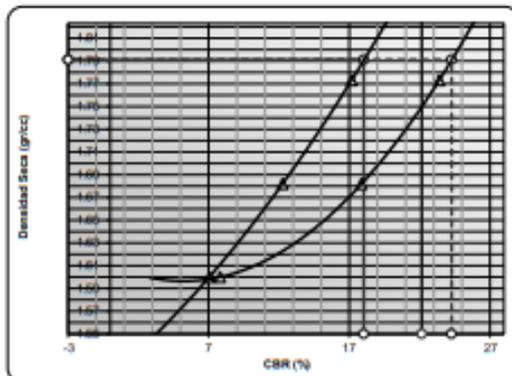
PROYECTO : EVALUACIÓN GEO TÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINGA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terrero Natural	N° MUESTRA:	E-3
CAUCATA:	C-5	PROFUNDIDAD:	1.90 M
PROGRESIVA:	4+000 L/D	LUGAR DE MUESTREO:	Campo
		ING. RESP.:	F.M.C.M
		FECHA:	05/04/21

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION

MTC E133, AASHTO T 99, ASTM D 1583

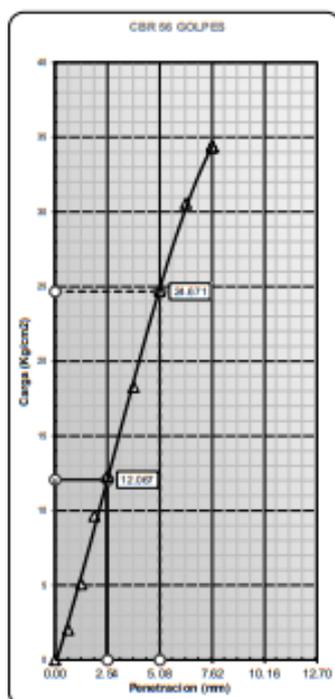


CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	22.15
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.03

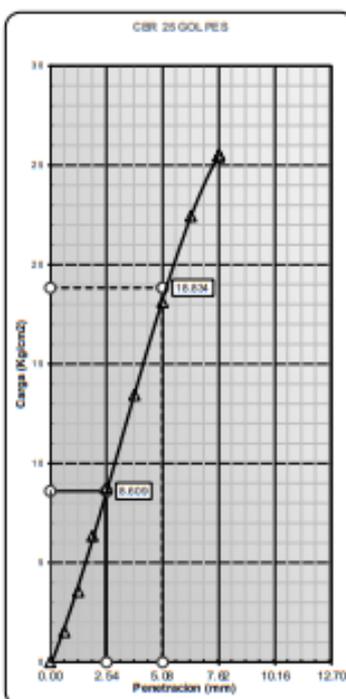
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	28.31
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	24.28

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.883	gr/cc
Humedad Opt.	10.7	%

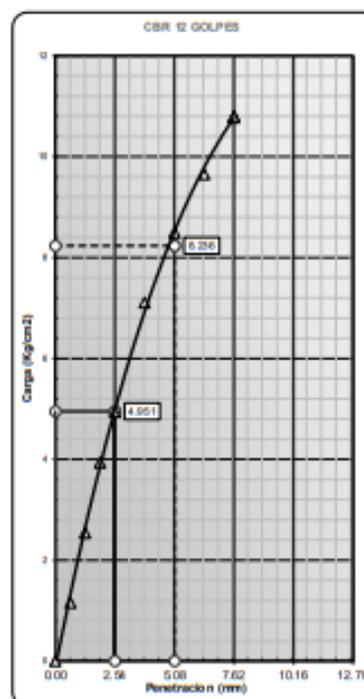
OBSERVACIONES:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **17.17**
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **23.39**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **12.25**
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **17.86**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **7.04**
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **7.81**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

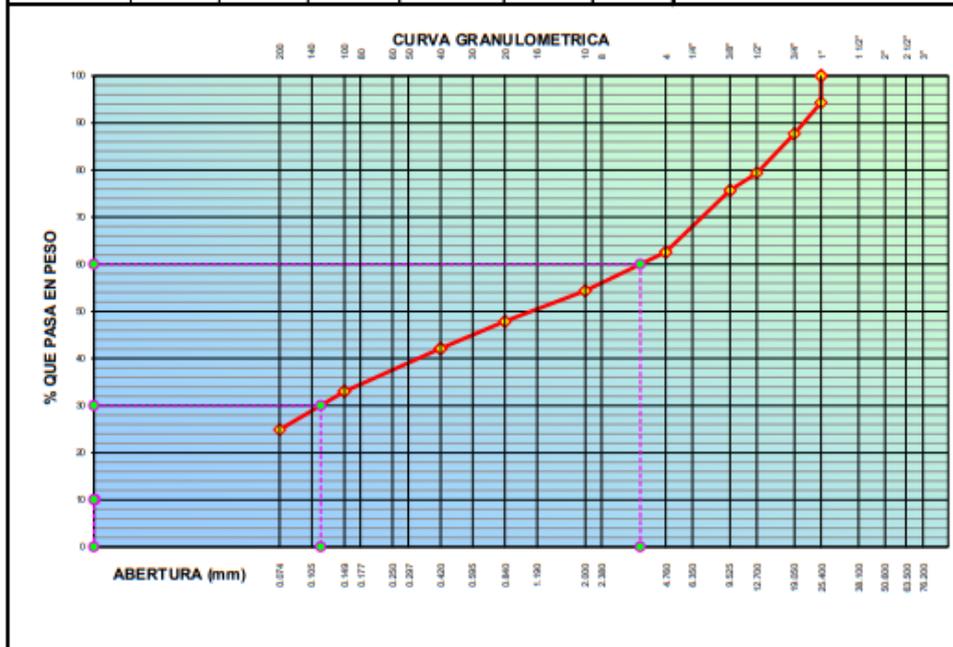
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural	N° MUESTRA : E-2	TECNICO LAB.: F.M.C.M
CALICATA: C-06	PROFUNDIDAD: 1.50 M	FECHA : 5/04/2021
PROGRESIVA: 5+000 LI	LUGAR DE MUESTREO: Campo	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107, AASHTO T 88, ASTM D 422)

TAMICES	MATERIAL RETENIDO			MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	Ø	PESO (g)	PARCIAL (%)		ACUMULADO (%)	max. (%)		min. (%)
3"	76.20						% DE HUMEDAD : 3.2
2 1/2"	63.50						% DE GRAVA : 37.4
2"	50.80						% DE ARENA : 62.6
1 1/2"	38.10						% QUE PASA N° 200 : 24.9
1"	25.40	301.5	5.7	5.7	94.3		TAMANO MAXIMO : 76.20
3/4"	19.05	353.0	6.6	12.3	87.7		PESO INICIAL : 5,323.0
1/2"	12.70	444.0	8.3	20.6	79.4		PORCION FINOS : 634.0
3/8"	9.53	194.5	3.7	24.3	75.7		L.L. : 17 %
1/4"	6.35						L.P. : 8 %
N° 4	4.75	699.5	13.1	37.4	62.6		L.P. : 9 %
N° 8	2.36						CLASIFIC. SUCS : SC
N° 10	2.00	83.0	8.2	45.6	54.4		NOMBRE GRUPO: Arena arcillosa con grava
N° 16	1.19						CLASIF. AASHTO : A-2-4 (0)
N° 20	0.85	66.0	6.5	52.1	47.9		DESCRIP. AASHTO: BUENO
N° 30	0.60						OBSERVACIONES:
N° 40	0.42	58.0	5.7	57.9	42.1		
N° 50	0.30						
N° 60	0.25						
N° 80	0.18						
N° 100	0.15	92.5	9.1	67.0	33.0		
N° 140	0.11						
N° 200	0.074	82.5	8.1	75.1	24.9		
BANDEJA		252.0			0.0		





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO :MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA :	E-2	TECNICO LAB.:	F.M.C.M
CALICATA:	C-06	PROFUNDIDAD:	1.80 M	LUGAR DE MUESTREO:	Campo
PROGRESIVA:	5+000 LI			FECHA :	05/04/21

LIMITES DE CONSISTENCIA

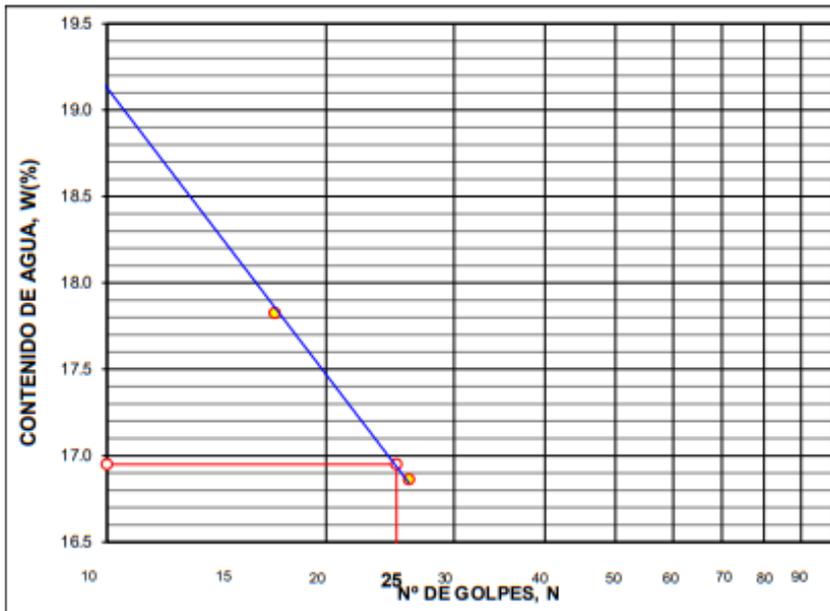
(MTC E110, MTC E111; AASHTO T 89, AASHTO T 90, ASTM D 4318)

LIMITE LIQUIDO (LL)

NUMERO DE GOLPES, N	9	17	26		
N° DEL DEPOSITO	9	5	11		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	23.31	20.82	19.33		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	19.91	18.05	16.90		
PESO DEL AGUA	3.40	2.77	2.43		
PESO DEL DEPOSITO	2.38	2.51	2.49		
PESO DEL SUELO SECO	17.53	15.54	14.41		
CONTENIDO DE AGUA (w%)	19.40	17.82	16.86		

LIMITE PLASTICO (LP)

N° DEL DEPOSITO	a	b	c		
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO	26.98	25.51	23.88		
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO	28.21	23.90	23.13		
PESO DEL AGUA	-1.23	1.61	0.75		
PESO DEL DEPOSITO	22.97	19.23	17.85		
PESO DEL SUELO SECO	5.24	4.67	5.28		
CONTENIDO DE AGUA (W%)	-1.23	1.61	0.75		
% DE HUMEDAD	-23.47	34.48	14.20		



L.L. = 17 %

L.P. = 8 %

I.P. = 9 %

OBSERVACIONES:





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE
CAYLLOMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno Natural	N° MUESTRA:	E-2		
CANTERA:	C-06	PROFUNDIDAD:	1.50 M	TECNICO LAB.:	F.M.C.M
PROGRESIVA:	5+000 LT	LUGAR DE MUESTREO:	Campo	FECHA:	05/04/21

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108, ASTM D 2216)

N° RECIPIENTE	4	6		
PESO DEL SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	416.0	513.5		
PESO DEL SUELO SECO + RECIPIENTE	401.5	499.5		
PESO DEL AGUA	14.5	14.0		
PESO DEL RECIPIENTE	0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO	401.5	499.5		
% DE HUMEDAD	3.6	2.8		
PROMEDIO				3.2





GOBIERNO REGIONAL PUNO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

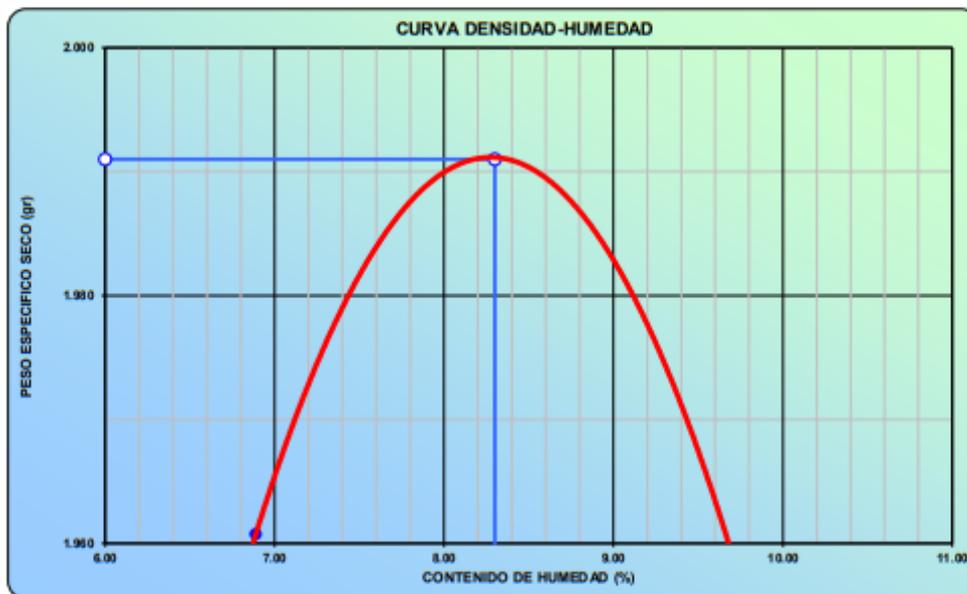
TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural	Nº MUESTRA: E-2	TECNICO LAB: F.M.C.M
CALICATA: C-06	PROFUNDIDAD: 1.50 M	FECHA: 05/04/21
PROGRESIVA: 5+000 LI	LUGAR DE MUESTREO: Campo	

PROCTOR MODIFICADO
(MTC E115, AASHTO T-198, ASTM D1557)

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2108 m3	MOLDE Nº :	2
COMPACTACION					
Nº ENSAYO		1	2	3	
PESO MOLDE + SUELO (gr)		9732.0	9780.0	9661.0	
PESO MOLDE (gr)		5362	5362	5362	
PESO SUELO COMPACTADO (gr)		4370	4418	4299	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)		2.073	2.096	2.039	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					
RECIPIENTE Nº		2	14	15	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)		494.9	592.7	524.6	
PESO SUELO SECO + TARA (gr)		445.5	554.5	470.6	
PESO DEL AGUA (gr)		49.4	38.2	54.0	
PESO DEL RECIPIENTE (gr)		0.0	0.0	0.0	
PESO DEL SUELO SECO (gr)		445.5	554.5	470.6	
CONTENIDO HUMEDAD (%)		11.089	6.889	11.475	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		1.866	1.961	1.829	

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.991 gr/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.30 %
----------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------



	 INGENIERO CIVIL CP. Nº 11812	
--	--	--



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO : VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLAMA - AREQUIPA

TRAMO : MADRIGAL - LARI

MATERIAL: Terreno Natural	N° MUESTRA: E-2	LABORATORISTA: F.M.C.M
CALCATA: C-06	PROFUNDIDAD: 1.50 M	FECHA: 06/04/21
PROGRESIVA: 5+000 LI	LUGAR DE MUESTREO: Carepo	ANILLO: A

ENSAYO DE C.B.R

MTCE 132, ANEXO T193, ASTM D1863

Molde N°	1	2	3			
N° Caps	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	13078	12729	12685			
Peso de molde (gr)	7771	7697	7756			
Peso del suelo húmedo (gr)	5307	5032	4930			
Volumen del molde (cm ³)	2233	2243	2238			
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.377	2.243	2.209			
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (gr)	666.00	666.50	671.00			
Tara + Suelo seco (gr)	629.50	628.00	631.50			
Peso del Agua (gr)	38.50	38.50	39.50			
Tara (gr)						
Peso del suelo seco (gr)	629.50	628.00	631.50			
Humedad (%)	6.12	6.13	6.25			
Densidad seca (gr/cm ³)	2.240	2.114	2.073			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/04/2021	07:40	0	8.4	0.000	0.000	9.3	0.000	0.000	7.8	0.000	0.000
7/04/2021	08:00	24	9.3	0.006	0.569	10.4	0.006	0.618	8.2	0.002	0.243
8/04/2021	07:50	48	9.4	0.006	0.615	10.4	0.006	0.624	8.3	0.003	0.260

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Kg (div.)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (div.)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (div.)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		91	4.7			56	2.9			37	1.9		
1.27		174	9.0			120	6.2			81	4.2		
1.91		271	14.1			186	9.6			130	6.7		
2.54	70.31	364	18.9	25.12		264	13.7	18.94		193	10.0	17.26	
3.81		517	26.9			386	20.0			298	15.5		
5.08	105.46	600	31.2	29.26		473	24.6	22.74		417	21.7	21.00	
6.35		674	35.0			517	26.9			503	26.1		
7.62		732	38.0			574	29.8			547	28.4		
8.89													
10.16													
11.43													
12.70													





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PROYECTO :

VALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

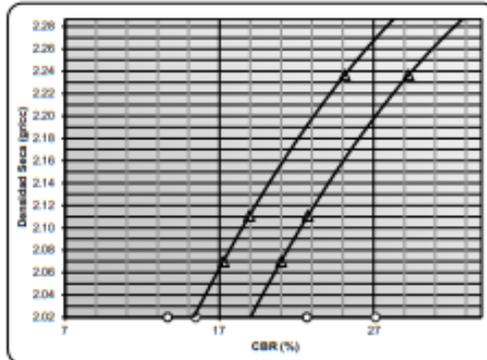
TRAMO :

MADRIGAL - LARI

MATERIAL:	Terreno o Natural	N° MUESTRA:	S-2	LABORATORISTA:	F.M.C.M
CALICATA:	C-06	PROFUNDIDAD:	1.80 M	LUGAR DE MUESTREO:	Campo
PROGRESIVA:	S+000.8	FECHA:	05/04/21		

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION

NTC E 132, AASHTO T193, ASTM D 1583

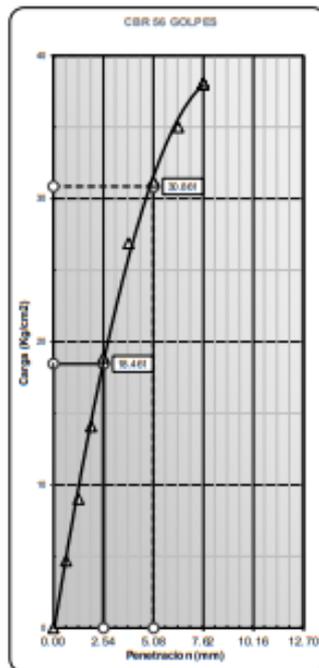


CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	15.46
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.65

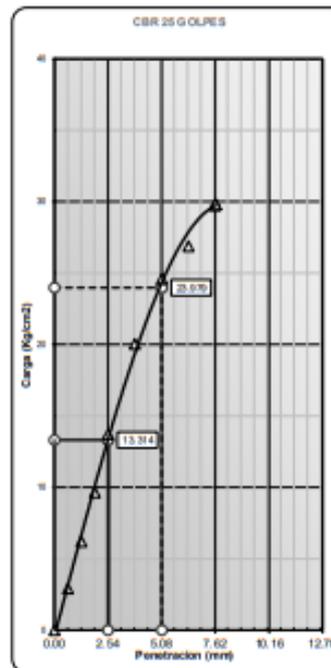
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	27.14
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.2"	22.68

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.991	gr/cc
Humedad Opt.	8.3	%

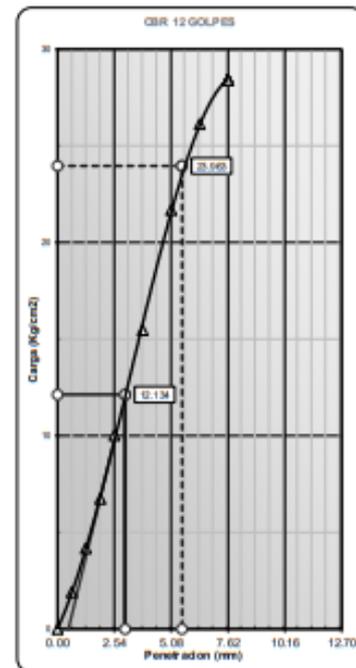
OBSERVACIONES:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **25.12**
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : **29.26**



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **18.94**
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : **22.74**



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **17.26**
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : **21.00**





ENSAYOS DE LABORATORIO

SUBBASE

04



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

OBRA: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
CANTERA: CANTERA TINIGUA
MUESTRA: SUB BASE GRANULAR
UBICACIÓN: PROGRESIVA 2+820
FECHA: 15/07/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

RECIPIENTE:	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	499.00			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	430.00			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	29.00			
PESO DEL SUELO SECO:	430.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	6.70			
PROMEDIO:	6.70			


INGENIERO CIVIL
CIP 17633

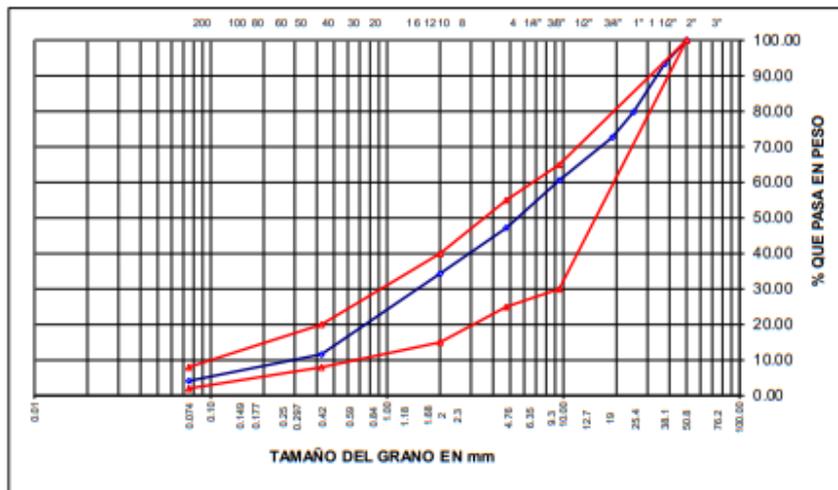
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

OBRA : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
CANTERA : CANTERA TINIGUA **TEC. LAB.** :
MUESTRA : SUB BASE GRANULAR **FECHA** :
UBICACIÓN : PROGRESIVA 2+820 **FECHA** : 15/07/2021

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	459 mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 7445 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 1200 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 52.80 %
1 1/2"	37.500	502.00	6.70	6.70	93.30		Arena : 43.07 %
1"	25.000	1.002.00	13.50	20.20	79.80		Fino : 4.13 %
3/4"	19.000	526.00	7.10	27.30	72.70		W natural : 6.70 %
1/2"	12.500	489.00	6.60	33.90	66.10		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	412.00	5.50	39.40	60.60	30 - 65	LL : 21.06 %
No.04	4.750	996.00	13.40	52.80	47.20	25 - 55	L.P. : 17.71 %
No.10	2.000	328.00	12.90	65.70	34.30	15 - 40	I.P. : 3.35 %
No.20	0.840	276.00	10.86	76.56	23.44		Cu : #####
No.40	0.425	301.00	11.84	88.40	11.60	8.00 - 20	Cc : #####
No.100	0.150	165.00	6.49	94.89	5.11		CLASIFICACION
No.200	0.075	25.00	0.98	95.87	4.13	2.00 - 8.00	SUCS : GW
<No.200		105.00	4.13	100.0			AASHTO : A-1-a(0)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 10001



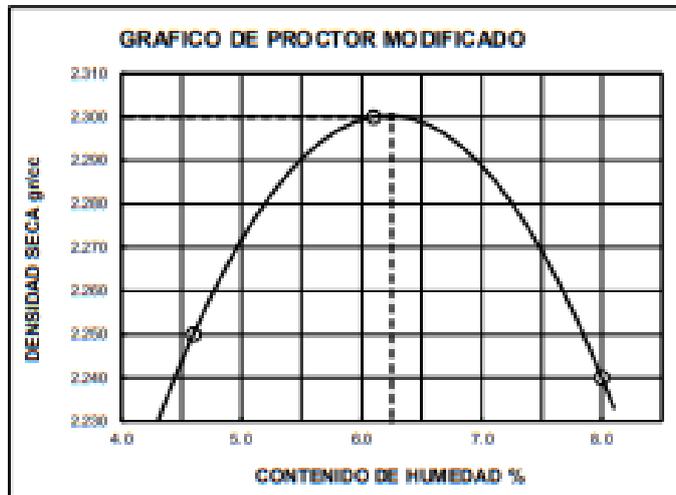
GOBIERNO REGIONAL PUNO
CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :
CANTERA : CANTERA TINGUA TEC. Lab. :
MUESTRA : SUB BASE GRANULAR FECHA : 15/07/2021
UBICACIÓN : PROGRESIVA 2+620

PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557)

ENSAJO N°	1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD				
PESO MOLDE+SUELO	12.189	12.376	12.354	
PESO MOLDE	7.236	7.236	7.236	
PESO SUELO COMPACTADO	4.953	5.140	5.118	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.104	2.104	2.114	
DENSIDAD HUMEDA	2.35	2.44	2.42	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	310.00	506.00	443.00	
SUELO SECO + RECIPIENTE	305.00	477.00	410.00	
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	14.00	29.00	33.00	
PESO DE SUELO SECO	305.00	477.00	410.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.60	6.10	8.00	
DENSIDAD SECA	2.25	2.30	2.24	



Max. densidad seca
2.30 g/cm³
Conten. humedad óptima
6.25 %

INGENIERO CIVIL
CP N° 14562



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

OBRA : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LAFI DISTRICTO DE MADRIGAL PROVINCIA DE GAYLUMBA - AREQUIPA
CANTERA : CANTERA EN GUA **TECN. RESP. :**
MUESTRA : SUB BASE GRANULAR
UBICACIÓN : PROGRESIVA 2+620 **FECHA** : 15/07/2021

EQUIVALENTE DE ARENA
(ASTM D 2419)

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	08:42	08:44	08:46
Hora de salida	08:52	08:54	08:56
Hora de entrada	08:54	08:56	08:58
Hora de salida	09:14	09:16	09:18
Altura de nivel material fino	7.30	7.30	7.20
Altura de nivel arena	2.60	2.70	2.60
Equivalente de Arena	35.60	37.00	36.10

Equivalente de Arena Promedio: **36.20 %**

OBSERVACION:


INGENIERO CIVIL
CP Nº 41622

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

OBRA : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - IARE DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
 CANTERA : CANTERA TRIQUJA TECN. RESP.
 MUESTRA : SUB BASE GRANULAR
 UBICACIÓN : PROGRESIVA 2+820 FECHA 15/07/2021

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

Molde N°	7		8		9	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR	SUMERG	SIN SUMERGIR	SUMERG
Peso molde + suelo húmedo gr.	13284		13112		12682	
Peso del molde gr.	8204		8042		7906	
Peso del suelo húmedo gr.	5080		5070		4776	
Volumen del molde cc.	2134		2281		2195	
Densidad Humeda gr./cc	2.38		2.22		2.18	
Humedad %	8.50		8.50		8.50	
Densidad seca gr./cc	2.19		2.05		2.01	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	925		487		561	
Tarro suelo seco gr.	484		449		517	
Agua gr.	41		38		44	
Peso del Tarro gr.	0		0		0	
Peso del suelo seco gr.	484		449		517	
Humedad %	8.5		8.5		8.5	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
NO REGISTRA EXPANSION											

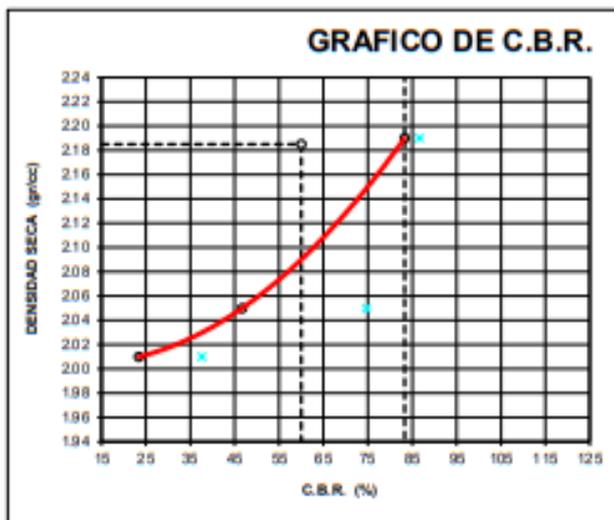
PENETRACION

PENETRACION			Lectura dial	Lectura en Lbf	Presiones Lbf/plg ²	Lectura dial	Lectura en Lbf	Presiones Lbf/plg ²	Lectura dial	Lectura en Lbf	Presiones Lbf/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.630	0.25	19	243	81	16	214	71	10	156	52
1.00	1.270	0.50	68	717	239	46	504	168	27	320	107
1.30	1.900	0.075	119	1209	403	89	920	307	44	485	162
2.00	2.540	0.100	250	2475	825	140	1412	471	67	707	236
3.00	3.810	0.150	289	2852	951	256	2633	844	122	1236	413
4.00	5.080	0.200	396	3886	1295	344	3384	1128	168	1683	561
5.00	6.350	0.250	463	4534	1511	423	4147	1382	199	1983	661
6.00	7.620	0.300	511	4997	1666	477	4669	1556	221	2195	732
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									


 Ingeiero Civil
 D. R. 14632

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
 PROGRESIVA : CANTERA TINIGUA TECN. RESP. :
 MUESTRA : SUB BASE GRANULAR :
 PROFUND. : PROGRESIVA 2+60 FECHA : 15/07/2021



PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01* AL 100% = **83.3%**
 C.B.R. 01* AL 95% M.D.S = **60.0%**

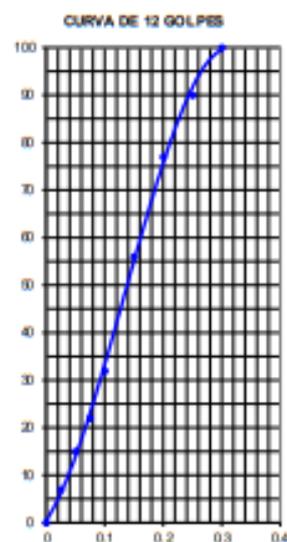
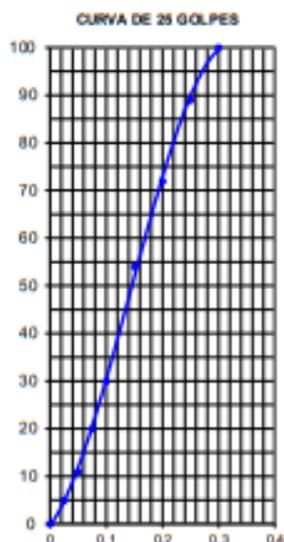
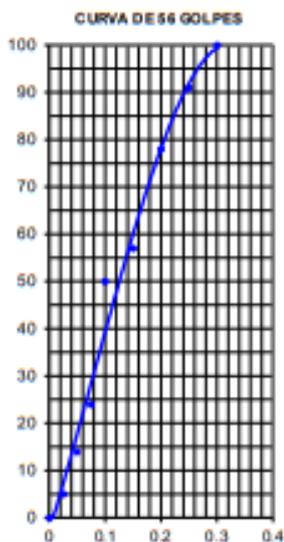
LEYENDA

— CURVA A 0.1*

C.B.R. 0.1* = 83.3%

C.B.R. 0.1* = 46.7%

C.B.R. 0.1* = 23.4%



Paul Hinojosa Santos
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 4883



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LAR DISTRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
 CANTERA : CANTERA TINIGUA TECN. RESP. :
 MUESTRA : SUB BASE GRANULAR
 UBICACIÓN : PRO GR5VA 2+620 FECHA : 15/07/2021

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (MTC E 221, ASTM D 4791)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,931.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHAT. Y ALARG.	% DE PART. CHAT. Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
50mm(2")	3750mm(112")	502.00	17.13	502.00	0	0	0
3750mm(112")	25mm(1")	1,002.00	34.19	1,002.00	27	2.69	92
25mm(1")	190mm(3/4")	526.00	17.95	526.00	21	3.99	72
190mm(3/4")	127mm(1/2")	489.00	16.68	489.00	42	8.59	143
127mm(1/2")	95mm(3/8")	412.00	14.06	412.00	36	8.74	123
TOTAL		2,931.0	100.00				430

% DE PARTICULAS CHATAS Y : $\frac{\text{Sumatoria}(Li \times Ri)}{\text{Sumatoria} Ri}$

Reemplazando en la fórmula : $\frac{429.89}{100.00}$

% de partículas chatas y
alargadas promedio : **4.30 %**


Paul Herra Castillo Herra
INGENIERO CIVIL
CP N° 36932



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEO TÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA --AREQUIPA
 CANTERA : CANTERA TINGUA TECN. RESP. :
 MUESTRA : SUB BASE GRANULAR
 UBICACIÓN : PROGRSIVA 2+820 FECHA : 15/07/2021

**DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS
01 CARA FRACTURADA
(ASTM D 5821)**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 2,931.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 01 CAR. FR.	% DE PART. 01 CAR. FR.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li X Ri
60mm(2")	37.50mm(1 1/2")	502.00	17.13	502.00	125	24.90	426
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	1,002.00	34.19	1,002.00	720	71.86	2,456
25mm(1")	19.0mm(3/4")	526.00	17.95	526.00	715	135.93	2,439
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	489.00	16.68	489.00	705	144.17	2,405
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	412.00	14.06	412.00	180	43.69	614
TOTAL		2,931.0	100.00				8,342

% DE PARTICULAS FRACTURADAS : $\frac{\text{Sumatoria}(Li \times Ri)}{\text{Sumatoria Ri}}$
 DE 01 CARA

Reemplazando en la fórmula : $\frac{8,341.86}{100.00}$
 % de partículas fracturadas
 de 01 cara : **83.42 %**

INGENIERO CIVIL
 CIP: 14582



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLAMA - AREQUIPA
 CANTERA : CANTERA TINKUA TECN. RESP. :
 MUESTRA : SUB BASE GRANULAR
 UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+430 FECHA : 15/07/2021

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")

#

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,253.0	-----	-----	-----
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,254.0	-----	-----	-----
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,250.0	-----	-----	-----
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,235.0	-----	-----	-----
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		4,992.0	3,739.00	1,253.00	25.10%

OBSERVACIONES:





ENSAYOS DE LABORATORIO

BASE

05



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

OBRA: EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
CANTERA: CHILINPAMPA (P. CHANC) 30% - TINIGUA (AGREG.) 70%
MUESTRA: BASE GRANULAR
UBICACIÓN: PROGRESIVA 3+480
FECHA: 11/05/2021

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

RECIPIENTE:	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	246.00			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	235.00			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	11.00			
PESO DEL SUELO SECO:	235.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	4.70			
PROMEDIO:	4.70			



INGENIERO CIVIL
CIP: Nº 341632

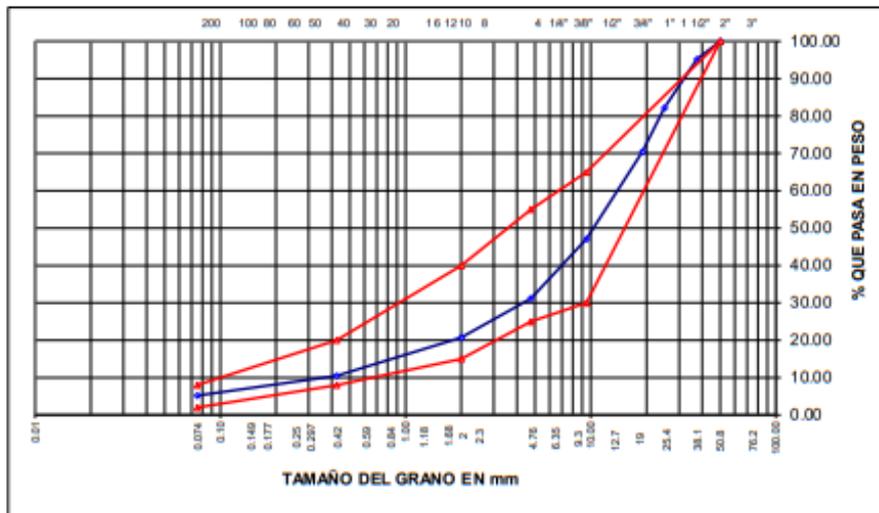
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

OBRA : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
CANTERA : CHLNP/MPA (P. CHANC) 30% - TINGUA (AGREG.) 70% **TEC. LAB.** :
MUESTRA : BASE GRANULAR **FECHA** : 11/05/2021
UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+480

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					A	Peso inicial : 6669 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 1223 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Grava : 68.80 %
1 1/2"	37.500	321.00	4.80	4.80	95.20		Arena : 26.00 %
1"	25.000	865.00	13.00	17.80	82.20		Fino : 5.20 %
3/4"	19.000	789.00	11.80	29.60	70.40		W natural : 4.70 %
1/2"	12.500	1,063.00	15.90	45.50	54.50		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	494.00	7.40	52.90	47.10	30 - 65	LL : NP %
No.04	4.750	1,058.00	15.90	68.80	31.20	25 - 55	LP : NP %
No.10	2.000	410.00	10.46	79.26	20.74	15 - 40	LP : NP %
No.20	0.840	255.00	6.51	85.77	14.23		Cu : MWWWW
No.40	0.425	146.00	3.72	89.49	10.51	8.00 - 20	Cc : MWWWW
No.100	0.150	152.00	3.88	93.37	6.63		CLASIFICACION
No.200	0.075	56.00	1.43	94.80	5.20	2.00 - 8.00	SUCS : GW
<No.200		204.00	5.20	100.0			AASHTO : A-1-a(0)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



INGENIERO CIVIL
 CP N° 3653

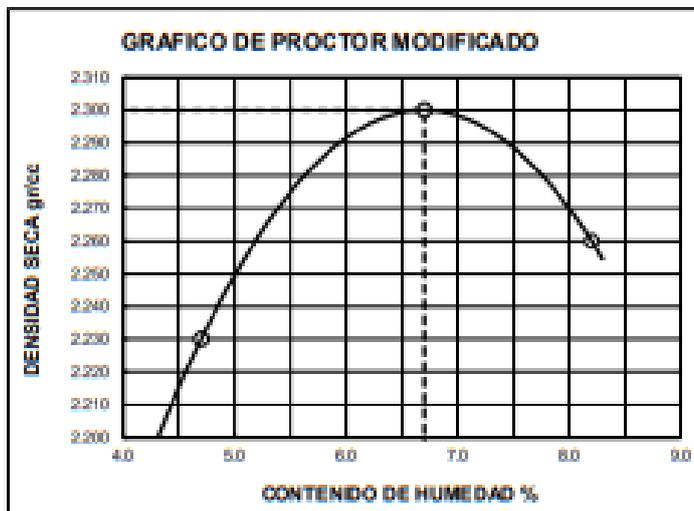
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL P PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :
 CANTERA : CHILIPAMPA (P. CHANC) 30% - TINGUA (AGREG) 30% TEC. Lab. :
 MUESTRA : BASE GRANULAR
 UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+480 FECHA : 11/05/2021

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

ENSAYO N°	1	2	3	4
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD				
PESO MOLDE+SUELO	12.139	12.382	12.391	
PESO MOLDE	7.236	7.236	7.236	
PESO SUELO COMPACTADO	4.903	5.146	5.155	
VOLUMEN DEL MOLDE	2.104	2.104	2.114	
DENSIDAD HUMEDA	2.33	2.45	2.44	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIENTE N°	1	2	3	4
SUELO HUMEDO + RECIENTE	358.00	364.00	395.00	
SUELO SECO + RECIENTE	342.00	360.00	365.00	
PESO RECIENTE	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA	16.00	24.00	30.00	
PESO DE SUELO SECO	342.00	360.00	365.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.70	6.70	8.20	
DENSIDAD SECA	2.23	2.30	2.26	



Max. densidad seca
2.30 g/cm³

Conten. humedad óptima
6.70 %



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
OBRA :
CANTERA : CHLINPAMPA (P. CHANC) 30% - TINIGUA (AGREX) **TECLAB**
MUESTRA : BASE GRANULAR
UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+480 11/05/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
01. No. DE GOLPES						
02. TARRO No.						
03. SUELO HUMEDO * TARRO g						
04. SUELO SECO * TARRO g		NP			NP	
05. PESO DEL AGUA g						
06. PESO DEL TARRO g						
07. PESO DEL SUELO SECO g						
08. HUMEDAD %						
LL.=	NP %	LP.=	NP %	LP.=	NP %	

Contenido de Humedad C.H. = %
GRADO DE CONSISTENCIA K.w. = %




Ingeniero Civil
C.P. 3483



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

OBRA : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MAJOR QAL - LARI DISTRITO DE MAJOR QAL PROVINCIA DE QAYLLAMA - AREQUIPA
CANTERA : C HUINPAMPA (P. CHANC (3.0% - TERQUA (AGREG.) 7.0% **TECN. RESP. :**
MUESTRA : BASE GRANLLAR
UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+480 **FECHA :** 11/05/2021

EQUIVALENTE DE ARENA (ASTM D 2419)

Muestra	N°1	N°2	N°3
Hora de entrada	08:34	08:36	08:38
Hora de salida	08:44	08:46	08:48
Hora de entrada	08:46	08:48	08:50
Hora de salida	09:06	09:08	09:10
Altura de nivel material fino	7.30	7.30	7.20
Altura de nivel arena	3.50	3.60	3.50
Equivalente de Arena	47.90	49.30	48.60

Equivalente de Arena Promedio: **48.6 %**

OBSERVACION:


Daniel Torres
 INGENIERO CIVIL
 CP 12 41622



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

OBRA : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DI STRITO DE MADRIGAL, PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
 CANTERA : CHILIPAMPAPA (P. CHANC) 30% - TINGUA (AGREG.) 70% TECN. RESP.
 MUESTRA : BASE GRANLLAR
 UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+480 FECHA : 11/05/2021

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

Molde N°	7		8		9	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SN	SUMERG	SN	SUMERG	SN	SUMERG
Peso molde + suelo húmedo	gr.	13284		13112		12682
Peso del molde	gr.	8204		8042		7906
Peso del suelo húmedo	gr.	5080		5070		4776
Volumen del molde	cc.	2134		2281		2195
Densidad Húmeda	gr./cc	2.38		2.22		2.18
Humedad	%	8.50		8.50		8.50
Densidad seca	gr./cc	2.19		2.05		2.01
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo	gr.	525		487		561
Tarro suelo seco	gr.	484		449		517
Agua	gr.	41		38		44
Peso del Tarro	gr.	0		0		0
Peso del suelo seco	gr.	484		449		517
Humedad	%	8.5		8.5		8.5
Promedio de la humedad	%					

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
NO REGISTRA EXPANSION											

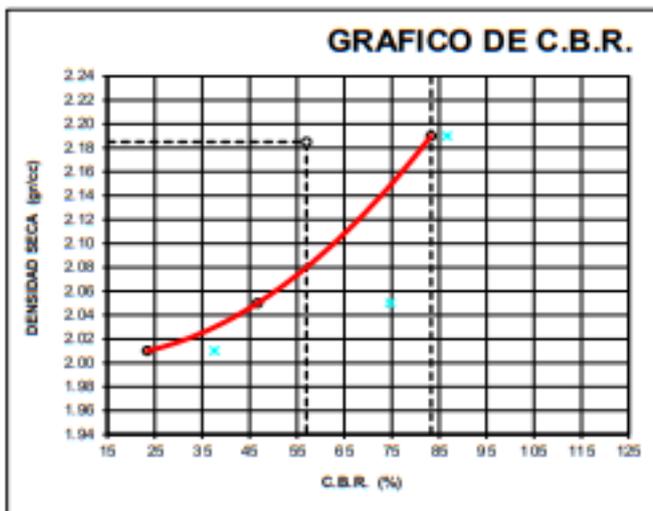
PENETRACION

PENETRACION			Lectura dial	Lectura en Lbf	Presiones Lbf/plg ²	Lectura dial	Lectura en Lbf	Presiones Lbf/plg ²	Lectura dial	Lectura en Lbf	Presiones Lbf/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.630	0.25	19	243	81	18	214	71	10	156	52
1.00	1.270	0.50	68	717	239	46	504	168	27	320	107
1.30	1.900	0.075	119	1209	403	89	920	307	44	485	162
2.00	2.540	0.100	250	2475	825	140	1412	471	67	707	236
3.00	3.810	0.150	289	2852	951	256	2533	844	122	1238	413
4.00	5.080	0.200	396	3886	1295	344	3384	1128	168	1683	561
5.00	6.350	0.250	463	4534	1511	423	4147	1382	199	1983	661
6.00	7.620	0.300	511	4997	1666	477	4669	1556	221	2195	732
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIDA - LARI DISTRICTO DE MADRIDA, PROVINCIA DE OROYLAMA - AREQUIPA
 PROGRESIVA : CHILINPAMPA (P. CHANCO) 30% - TINIGUA (AGITECN. RESP. : :
 MUESTRA : BASE GRANULAR : :
 PROFUND. : PROGRESIVA 3+480 : :
 FECHA : 11/05/2021



PARAMETROS DE C.B.R.

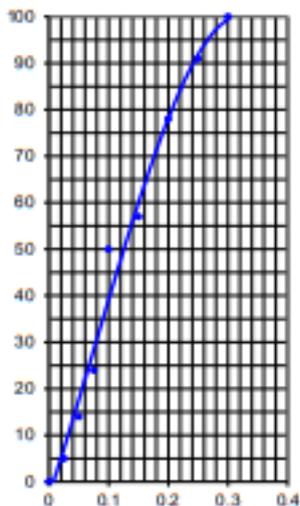
C.B.R. 0.1" AL 100% = 83.3%
 C.B.R. 0.1" AL 95% M.D.S. = 57.0%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"

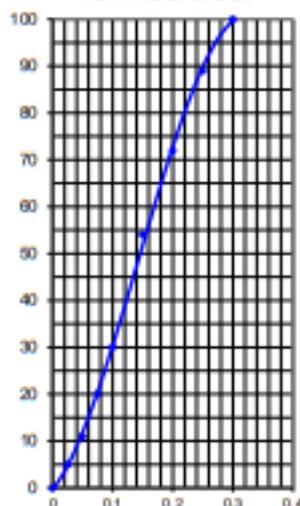
C.B.R. 0.1"= 83.3%

CURVA DE 56 GOLPES



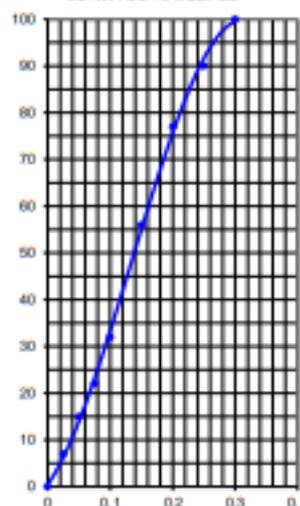
C.B.R. 0.1"= 46.7%

CURVA DE 25 GOLPES



C.B.R. 0.1"= 23.4%

CURVA DE 12 GOLPES



ING. ENGENH. CIVIL
 CIP. Nº 34552



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEO TÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI (DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA) - A RECUPERA
CANTERA : CHUINPAMPA (P. CHANC) 30% - TINGUA (AGREG.) 70% **TECN. RESP.** :
MUESTRA : BASE GRANULAR
UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+480 **FECHA** : 11/05/2021

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

(MTC E 221, ASTM D 4791)

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 3,532.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. CHAT. Y ALARG.	% DE PART. CHAT. Y ALARG.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	Li x Ri
50mm(2")	3750mm(112")	321.00	9.09	321.00	0	0	0
3750mm(112")	25mm(1")	865.00	24.49	865.00	27	3.12	76
25mm(1")	190mm(3/4")	789.00	22.34	789.00	21	2.66	59
190mm(3/4")	127mm(1/2")	1,063.00	30.10	1,063.00	42	3.95	119
127mm(1/2")	95mm(3/8")	494.00	13.99	494.00	36	7.29	102
TOTAL		3,532.0	100.00				357

% DE PARTICULAS CHATAS Y : $\frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$

Reemplazando en la formula : $\frac{356.74}{100.00}$

% de partículas chatas y
alargadas promedio : **3.57 %**


Pedro Honor Castillo Ramos
 INGENIERO CIVIL
 CP. N° 34822

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LAR DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA
 CANTERA : CHILIPAMPA (P. CHANC) 30% - TINGUA (A. GREG.) 30% TECN. RESP. :
 MUESTRA : BASE GRANULAR
 UBICACIÓN : PROGRESMA 3+480 FECHA : 11/05/2021

**DETERMINACION DE PARTICULAS FRACTURADAS
02 CARAS FRACTURADAS
(ASTM D 5821)**

PESO TOTAL DE LA MUESTRA 3,532.0 GRAMOS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PESO PARA ENSAYO	PESO PART. 02 CAR. FR.	% DE PART. 02 CAR. FR.	
PASA	RETIENE	(GRAMOS)	(%)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	(GRAMOS)	
		Pr	Ri	Pi	Pa	Li	LIX Ri
50mm(2)	37.50mm(1 1/2")	321.00	9.09	321.00	79	24.61	224
37.50mm(1 1/2")	25mm(1")	865.00	24.49	865.00	520	60.12	1,472
25mm(1")	19.0mm(3/4")	789.00	22.34	789.00	630	79.85	1,784
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,063.00	30.10	1,063.00	611	57.48	1,730
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	494.00	13.99	494.00	207	41.90	586
TOTAL		3,532.0	100.00				5,796

$$\% \text{ DE PARTICULAS FRACTURADAS DE 02 CARA} = \frac{\text{Sumatoria (Li x Ri)}}{\text{Sumatoria Ri}}$$

Reemplazando en la fórmula : $\frac{5,795.58}{100.00}$

% de partículas fracturadas de 02 caras : **57.96 %**


 Paul Hinojosa Castillo
 INGENIERO CIVIL
 CR. N° 9882



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos

PROYECTO : EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL PROVINCIA DE CAYLUMA - AREQUIPA
CANTERA : CHILIPAMPA (P. CHANC) 30% - TINGUA (AGREG.) 70% TECN. RESP. :
MUESTRA : BASE GRANULAR
UBICACIÓN : PROGRESIVA 3+40 FECHA : 11/05/2021

DESGASTE DE ABRASION ASTM C131 (Gradación "A")

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (GRAMOS)	MASA FINAL (GRAMOS)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE				
38.1mm(1 1/2")	25.4mm(1")	1,253.0	.....	.....	.....
25.4mm(1")	19.0mm(3/4")	1,254.0	.....	.....	.....
19.0mm(3/4")	12.7mm(1/2")	1,250.0	.....	.....	.....
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	1,235.0	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		4,992.0	3,739.00	1,253.00	25.10%

OBSERVACIONES:


INGENIERO CIVIL
CP 874102



ENSAYOS DE LABORATORIO

CONTROL DE CALIDAD

06



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

ING. ESP. SUELOS

FRANK M. CASTILLO MAMAN

UBICACIÓN : 2+090-2+200

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	2+050	2+080	2+110	2+140	2+170	2+200
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7757	7750	7745	7736	7727	7718
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2678	2685	2679	2670	2659	2647
3	Peso de la Arena empleada gr	5079	5065	5066	5066	5068	5071
4	Peso de la Arena del cono gr	1540	1540	1540	1540	1540	1540
5	Peso de la Arena del hueco gr	3539	3525	3526	3526	3528	3531
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2564.5	2554.3	2555.1	2555.1	2556.5	2558.7
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6301	6285	6310	6322	6324	6295
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6301	6285	6310	6322	6324	6295
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	2456	2645	2894	3052	3018	2678
12	% Grava 3/4" gr	39.0	42.1	45.9	48.3	47.7	42.5
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	948.3	1021.2	1117.4	1178.4	1165.3	1034.0
15	Peso del suelo gr	3845	3640	3416	3270	3306	3617
16	Volumen del suelo cc	1616.2	1533.1	1437.7	1376.7	1391.3	1524.7
17	Densidad húmeda gr/cc	2.38	2.37	2.38	2.38	2.38	2.37
18	Contenido de humedad %	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
20	Optimo Contenido de humedad %	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
21	Densidad seca gr/cc	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.30
22	% COMPACTACION	100.4	100.2	100.3	100.3	100.3	100.1


INGENIERO CIVIL
CP. N° 31832



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

UBICACIÓN : 2+230-2+380

ING. ESP. SUELOS

FRANK M. CASTILLO MAMAN

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021	16/04/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	2+230	2+260	2+290	2+320	2+350	2+380
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	ERRAFLEN	ERRAFLEN	ERRAFLEN	ERRAFLEN	ERRAFLEN	ERRAFLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7690	7678	7665	7651	7649	7634
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2631	2645	2641	2640	2659	2634
3	Peso de la Arena empleada gr	5059	5033	5024	5011	4990	5000
4	Peso de la Arena del cono gr	1540	1540	1540	1540	1540	1540
5	Peso de la Arena del hueco gr	3519	3493	3484	3471	3450	3460
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2550.0	2531.2	2524.6	2515.2	2500.0	2507.2
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6238	6211	6189	6185	6178	6180
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6238	6211	6189	6185	6178	6180
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1382	1529	1292	1541	2136	1706
12	% Grava 3/4" gr	22.2	24.6	20.9	24.9	34.6	27.6
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	533.6	590.3	498.8	595.0	824.7	658.7
15	Peso del suelo gr	4856	4682	4897	4644	4042	4474
16	Volumen del suelo cc	2016.4	1940.8	2025.8	1920.2	1675.3	1848.6
17	Densidad húmeda gr/cc	2.41	2.41	2.42	2.42	2.41	2.42
18	Contenido de humedad %	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27	2.27
20	Optimo Contenido de humedad %	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
21	Densidad seca gr/cc	2.27	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
22	% COMPACTACION	100.1	100.3	100.5	100.5	100.3	100.6


INGENIERO CIVIL
CP. N° 341672



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

UBICACIÓN : 2+4 10-2+560

ING. ESP. SUELOS

FRANK M. CASTILLO MAMAN

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	23/04/2021	23/04/2021	23/04/2021	23/04/2021	23/04/2021	23/04/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	2+4 10	2+4 40	2+4 70	2+5 00	2+5 30	2+5 60
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7767	7755	7746	7735	7724	7718
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2815	2784	2741	2711	2698	2680
3	Peso de la Arena empleada gr	4952	4971	5005	5024	5026	5038
4	Peso de la Arena del cono gr	1450	1450	1450	1450	1450	1450
5	Peso de la Arena del hueco gr	3502	3521	3555	3574	3576	3588
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2537.7	2551.4	2576.1	2589.9	2591.3	2600.0
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6141	6155	6231	6247	6248	6285
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6141	6155	6231	6247	6248	6285
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1323	1279	1349	1345	1231	1497
12	% Grava 3/4" gr	21.5	20.8	21.6	21.5	19.7	23.8
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	510.8	493.8	520.8	519.3	475.3	578.0
15	Peso del suelo gr	4818	4876	4882	4902	5017	4788
16	Volumen del suelo cc	2026.9	2057.6	2055.2	2070.6	2116.0	2022.0
17	Densidad húmeda gr/cc	2.38	2.37	2.38	2.37	2.37	2.37
18	Contenido de humedad %	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23	2.23
20	Óptimo Contenido de humedad %	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
21	Densidad seca gr/cc	2.24	2.24	2.24	2.23	2.24	2.23
22	% COMPACTACION	100.6	100.3	100.5	100.2	100.3	100.2


INGENIERO CIVIL
CIP. N° 91832



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI I DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

UBICACIÓN : 2+590-2+680

ING. ESP. SUELOS : FRANK M. CASTILLO MAMAN

TEC. EN SUELOS : JOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	23/04/2021	23/04/2021	23/04/2021	23/04/2021
Nivel	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE
Progresiva	2+590	2+620	2+650	2+680
Lado	DER	IZQ	EJE	DER
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7708	7695	7687	7675
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2688	2675	2670	2650
3	Peso de la Arena empleada gr	5020	5020	5017	5025
4	Peso de la Arena del cono gr	1450	1450	1450	1450
5	Peso de la Arena del hueco gr	3570	3570	3567	3575
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2587.0	2587.0	2584.8	2590.6
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6245	6249	6257	6281
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6245	6249	6257	6281
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1299	1422	1520	1674
12	% Grava 3/4" gr	20.8	22.8	24.3	26.7
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	501.5	549.0	586.9	646.3
15	Peso del suelo gr	4946	4827	4737	4607
16	Volumen del suelo cc	2085.4	2037.9	1997.9	1944.2
17	Densidad húmeda gr/cc	2.37	2.37	2.37	2.37
18	Contenido de humedad %	6.0	6.0	6.0	6.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.23	2.23	2.23	2.23
20	Optimo Contenido de humedad %	6.5	6.5	6.5	6.5
21	Densidad seca gr/cc	2.24	2.23	2.24	2.24
22	% COMPACTACION	100.3	100.2	100.3	100.2


INGENIERO CIVIL
CP. N° 51832



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI I DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

ING. ESP. SUELOS

FRANK N. CASTILLO MAMAN

UBICACIÓN : 2+710-2+860

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	29/04/2021	29/04/2021	29/04/2021	29/04/2021	29/04/2021	29/04/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	2+710	2+740	2+770	2+800	2+830	2+860
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7670	7661	7650	7639	7620	7612
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2562	2545	2536	2580	2513	2533
3	Peso de la Arena empleada gr	5108	5116	5114	5059	5107	5079
4	Peso de la Arena del cono gr	1540	1540	1540	1540	1540	1540
5	Peso de la Arena del hueco gr	3568	3576	3574	3519	3567	3539
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2585.5	2591.3	2589.9	2550.0	2584.8	2564.5
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6359	6374	6395	6301	6358	6347
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6359	6374	6395	6301	6358	6347
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1543	1581	2010	1884	1561	2075
12	% Grava 3/4" gr	24.3	24.8	31.4	29.9	24.6	32.7
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	595.8	610.4	776.1	727.4	602.7	801.2
15	Peso del suelo gr	4816	4793	4385	4417	4797	4272
16	Volumen del suelo cc	1989.8	1980.9	1813.8	1822.6	1982.1	1763.3
17	Densidad húmeda gr/cc	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42	2.42
18	Contenido de humedad %	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30
20	Optimo Contenido de humedad %	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
21	Densidad seca gr/cc	2.31	2.30	2.30	2.31	2.30	2.31
22	% COMPACTACION	100.2	100.2	100.1	100.4	100.2	100.3


INGENIERO CIVIL
CP. Nº 31833



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

UBICACIÓN : 2+890-3+040

ING. ESP. SUELOS : FRANK N. CASTILLO MAMAN

TEC. EN SUELOS : JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	7/05/2021	7/05/2021	7/05/2021	7/05/2021	7/09/2017	7/05/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	2+890	2+920	2+950	2+980	3+010	3+040
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7812	7801	7792	7780	7772	7764
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2697	2674	2685	2693	2694	2680
3	Peso de la Arena empleada gr	5115	5127	5107	5087	5078	5084
4	Peso de la Arena del cono gr	1541	1541	1541	1541	1541	1541
5	Peso de la Arena del hueco gr	3574	3586	3566	3546	3537	3543
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2589.9	2598.6	2584.1	2569.6	2563.0	2567.4
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6412	6452	6398	6375	6367	6361
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6412	6452	6398	6375	6367	6361
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1024	1329	1105	1091	1117	1073
12	% Grava 3/4" gr	16.0	20.6	17.3	17.1	17.5	16.9
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	395.4	513.1	426.6	421.2	431.3	414.3
15	Peso del suelo gr	5388	5123	5293	5284	5250	5288
16	Volumen del suelo cc	2194.5	2085.4	2157.4	2148.3	2131.8	2153.1
17	Densidad húmeda gr/cc	2.46	2.46	2.45	2.46	2.46	2.46
18	Contenido de humedad %	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31	2.31
20	Óptimo Contenido de humedad %	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
21	Densidad seca gr/cc	2.32	2.32	2.31	2.32	2.32	2.32
22	% COMPACTACION	100.3	100.3	100.2	100.4	100.6	100.3


Frank N. Castillo Maman
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 31632



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

UBICACIÓN : 3+070-3+220

ING. ESP. SUELOS

FRANK M. CASTILLO MAMAN

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	7/05/2021	7/05/2021	7/05/2021	7/05/2021	7/05/2021	7/05/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	3+070	3+100	3+130	3+160	3+190	3+220
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7885	7865	7853	7824	7794	7767
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2772	2786	2844	2695	2695	2430
3	Peso de la Arena empleada gr	5113	5079	5009	5129	5099	5337
4	Peso de la Arena del cono gr	1541	1541	1541	1541	1541	1541
5	Peso de la Arena del hueco gr	3572	3538	3468	3588	3558	3796
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2588.4	2563.8	2513.0	2600.0	2578.3	2750.7
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6440	6323	6201	6403	6343	6764
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6440	6323	6201	6403	6343	6764
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	2542	1312	1382	1453	1307	1102
12	% Grava 3/4" gr	39.5	20.7	22.3	22.7	20.6	16.3
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	981.5	506.6	533.6	561.0	504.6	425.5
15	Peso del suelo gr	3898	5011	4819	4950	5036	5662
16	Volumen del suelo cc	1606.9	2057.2	1979.5	2039.0	2073.6	2325.2
17	Densidad húmeda gr/cc	2.43	2.44	2.43	2.43	2.43	2.44
18	Contenido de humedad %	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
20	Optimo Contenido de humedad %	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
21	Densidad seca gr/cc	2.29	2.30	2.30	2.29	2.29	2.30
22	% COMPACTACION	100.4	100.8	100.7	100.4	100.5	100.8


FRANK M. CASTILLO MAMAN
INGENIERO CIVIL
CP. N° 11832

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA - AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

ING. ESP. SUELOS

FRANK M. CASTILLO MAMAN

UBICACIÓN : 3+250-3+400

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	3+250	3+280	3+310	3+340	3+370	3+400
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7812	7801	7792	7780	7772	7764
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2697	2674	2685	2693	2694	2680
3	Peso de la Arena empleada gr	5115	5127	5107	5087	5078	5084
4	Peso de la Arena del cono gr	1541	1541	1541	1541	1541	1541
5	Peso de la Arena del hueco gr	3574	3586	3566	3546	3537	3543
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2589.9	2598.6	2584.1	2569.6	2563.0	2567.4
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6425	6450	6395	6357	6330	6375
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6425	6450	6395	6357	6330	6375
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1699	1431	1414	1273	1122	1745
12	% Grava 3/4" gr	26.4	22.2	22.1	20.0	17.7	27.4
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	656.0	552.5	545.9	491.5	433.2	673.7
15	Peso del suelo gr	4726	5019	4981	5084	5208	4630
16	Volumen del suelo cc	1933.9	2046.0	2038.1	2078.1	2129.8	1893.6
17	Densidad húmeda gr/cc	2.44	2.45	2.44	2.45	2.45	2.45
18	Contenido de humedad %	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
20	Optimo Contenido de humedad %	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
21	Densidad seca gr/cc	2.28	2.29	2.28	2.29	2.29	2.29
22	% COMPACTACION	100.2	100.6	100.2	100.3	100.2	100.2

FRANK M. CASTILLO MAMAN
INGENIERO CIVIL
CP. N° 31632



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

OBRA :

CANTERA : TINGUA 100%

MUESTRA : SUB BASE GRANULAR

ING. ESP. SUELOS

FRANK M. CASTILLO MAMAN

UBICACIÓN : 3+430-3+580

TEC. EN SUELOS

JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021	15/05/2021
Nivel	SUB BASE					
Progresiva	3+430	3+460	3+490	3+520	3+550	3+580
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7750	7746	7735	7724	7715	7707
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2678	2652	2641	2637	2647	2650
3	Peso de la Arena empleada gr	5072	5094	5094	5087	5068	5057
4	Peso de la Arena del cono gr	1541	1541	1541	1541	1541	1541
5	Peso de la Arena del hueco gr	3531	3553	3553	3546	3527	3516
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2558.7	2574.6	2574.6	2569.6	2555.8	2547.8
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6337	6355	6362	6355	6320	6320
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6337	6355	6362	6355	6320	6320
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1574	1023	1300	1051	1123	1470
12	% Grava 3/4" gr	24.8	16.1	20.4	16.5	17.8	23.3
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	607.7	395.0	501.9	405.8	433.6	567.6
15	Peso del suelo gr	4763	5332	5062	5304	5197	4850
16	Volumen del suelo cc	1951.0	2179.7	2072.7	2163.8	2122.2	1980.3
17	Densidad húmeda gr/cc	2.44	2.45	2.44	2.45	2.45	2.45
18	Contenido de humedad %	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
20	Optimo Contenido de humedad %	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
21	Densidad seca gr/cc	2.28	2.29	2.28	2.29	2.29	2.29
22	% COMPACTACION	100.1	100.3	100.1	100.5	100.4	100.4


INGENIERO CIVIL
CP. N° 341632



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE LA CARRETERA MADRIGAL - LARI DISTRITO DE MADRIGAL
PROVINCIA DE CAYLLOMA – AREQUIPA

OBRA :
CANTERA : TINGUA 100%
MUESTRA : SUB BASE GRANULAR
UBICACIÓN : 3+580-3+730

ING. ESP. SUELOS : FRANK M. CASTILLO MAMAN
TEC. EN SUELOS : JHOEL B. MIRANDA VILCA

CONTROL DE COMPACTACION

Fecha	20/05/2021	20/05/2021	20/05/2021	20/05/2021	20/05/2021	20/05/2021
Nivel	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE	SUB BASE
Progresiva	3+580	3+610	3+640	3+670	3+700	3+730
Lado	DER	IZQ	EJE	DER	IZQ	EJE
Ubicación	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN	TERRAPLEN

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D-1556

1	Peso del Frasco + Arena gr	7695	7684	7677	7669	7660	7651
2	Peso del Frasco + Arena sobrante gr	2589	2568	2560	2575	2550	2548
3	Peso de la Arena empleada gr	5106	5116	5117	5094	5110	5103
4	Peso de la Arena del cono gr	1541	1541	1541	1541	1541	1541
5	Peso de la Arena del hueco gr	3565	3575	3576	3553	3569	3562
6	Densidad de la Arena gr/cc	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
7	Volumen del hueco cc	2583.3	2590.6	2591.3	2574.6	2586.2	2581.2
8	Peso del Tarro + Suelo + Grava gr	6358	6377	6420	6389	6452	6411
9	Peso del Tarro gr	0	0	0	0	0	0
10	Peso del Suelo + Grava gr	6358	6377	6420	6389	6452	6411
11	Peso retenido en el tamiz 3/4" gr	1440	1520	1320	1178	1557	1282
12	% Grava 3/4" gr	22.6	23.8	20.6	18.4	24.1	20.0
13	Peso específico de la grava gr/cc	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59
14	Volumen de la grava cc	556.0	586.9	509.7	454.8	601.2	495.0
15	Peso del suelo gr	4918	4857	5100	5211	4895	5129
16	Volumen del suelo cc	2027.3	2003.7	2081.7	2119.8	1985.1	2086.2
17	Densidad húmeda gr/cc	2.43	2.42	2.45	2.46	2.47	2.46
18	Contenido de humedad %	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0
19	Máxima densidad seca (P. M.) gr/cc	2.28	2.28	2.29	2.29	2.29	2.29
20	Optimo Contenido de humedad %	6.3	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5
21	Densidad seca gr/cc	2.29	2.29	2.29	2.30	2.30	2.30
22	% COMPACTACION	100.4	100.3	100.0	100.3	100.6	100.3


INGENIERO CIVIL
C.P. Nº 31182



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

CALIBRATEC S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Av. Chillón Lote 50 B Urb. Chacracerro, distrito de Comas, provincia de Lima y departamento de Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 26 de mayo de 2023

Fecha de Vencimiento: 25 de mayo de 2026



Firmado digitalmente por AGUILAR
RODRIGUEZ LUIS PATRICIA FAU
20600283015 soft
Fecha: 2023.06.21 17:08:44
Motivo: Soy el Autor del Documento

PATRICIA AGUILAR RODRIGUEZ
Directora (d.L.), Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 19 de junio de 2023

Código N° : 159-2023-INACAL/DA
Certificado N° : 029-2023-INACAL-DA
Registro N° : LC - 071



El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y validez de notificación solo que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia deben contrastarse en la página web [www.inacal.gob.pe/informacion/registros/acreditados](http://portal.inacal.gob.pe/informacion/registros/acreditados) y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL, es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-0284 (v: 01)



CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Área de Metrología

CA-L-0528-2024

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	0597	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGENIERIA, GEOTECNIA Y CONSTRUCCION COMPANY S.A.C. IGC COMPANY S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. PROGRESO NRO. 254 (POR EL TOBOGAN) PUNO - PUNO - PUNO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo calibrado	TAMIZ	
Marca	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	CI-0415	
Procedencia	NO INDICA	
Abertura Nominal	19 mm	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Diámetro de bastidor	8 pulgadas	
Designación alternativa	3/4"	
5. Fecha de Calibración	2024-04-19	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-04-27



Jefe de Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Còmas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CA-L-0528-20

Página 2

6. Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método de comparación directa tomando las medidas de abertura de la malla y el diámetro del alambre, tomando como referencia la norma ASTM E11 - 22 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves"

7. Lugar de calibración

En las instalaciones de CALIBRATEC S.A.C. ubicado en Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
KOSSOMET	Pie de rey con incertidumbre de 29 µm	DM23-C-0131

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de **CALIBRADO**.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Jhoel Berthy Miranda Vilca
identificado con DNI 46604067 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Geológica
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"Evaluación Geotécnica de la Carretera Madrigal - Lari
Distrito de Madrigal provincia de Cuylloma - Arequipa"

" Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 02 de Diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Jhoel Berthy Miranda Vilca
identificado con DNI 46604067 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA GEOLÓGICA

, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

“ Evaluación Geotécnica de la Carretera Madrigal - Lari

Distrito de Madrigal Provincia de Caylloma - Arequipa

” 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.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 02 de Diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella