

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“La influencia del cemento y caucho en el cbr del suelo tipo GM
– Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Benancio Salas, Juda Maverik

ASESOR: García Echevarría, Ericka Selene

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70613806

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23164212

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0000-0002-6375-6855

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Narro Jara, Luis Fernando	Maestro en ingeniería con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	18206328	0000-0003-4008-7633
2	Aguilar Alcántara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 08:45 horas del día **martes 30 de julio de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- ❖ MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA - PRESIDENTE
- ❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA - SECRETARIO
- ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1660-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **“LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA ETAPA IV – ATE – LIMA – LIMA, 2023”**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Juda Maverik BENANCIO SALAS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

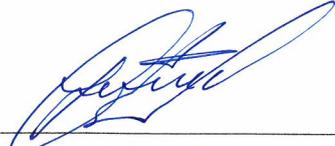
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimitad* con el calificativo cuantitativo de *15* y cualitativo de *Bueno* (Art. 47).

Siendo las *10:00* horas del día **30 del mes de julio** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. LUIS FERNANDO NARRO JARA
DNI: 18206328
ORCID: 0000-0003-4008-7633
PRESIDENTE



MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
DNI: 43415813
ORCID: 0000-0002-0877-5922
SECRETARIO (A)



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS, de la investigación titulada “La influencia del cemento y caucho en el CBR del suelo tipo GM – Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023.”, con asesora ERICKA SELENE GARCÍA ECHEVARRÍA, designada mediante documento, con RESOLUCIÓN N° 0258-2024-D-FI-UDH del P.A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 23 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 05 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

35. Benancio Salas, Juda Maverik.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	22%	3%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO,
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme siempre en cada camino que tome en transcurso de mi vida.

A mis padres Nicanor y Eladia que me enseñaron a ser humilde y perseverante en toda cosa que me proponga a realizar.

A mis hermanos Cassely, Anali, Mirella y Kimberly que siempre se preocupan en darme consejos y recomendaciones para poder superarme.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios por encaminar mis movimientos y atribuirme sabiduría, salud para poder obtener mis metas propuestas.

A mis padres y hermanos por brindarme el apoyo moral y la perseverancia necesaria para seguir mis objetivos, sin los cuales no habría podido alcanzar mi meta profesional.

Al gerente de proyectos de la inmobiliaria (LGP) por brindarme las facilidades y los consejos previos para la ejecución de la tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I.....	14
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
1.5. LIMITACIONES	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA.....	16
1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA	17

1.6.3.	VIABILIDAD ECONÓMICA.....	17
CAPITULO II.....		18
MARCO TEÓRICO		18
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES	22
2.2.	BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1.	SUELOS.....	24
2.2.2.	CAUCHO.....	31
2.2.3.	SUBRASANTE	32
2.2.4.	SUBBASE:	33
2.2.5.	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	34
2.2.6.	CEMENTO PORTLAND:	35
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	35
2.4.	HIPÓTESIS	37
2.5.	VARIABLES	37
2.5.1.	OBJETO DE ESTUDIO.....	37
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	37
2.5.3.	VARIABLE DEPENDIENTE	37
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	38
CAPITULO III.....		40
METODOLOGÍA		40
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.1.1.	INVESTIGACIÓN APLICADA.....	40
3.1.2.	ENFOQUE.....	40
3.1.3.	ALCANCE O NIVEL	40
3.1.4.	DISEÑO.....	40
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41

3.2.1. POBLACIÓN	41
3.2.2. MUESTRA.....	41
3.3.TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	42
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	43
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS Y INTERPRETACIÓN DE DATOS	47
CAPITULO IV.....	61
RESULTADOS.....	61
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	61
4.1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	61
4.1.2. DETERMINACIÓN DE LL, LP E IP	65
4.1.3. PROCTOR MODIFICADO.....	69
4.1.4. VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA CBR.....	73
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	78
CAPITULO V.....	80
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	80
5.1.1. CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL.....	80
5.1.2. CON RESPECTO AL OBJETIVOS ESPECÍFICOS	80
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de suelos Método AASHTO	25
Tabla 2	Clasificación de suelos Método SUCCS	26
Tabla 3	Propiedades físicas del suelo.	28
Tabla 4	Índice de plasticidad del suelo	30
Tabla 5	Propiedades físicas y mecánicas del caucho.....	32
Tabla 6	Categorías de las subrasantes	32
Tabla 7	Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos.....	33
Tabla 8	Rango de cemento requerido en estabilización suelo-cemento.....	35
Tabla 9	Muestra del Suelo	42
Tabla 10	Ubicación de Calicatas agosto 2023	48
Tabla 11	Cuadro de resúmenes de granulometría de las calicatas realizadas previamente	65
Tabla 12	Cuadro de resúmenes de LL, LP y LP realizadas previamente. ..	68
Tabla 13	Cuadro de resúmenes del Proctor Modificado realizadas previamente	72
Tabla 14	Cuadro de resúmenes del CBR realizadas previamente	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano Etapa IV	41
Figura 2 Formato de Granulometría.....	44
Figura 3 Formato de LL, LP y IP	45
Figura 4 Formato de Proctor Modificado.....	46
Figura 5 Proctor CBR.....	47
Figura 6 Ubicación en la excavación de la calicata C1, C2	48
Figura 7 Ubicación en la excavación de las calicatas C3	49
Figura 8 Se observa la muestra obtenida en campo.....	49
Figura 9 Se observa que se realiza el análisis granulométrico por tamizado ASTDM-D422.....	50
Figura 10 Se observa la muestra del tamizado por cada # malla	51
Figura 11 Se observa que se realiza el lavado de la muestra	51
Figura 12 Se observa la muestra del suelo natural adicionando el cemento + caucho	52
Figura 13 Se observa la homogeneización del cemento + caucho.....	52
Figura 14 Se observa el procedimiento del ensayo de plasticidad (Copa Casagrande).....	53
Figura 15 Se observa el procedimiento de rodamiento de material para efectuar el límite plástico	53
Figura 16 Se observa la homogeneización incluyendo el cemento y caucho	54
Figura 17 Se observa la adición de agua para la homogeneización del material	54

Figura 18 Se observa la homogeneización del material incluyendo el caucho + cemento	55
Figura 19 Se observa el relleno del molde con 5 capas realizando 56 golpes por capa	55
Figura 20 Se observa el resultado del Proctor Modificado.....	56
Figura 21 Se observa que realizó el cuarteo de la muestra a utilizar.....	56
Figura 22 Se observa el peso de 6kg de la muestra.....	57
Figura 23 Se observa el peso del cemento y caucho al 3% del peso de la muestra	57
Figura 24 Se observa la homogenización de la muestra incluyendo el cemento + caucho	58
Figura 25 Se observa la homogenización de la muestra incluyendo el cemento + caucho	58
Figura 26 Se observa que se coloca la muestra en el molde y se procede a realizar golpes de 10,25 y 56 por capa	59
Figura 27 Se observa los moldes de CBR de cada golpe de 10,25 y 56 golpes por cada capa	59
Figura 28 Se observa la penetración de la prensa en ensayo CBR.....	60
Figura 29 Análisis granulométrico.....	61
Figura 30 Curva granulométrica.....	61
Figura 31 Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plástico.....	66
Figura 32 Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plástico	67
Figura 33 Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico	67
Figura 34 Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico	68

Figura 35	Resultados de Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico .	69
Figura 36	Resultado Proctor Modificado Terreno Natural.....	70
Figura 37	Resultado Proctor Modificado adición 3% cemento y 3% caucho	70
Figura 38	Resultado Proctor Modificado adición 5% cemento y 5% caucho	71
Figura 39	Resultado Proctor Modificado adición 7% cemento y 7% caucho	71
Figura 40	Resultado de Proctor Modificado de los ensayos realizando de las calicatas en suelo natural y adicionando cemento + caucho	72
Figura 41	Relación de soporte California CBR – terreno natural.	73
Figura 42	Relación de soporte California CBR – 3% cemento + 3% caucho..	74
Figura 43	Relación de soporte California CBR – 5% cemento + 5% caucho..	75
Figura 44	Relación de soporte California CBR – 7% cemento y 7% caucho	76
Figura 45	Resultados del CBR de los ensayos realizando de las calicatas en suelo natural y adicionando cemento + caucho	77

RESUMEN

La presente investigación busca proponer la estabilización del cemento y caucho así poder mitigar la contaminación ambiental del caucho y la explotación de canteras para los materiales de subbase granular.

Las características mecánicas de la muestra extraída utilizando calicatas de fase IV se probaron en el laboratorio. A continuación, se combinó el suelo natural con cemento y caucho; los resultados de la primera combinación mostraron que la combinación de 3% de cemento y 3% de caucho superaba a la del suelo natural. Al 95% y al 100% del MDS, los resultados del CBR fueron del 71.50% y del 75.20% respectivamente y del 102.90% y del 108,90%, respectivamente. El segundo resultado en la unión de suelo natural con un 5% de caucho y un 5% de cemento mostró mejores resultados que el suelo natural solo. Al 95% del MDS los resultados CBR fueron 84.10% y 83% y al 100% del MDS fueron 113% y 117%. El tercer resultado mostró que el suelo natural junto con un 7% de cemento y un 7% de caucho producía mejores resultados que el suelo natural solo. Al 95% del MDS, los resultados del CBR fueron del 96% y el 90.7%, y al 100% del MDS, fueron del 129% y el 125%.

Por lo tanto, se llegó a la conclusión que mediante la estabilización de suelos con cemento y caucho mejoran la capacidad de soporte del suelo, para el uso de la subbase en pavimentos flexibles.

Palabra clave: valor CBR, caucho reciclado, estabilización de suelos, subbase, subrasante.

ABSTRACT

This research seeks to propose the stabilization of cement and rubber in order to mitigate the environmental contamination of rubber and the exploitation of quarries for granular subbase materials.

The mechanical characteristics of the sample extracted using phase IV pits were tested in the laboratory. Next, the natural soil was combined with cement and rubber; The results of the first combination showed that the combination of 3% cement and 3% rubber outperformed that of natural soil. At 95% and 100% MDS, the CBR results were 71.50% and 75.20%, respectively, and 102.90% and 108.90%, respectively. The second result of the combination of natural soil with 5% rubber and 5% cement showed better results than natural soil alone. At 95% of the MDS the CBR results were 84.10% and 83% and at 100% of the MDS they were 113% and 117%. The third result showed that natural soil together with 7% cement and 7% rubber produced better results than natural soil alone. At 95% MDS, the CBR results were 96% and 90.7%, and at 100% MDS, they were 129% and 125%.

Therefore, it was concluded that by stabilizing soils with cement and rubber, the support capacity of the soil is improved, for the use of the subbase in flexible pavements.

Keyword: CBR value, recycled rubber, soil stabilization, subbase, subgrade.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación que se llegó a realizar “la influencia del cemento y caucho en el CBR del suelo tipo GM, Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023” tiene como objetivo mejorar la capacidad de soporte del suelo para el uso de una subbase para poder construir un pavimento flexible.

En el Capítulo I, se explica los problemas y consecuencia de los neumáticos fuera de uso que tiene un impacto sobre el medio ambiente y cómo podemos usar para poder mejorar la capacidad portante mediante el cemento y caucho.

Adicionalmente, se planteó la siguiente pregunta de estudio: ¿Cuál es la influencia del cemento y caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM – Colinas de la Gloria – Ate – Lima - 2023? Asimismo, se planteó objetivos, fundamentos, limitaciones y viabilidad del problema de estudio.

En el Capítulo II, es la presentación del marco teórico fundamental para la recopilación de las antecedentes de las investigaciones, también se presenta las propiedades del suelos y teorías sobre la estabilización de los suelos.

En el Capítulo III, se describen los métodos e instrumentos utilizados para la recopilación de los datos, así como la población y muestra. También se explica el tipo de investigación realizada.

En el Capítulo IV, se describen detalladamente el procesamiento y la evaluación de los datos de las 7 muestras de laboratorio. También se realizó la constatación de la hipótesis planteada demostrando el mejoramiento del suelo.

En el Capítulo V, se realizaron la discusión de los resultados con los antecedentes de investigación.

Finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Dado que hoy en día la mayoría de la gente opta por poseer un vehículo para uso personal y que conseguir un coche se ha vuelto más fácil con el paso del tiempo, Perú es uno de los países que actualmente contribuye de manera significativa a la contaminación global. Como consecuencia cada vez hay más residuos de neumáticos en vertederos y calles debido al aumento de la demanda de coches por persona. (Robles, 2020).

Según el informe de Gerencia de estudios económicos y estadísticos en el Perú se tiene registro de los números de vehículos vendidos desde el año 2013 que fueron unos 192,680 vehículos vendidos hasta el 2022 que fueron 177,547 vehículos vendidos. Considerando las estadísticas del artículo los números de los vehículos vendidos es variable en otros años aumentando y otros disminuyendo. (GEEE, 2022).

Según una revisión de los catastros, el Ministerio del Ambiente explica que 1.585 áreas a nivel nacional en Perú han sido degradadas por la disposición inadecuada de residuos; de éstas se prevé que 1.558 áreas vuelvan a ser rellenos sanitarios y 1.558 sean áreas recuperadas. A pesar de ello los residuos sólidos han degradado 5.220 hectáreas sin intervención humana. En ocasiones, los neumáticos fuera de uso o NFU se entierran bajo derechos mineros, se depositan en vertederos de material estéril o se colocan en acopios al aire libre. Estos lugares generan una contaminación ambiental visual ya que los NFU ocupan espacios no destinados a su uso y deterioran el suelo y las zonas circundantes. Además, los NFU constituyen un refugio para diversas plagas, por lo que son el lugar perfecto para roedores e insectos y ponen en peligro tanto la salud humana como el medio ambiente. En este sentido, la eliminación inadecuada de los NFU supone una amenaza para la salud pública, el medio ambiente, la industria y la tecnología en muchas naciones, entre ellas Perú. (MMA, 2020).

En la Etapa IV del proyecto en habilitaciones urbanas el suelo es de tipo GM (A-1b), según el estudio de suelos previo realizado tiene como resultado

un CBR promedio de 23.20% según manual de carretera tiene una clasificación de CBR muy bueno, pero nosotros queremos mejorar el suelo del tipo GM para poder usar como subbase que según Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos debe tener un CBR $\geq 40\%$ para la construcción de pavimentos flexibles.

En la investigación mediante cemento y caucho es un factor para poder mejorar la capacidad del suelo para poder utilizar en la subbase la cual podríamos reducir costo al comprar material de préstamo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia del cemento y caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM - Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la influencia un 3% cemento y un 3% caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM?
- ¿Cuál es la influencia un 5% cemento y un 5% caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM?
- ¿Cuál es la influencia un 7% cemento y un 7% caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del cemento y caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM - Colinas de la Gloria Etapa IV– Ate – Lima – Lima,2023.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar cómo influyen un 3% cemento y un 3% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.
- Determinar cómo influyen un 5% cemento y un 5% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.
- Determinar cómo influyen un 7% cemento y un 7% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

A nivel teórico se busca dar una solución de cómo podemos mitigar la contaminación ambiental del caucho, también podemos mejorar la calidad del suelo tipo GM para poder usar en la subbase y poder utilizar en la construcción del pavimento flexible.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRACTICA

A nivel práctico la estabilización del suelo para el mejoramiento del suelo tipo GM son los siguientes:

- Mejoramiento de la capacidad soporte y estabilidad en la vía.
- Ahorro del transporte y costo en el material del préstamo.
- Se realiza la construcción en breve tiempo.
- Presenta un buen desempeño estructural por periodos prolongados.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Actualmente no existe en Perú un método de diseño para la estabilización de suelos incluyendo el caucho. La estabilización de suelos a base de caucho está siendo investigada en otras naciones latinoamericanas para disminuir la contaminación ambiental. Su aplicación es restringida y sus antecedentes son escasos a nivel regional.

1.5. LIMITACIONES

Dado que hay escasez de investigaciones en la región de Huánuco, se incorporarán datos de estudios realizados en otras partes de Perú, así como en otras naciones latinoamericanas.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD TÉCNICA

Para cumplir con los objetivos sugeridos, se tendrá acceso al laboratorio de suelos de Geos Consultores J&S S.A.C.

El permiso para poder realizar el estudio será facilitado por la empresa La Gloria Propiedades (LGP).

1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA

Se realizarán ensayos en el laboratorio de suelos de la empresa Geos Consultores J&S S.A.C, para poder obtener los resultados de la investigación.

1.6.3. VIABILIDAD ECONÓMICA

El tesista dispone de los fondos y el tiempo necesarios para finalizar las pruebas de laboratorio con el fin de completar la investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Álvarez (2020) en su monografía titulado: “Utilización de granulo de caucho pulverizado proveniente de llantas usadas como solución para reforzar un suelo blando de subrasante en la sabana de Bogotá” para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general era examinar el uso de caucho pulverizado de neumáticos como medio eficaz para reforzar los suelos blandos de la subrasante en la sabana de Bogotá. Con base en los resultados, el polvo de caucho puede utilizarse para fortalecer suelos inestables porque mejora las cualidades mecánicas del suelo incluyendo su resistencia al corte, cohesividad y ángulo de fricción en suelos arcillosos. Además, la adición de 4% de polvo de caucho al suelo inapropiado aumentó significativamente el CBR. Concluyo que, para aplicar este método al tipo de suelo de la capital colombiana, fue posible determinar las propiedades el comportamiento y el espesor de los materiales encontrados en los depósitos. Esto permitió conocer con mayor precisión las zonas de la ciudad donde se podría aplicar polvo de caucho para fortalecer el suelo.

Patiño (2017) en su tesis titulado: “Estabilización del suelo mediante adiciones de caucho reciclado, Ecuador”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general era presentar una técnica para estabilizar el suelo con adiciones de caucho reciclado. Según los resultados, se produjo un aumento significativo de caucho en los porcentajes seleccionados para las pruebas que era lo contrario de lo que se pretendía. La resistencia se reduce evidentemente a partir del 5%, y los resultados siguen disminuyendo, aunque de forma muy gradual a medida que se añade más caucho. Se llegó a la conclusión de que el caucho era problemático en varios aspectos, el primero de los cuales era que absorbía el agua de forma desigual lo que modificaba la resistencia global de la probeta. Además, el suelo y el caucho no estaban compactados en el momento de las pruebas CBR por lo que no funcionaban como un único

componente y en cambio su estructura se colapsaba fácilmente. El suelo (GC) seleccionado para el estudio demostró ser una sustancia extremadamente resistente por lo que estabilizarlo resulta un objetivo difícil de alcanzar dado que sus cualidades inherentes satisfacen casi plenamente todos los requisitos de un suelo de muy buena calidad.

Ayala & Heredia (2019) en su tesis titulado: “Mezclas asfálticas mejoradas con caucho de llantas añadido por vía seca”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general fue evaluar experimentalmente mediante ensayos de rendimiento y convencionales con propiedades constantes para los áridos minerales y el asfalto, cómo el caucho de neumático reciclado adicionando en seco y en porcentajes variables afectaba al comportamiento de las mezclas asfálticas densas. La metodología empleada es teórico-experimental con ensayos y pruebas en el laboratorio en tres tipos distintos de mezclas manteniendo constante el tipo de asfalto y la granulometría de los áridos, pero incrementando la cantidad de caucho que se añade en cada mezcla para determinar que las propiedades tengan un buen comportamiento y cumplan con los requisitos técnicos. De acuerdo con los resultados, las mezclas asfálticas que se modificaron mediante el método en seco presentaban valores de estabilidad (cohesión) inferiores a la combinación de asfalto realizada sin caucho; cuanto menos estable sea la mezcla menos rígida será. Sin embargo, dado que el caucho es un polímero elastomérico y presentaba elevadas deformaciones plásticas antes del fallo durante el ensayo Marshall, la fluidez aumentaba a medida que se incrementaba la cantidad de caucho. Dicho de otro modo, las mezclas que contienen caucho tienen mayores propiedades elásticas lo que significa que en la prueba Marshall los valores de fluidez siempre aumentarán con el porcentaje de caucho independientemente del tamaño de la carga. Se llegó a la conclusión de que el diseño sin caucho se comportará bien en este fenómeno en términos de deformaciones plásticas o ahuellamiento. Al aumentar el contenido de caucho, se produjo la correspondiente disminución de la rigidez de las mezclas.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Fabian & Gonzales (2021) en su tesis titulado “Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general del estudio era comprobar cómo la adición de hormigón reciclado en porcentajes del 7%, 11% y 21% podía mejorar el CBR de suelos arcillosos utilizados como subrasante en proyectos sanitarios. El estudio destaca por su metodología experimental. Se distingue porque el investigador manipula deliberadamente el objeto de la investigación, se descubrió que la adición de hormigón reciclado al 7%, 11% y 21% a suelos arcillosos empleados en obras de alcantarillado a nivel de subrasante mejoraba la capacidad del suelo CBR. Un valor del ensayo CBR del 3,7% indica que la adición de un 11% de hormigón reciclado a un suelo arcilloso con bajo valor de soporte en obras de saneamiento aumenta la capacidad del suelo para resistir la deformación plástica. Esta cifra es muy ventajosa para el sector de la construcción. Llegaron a la conclusión de que la adición de hormigón reciclado en cantidades del 7%, 11% y 21% reforzaba efectivamente los suelos arcillosos, haciéndolos adecuados para su uso como subrasante en proyectos de saneamiento.

Arellano & Gonzales (2021) en su tesis titulado: “Dosificación en porcentaje del cemento portland para el mejoramiento de las propiedades de los suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general era evaluar el porcentaje de cemento Portland que debía añadirse en 2021 para mejorar las cualidades del suelo de las carreteras con escaso volumen de tráfico. El planteamiento fue explicativo, esbozando cómo se aplica el cemento Portland a los suelos actuales de las carreteras con bajo volumen de tráfico y descriptivo, ya que se recopilaban datos sobre el cemento Portland como aditivo estabilizador del suelo y se analizaron conjuntamente, basándose en la caracterización y el comportamiento de los suelos. Los tipos de suelo natural A-7-6 mostraron un IP = 44.00 y un CBR = 1.30% en los datos obtenidos, con cantidades de cemento aplicadas del 1%, 3% y 5%. El IP

fue de 36,00 con adición de 1% de cemento, y el CBR acrecentó a 3.50%; el IP fue de 23.00 con adición de 3% de cemento, y el CBR acrecentó a 6.63%; el IP fue de 15,00 con adición de 5% de cemento, y el CBR acrecentó a 13.75%. Basándose en los resultados, se determinó que era necesaria una dosificación del 5% porque no sólo aumentaba la capacidad, sino que también mostraba un suelo IP de plasticidad media. El tipo de suelo nativo CL tenía IP = 20.54 y CBR = 14.02%; se aplicaron 2%, 6% y 8% de cemento. El CBR acrecentó a 16.72% con 2% de cemento añadido, el CBR acrecentó a 17.50% con 6% de cemento; y el IP disminuyó a 14.63 y el CBR acrecentó a 19.63% con 8% de cemento. Después de añadir un 10% de cemento, el tipo de suelo natural A-7-6 tenía un IP = 21.06 y un CBR = 24.05%; esto acrecentó a 59.25%. Se llegó a la conclusión de que el porcentaje de cemento Portland necesario depende de diversos factores como el tipo de suelo, el cemento se está utilizando para el tratamiento del suelo mediante Base Tratada con Cemento, Suelo Modificado con Cemento o Subsuelo Estabilizado con Cemento. Por otra parte, podemos decir que la adición media de cemento suele situarse entre el 3 y el 6%.

Robles (2020) en su tesis titulado: “Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la sub rasante en la av. canta callao – 2020”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil. El objetivo era averiguar cómo aplicar caucho y cal en la subrasante Av. Canta Callao-2020. El enfoque utilizado fue cuantitativo ya que se partía de una hipótesis a cuyo resultado se le daban valores numéricos basados en cálculos de cuánto mejoraba la plasticidad, cuánto aumentaba la resistencia y en definitiva cuánto aumentaba el CBR. Se comprobó en la hipótesis que en el incremento de caucho y cal puede influir en la efectivamente en la mejora de capacidad de soporte de los suelos arcillosos para su uso como subrasante en las carreteras Av. Canta Callao. Los resultados al incrementar la cal y caucho influyen en la mejora de la densidad máxima seca y el contenido de humedad óptimo, para una primera muestra M1 se tuvo una adición de caucho del 4% y 6% con unos resultados de CBR al 100% de 14.50% y 20.40% y CBR al 95% con resultado de 11.55% y

15.00%, para una segunda muestra M2 con una adición de cal del 4% y 6% con un resultado de CBR al 100% 14.8% y 33.6% y CBR al 95% con resultado de 11.93% y 25.3%. Se llegó a la conclusión que el incremento de caucho y cal impacta positivamente en la mejora de la subrasante para la carretera de la Av. Canta Callao.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Antacurco (2021) en su tesis titulado: “Mejoramiento de la resistencia a la compresión del tapial estabilizando el suelo con cemento en Umari – Huánuco 2019”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, objetivo general que planteo fue, determinar la influencia del tipo y la proporción de cemento en la resistencia a la compresión del tapial en Umari. El tipo de investigación fue, el presente estudio es cuantitativa, porque se va determinar la fuerza de asociación o relación entre las variables. Los resultados obtenidos a mayor porcentaje de cemento sin importar el tipo del mismo incrementan la resistencia a la compresión. Para el porcentaje de cemento al 7% tenemos un esfuerzo de compresión de 16.586 kg/cm² (Tipo IP) y 19.068 kg/cm² (Tipo I); y para 9% de cemento tenemos un esfuerzo de compresión de 19.382 kg/cm² (tipo IP) y 23.705 Kg/cm² (Tipo I). Las probetas hechas con cemento portland Tipo I al 7%, incrementa la resistencia a la compresión en 87.06% respecto a la probeta elaboradas con suelo mejorado. Concluyeron que, el suelo de granulometría mejorada con cemento portland tipo IP al 7% y 9% en peso, aumenta la resistencia a la compresión en un 62.72% y 90.14% respectivamente, respecto al suelo de granulometría mejorada sin cemento. El suelo de granulometría mejorada con cemento portland tipo I al 7% y 9% en peso aumenta la resistencia a la compresión en un 87.06% y 132.55% respectivamente, respecto al suelo de granulometría mejorada sin cemento.

Apolinario & Delgado (2019) en su tesis titulado: “Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general era aplicar el aditivo proes al suelo de la subrasante para aumentar su capacidad portante y mejorar su

rendimiento. La investigación es cuantitativa porque se basa en la medición y el recuento numéricos y a menudo recurre a la estadística para determinar con precisión las tendencias de comportamiento dentro de un grupo. Según los resultados, para garantizar las propiedades óptimas deseadas la prueba CBR se realizó al 95% de la MDS. En estos lugares se descubrió un CBR de 3.35%, 5.20%, 5.50%, 4.81%, 6.00% y 4.20%. El CBR medio es del 4.84%. S1: subrasante insuficiente es la categoría de subrasante. Se observa un momento de CBR elevado en todas las dosificaciones, ya que aumenta de 4.8433% a 56.7143% en todos los casos. El CBR aumentó más de 12 veces en cada escenario. Esto demuestra que la estabilización de los suelos y el gran aumento de su CBR son objetivos que se consiguen utilizando cemento Portland y el aditivo PROES.

Avila (2021) en su tesis titulada: “Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco – Marabamba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio – 2019”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, el objetivo general fue adicionar cantidades variables de óxido de calcio al pavimento de la carretera Huánuco - Marabamba para mejorar su subrasante. Se trató de un diseño de investigación cuantitativo que elaboró la hipótesis se midieron las variables en función de los indicadores se evaluaron las mediciones y luego se llegó a las conclusiones respecto al planteamiento del problema. Con un umbral de significación de 5% y un error de probabilidad de 0.001%, los resultados muestran que la subrasante de la carretera Huánuco-Marabamba tiene una mayor capacidad portante después de la aplicación de óxido de calcio. Según las investigaciones sobre la relación entre el CBR de soporte y diversos porcentajes, la adición de 3% más de óxido de calcio al peso del suelo natural aumenta su resistencia óptima. Debido a esto el CBR del suelo natural en el pozo de prueba nº 01 es igual al 63,00% y tras la mejora obtuvo un CBR del 67,8%. Se llegó a la conclusión de que, de acuerdo con el GW-GC que corresponde a las calicatas 1, 2, 3 y 4, era posible verificar la mejora de la resistencia de la subrasante de la carretera Huánuco-Marabamba. Esta verificación se realizó mediante el ensayo de CBR,

aunque se determinó que el CBR del suelo natural de C-01 que tenía un CBR de 63% al (95%MDS), era el porcentaje óptimo cuando se incorporaba 3% de cal. Comparativamente, el CBR de C-02 aumentó a 62.8% desde su resistencia inicial de 57,8% después de aumentar la cal en el porcentaje ideal, y el CBR de C-03 aumentó a 65.4% desde su primera resistencia de 59.6% después de aumentar la cal en el porcentaje ideal. Por último, pero no por ello menos importante la fosa de prueba C-04 presentaba una resistencia inicial del 61.6%. Esta resistencia se estabilizó finalmente con el porcentaje óptimo obteniéndose un CBR del 66.2%, con lo que se redujo la capacidad de absorción húmeda y la expansión de cada uno de los pozos de prueba investigados.

2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. SUELOS

Se denomina suelo a todo conjunto natural de partículas minerales que pueden dividirse mediante técnicas mecánicas suaves como agitarlas en agua. (Terzagui & Peck, 1973)

La definición de suelo es la degradación y alteración causadas por rocas y residuos que se reordenan con el paso del tiempo; los diferentes tipos de suelos se crean por los continuos cambios modificaciones y procesos físicos y biológicos que ocurren en los suelos. (De la Cruz & Salcedo, 2016)

2.2.1.1. TIPOS DE SUELOS

(Terzagui & Peck, 1973) se enumera los suelos más frecuentes junto con los nombres que se suelen utilizar para clasificar el terreno:

- Los agregados sin cohesión de fragmentos granulares o redondeados de rocas y minerales que han sido ligeros o completamente alterados se conocen como arenas y gravas. La arena se define como partículas de menos de 2 milímetros, y la grava como partículas más grandes de hasta 15 o 20 cm.
- Con una mezcla de partículas de materia orgánica finamente divididas, los limos orgánicos son suelos de grano fino casi plásticos.

2.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Este sistema clasifica los suelos en siete grupos según, los resultados de las pruebas de laboratorio de granulometría, índice de plasticidad y límite líquido (Crespo Villadaz, 2004).

También se evalúan simultáneamente mediante un índice de grupo, que se determina utilizando una ecuación empírica:

$$IG = (F-35) (0.2+0.005(LL-40)) + 0.01(F-15) (IP-10)$$

Donde:

F: porcentaje que pasa por el tamiz N° 200

LL: límite líquido

IP: índice de plasticidad

Cuando el Índice de Grupo es negativo se indica como IG=0 y se expresa en números entero positivo en caso contrario.

Tabla 1

Clasificación de suelos Método AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz N°200)							Materiales limoarcillosos (35% o menos pasa el tamiz N°200)			
	A-1		A-1	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-1-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Tamizado, % que pasa											
N° 10 (2.00mm)	50 max	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N° 40 (425um)	30 max	50 max	51 max.	...	...	...	...	...	...	...	...
N° 200 (75um)	15 max	25 max	10 max.	35 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min.	36 min.	36 min
Consistencia											
Límite líquido	...	...				B		40 max	41 min.	40 max	41 min

Índice de plasticidad	6 max.	N. P	B	10 max	10 max	11 min.	11 min
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena	Arena fina	Grava y arena limoarcillosas	Suelos limosos	Suelos arcillosos		
Clasificación	Excelente a bueno			Regular a malo			

Fuente: (AASHTO M -145, 2008)

2.2.1.3. SISTEMA DE CLASIFICACIÓN SUCS

Arthur Casagrande propuso el sistema de clasificación SUCS en 1942 como una versión más ampliada de la técnica de construcción de pistas de aterrizaje que se había sugerido anteriormente. Los seis tipos principales de suelo se identifican mediante símbolos de grupo, las iniciales de los nombres son (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba) y un sufijo que indica las subdivisiones dentro de esos grupos. (Crespo Villadaz, 2004).

Tabla 2

Clasificación de suelos Método SUCCS

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio.				Clasificación de suelos		
				Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas más del 50% es retenido en la malla N.200	Gravas Mas del 50% de la fracción gruesas retenida en la malla N.4	Gravas limpias menos del 5% pasa la malla N.200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien gradada	
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal gradada	
		Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla N.200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad		GM	Grava limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad		GC	Grava arcillosa
		Gravas limpias y con finos entre el 5% y 12% pasa la malla N.200	Cumplen con los criterios para GW y GM		GW-GM	Grava bien gradada con limo
			Cumplen con los criterios para GW y GC		GW-GC	Grava bien gradada con arcilla
			Cumplen con los criterios para GP y GM		GP-GM	Grava mal gradada con limo
	Cumplen con los criterios para GP y GC		CP-GC	Grava mal		

					gradada con arcilla	
Arenas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N.4	Arenas limpias menos del 5% pasa la malla N.200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW		Arena bien gradada	
		$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP		Arena mal gradada	
	Arenas con finos ms del 12% pasa la malla N.200	$IP < 4$ o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM			Arena limosa
		$IP > 7$ o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC			Arena arcillosa
	Arenas limpias y con finos entre el 5% y 12% pasa la malla N.200	Cumplen con los criterios para SW y SM	SW-SM			Arena bien gradada con limo
		Cumplen con los criterios para SW y SC	SW-SC			Arena bien gradada con arcilla
		Cumplen con los criterios para SP y SM	SW-SM			Arena mal gradada con limo
		Cumplen con los criterios para SP y SC	SP-SC		Arena mal gradada con arcilla	
Suelos de partículas finas el 50% o más pasa la malla N.200	Limos y arcillas limite liquido menor que 50	Inorgánicos	$IP > 7$ y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad	
			$IP < 4$ y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad	
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 75	OL		Arcilla orgánica
			Limite liquido-no secado			Limo orgánico
	Limos y arcillas limite liquido mayor que 50	Inorgánicos	$IP > 7$ y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH		Arcilla de alta plasticidad
			$IP < 4$ y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH		Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 75	OH		Arcilla orgánica
			Limite liquido-no secado			Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro		PT		Turba	

Fuente: (Braja M. Das, 2012)

2.2.1.4. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades geotécnicas del suelo, como su resistencia al corte, plasticidad, compresibilidad y distribución granulométrica, pueden evaluarse mediante pruebas de laboratorio adecuadas. (Braja M. Das, 2012).

Se da a conocer las características geotécnicas fundamentales de los suelos, incluidas la granulometría, la plasticidad y la clasificación entre otras.

➤ GRANULOMETRÍA

La distribución de las partículas del suelo por tamaños, expresados como porcentajes del peso total de la muestra seca, se conoce como granulometría. Una vez que los granos del suelo se vuelven indivisibles al someterlos a una fuerza moderada, sus diámetros determinan el tamaño de las partículas. (Cedeño Plaza, 2013).

Tabla 3

Propiedades físicas del suelo

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

Fuente: (Cedeño Plaza, 2013)

➤ LIMITE LIQUIDO (LL)

La proporción del contenido de humedad en relación con el peso en seco de la muestra se conoce como límite líquido. La cantidad de humedad en el suelo lo lleva a pasar de una forma plástica a una forma líquida. (Crespo Villadaz, 2004)

$$L.L = W_N * \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan\beta}$$

Donde:

LL= Limite Liquido

WN= Contenido de humedad natural

N= Numero de golpes

TanB= Pendiente de la línea de flujo.

➤ **LIMITE PLÁSTICO (LP)**

La proporción del contenido de humedad comparado con el peso seco de la muestra se conoce el límite plástico. El suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico con este contenido de humedad. (Crespo Villadaz, 2004).

$$LP = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 = \frac{Pw}{Ps} \times 100$$

Donde:

LP= Limite plástico

Ph= Peso húmedo

Ps= Peso seco

Pw= Peso del agua

➤ **ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)**

El índice plástico mide la plasticidad del suelo indicando el rango, expresado en porcentaje que el suelo mantiene condiciones plásticas. (Crespo Villadaz, 2004)

La diferencia entre los límites líquido y plástico se conoce como índice plástico:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP: Índice plástico

LL= Limite liquido

LP= Limite plástico

Tabla 4*Índice de plasticidad del suelo*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelo poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico	Suelos extentos de arcilla

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

➤ GRAVEDAD ESPECIFICA

El peso de las partículas sólidas del suelo se divide por el peso del agua del mismo volumen y temperatura para determinar la gravedad específica del suelo (γ_s). (Crespo Villadaz, 2004).

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_m}$$

Donde:

γ_s = peso específico de los sólidos (g/cm³)

γ_m = peso específico del agua (g/cm³)

➤ CONTENIDO DE HUMEDAD

El peso del agua dividido por el peso de los sólidos en una masa determinada de suelo se conoce como contenido de humedad, y suele expresarse en porcentaje. (Crespo Villadaz, 2004).

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W = contenido de humedad en %

W_w = peso del agua

W_s = peso del suelo seco

➤ DENSIDAD SECA MÁXIMA – HUMEDAD OPTIMA

El objetivo de la prueba es encontrar la correlación entre la

densidad y el contenido de humedad de un suelo compactado. Con una determinada energía de compactación, se utilizará un apisonador de caída libre en un molde para conseguirlo. La energía de compactación, la masa del pisón y las dimensiones del molde están estandarizadas de acuerdo con la norma. El proceso mecánico de compactación tiene como objetivo disminuir la cantidad de huecos en una masa de suelo. Esto permitirá que las partículas del suelo entren más en contacto unas con otras, aumentando la densidad del suelo. El contenido de humedad del suelo y el nivel de energía de compactación son los dos factores que afectan al grado de compactación de un suelo. (Terzagui & Peck, 1973).

➤ **ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

Esta prueba permite calcular la compactación máxima de un suelo en relación con su contenido de humedad. Esto permitirá optimizar los costos, así como las primeras fases de desarrollo estructural e hidráulico en un proyecto. La prueba proctor modificado revela que la principal distinción entre ellos es la energía consumida, que se atribuye al peso y la altura del manipulador, ambos mayores. Estos nos proporcionarán los puntos de la curva. Típicamente, la curva se puede dibujar y la densidad proctor máxima y el contenido de humedad óptimo relacionado se pueden obtener con cinco de estos puntos. (Terzagui & Peck, 1973).

2.2.2. CAUCHO

El caucho, también denominado materiales elastoméricos o gomas en otras partes de América Latina, es una materia prima común para neumáticos, zapatos, tuberías, correas de transmisión y piezas de sellado de fluidos, entre otros productos. Su elasticidad y resistencia química los hacen indispensables. (Pelaéz, 2017)

2.2.2.1. LA UTILIZACIÓN DE CAUCHO

En los países con normas medioambientales eficaces y transparentes, el reciclaje de neumáticos es una práctica habitual. Al principio no había muchos usos para este mineral básico. El ferretero Charles Goodyear (1800-1860) descubrió que podía evitarse que se volviera muy pegajosa al calentarse y excesivamente rígida al enfriarse calentándola y combinándola con azufre. A partir de esta técnica, conocida como vulcanización, se fabricaron muchos productos, como cintas transportadoras, mangueras, aislantes para cables eléctricos y, sobre todo, cubiertas para vehículos, como coches, camiones y aviones. (Cuattrocchio, Botasso, Rebollo & Soenagas, 2006).

Tabla 5

Propiedades físicas y mecánicas del caucho

Componentes	Tipo de vehículos		Función
	Automóviles % en peso	Camiones % en peso	
Caucho	48	45	Estructural - deformación
Negro humo	22	22	Mejor oxidación
Óxido de zinc	1.2	2.1	Catalizador
Material textil	5	0	Esqueleto estructural
Acero	15	25	Esqueleto estructural
Azufre	1	1	Vulcanización
Otros	12	0	Juventud

Nota: Características del Caucho. Fuente: (Cuattrocchio et al., 2006)

2.2.3. SUBRASANTE

La subrasante actúa como soporte directo de la estructura del pavimento como parte del prisma de la calzada construido entre la topografía natural. La capa superior de un terraplén se conoce como subrasante o la base de cualquier excavación natural del terreno destinada a soportar una estructura de pavimento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Tabla 6

Categorías de las subrasantes

CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

2.2.4. SUBBASE

Esto sirve como capa de transición entre la base granular y la subrasante, evitando que las partículas de la subrasante contaminen el material fino de la base. La transmisión suficiente de las tensiones inducidas por el tráfico a las capas inferiores es otra de las finalidades de la subbase. Además, puede afirmarse que los componentes de calidad media que componen esta capa contribuyen a la reducción del coste global del pavimento. Se trata de capas de material granular que suelen depositarse sobre la subrasante para proporcionar soporte a las losas de hormigón hidráulico y a las bases de pavimento asfáltico.

Tabla 7

Requisitos mínimos para los diferentes tipos de pavimentos

Elemento - Tipo de Pavimento	Flexible	Rígido	Adoquines
Subrasante	95% de compactación:		
	Suelos Granulares - Proctor Modificado		
	Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
	Espesor compactado		
	≥ 250mm - Vías locales y colectoras		
	≥ 300mm - Vías arteriales y expresas		
Subbase	CBR ≥ 40%	CBR ≥ 30%	
Base	CBR ≥ 80%	N. A	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo	Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N. A	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm

Espesor de la capa de rodadura	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR
Material	Concreto asfáltico		MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 Mpa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 Mpa)

Fuente: (Norma Técnica C E010 Pavimentos Urbanos, 2010)

2.2.5. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Se define como el tratamiento mecánico y la adición de sustancias artificiales o naturales para mejorar las cualidades físicas del suelo. (Montejo, 2002)

Los objetivos principales de los suelos estabilizados, según el Manual de Estabilización de suelos con Cemento o Cal, son aumentar su resistencia mecánica y en muchas circunstancias incrementar su capacidad portante al tiempo que se reduce su susceptibilidad al agua y a otros factores ambientales adversos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

2.2.5.1. TIPOS DE ESTABILIZACIÓN

Entre los principales métodos de estabilización del suelo se encuentran:

a) ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

Para crear un material compuesto más resistente se mezclan con el suelo productos químicos como cemento, cal, cenizas volantes, betún o mezclas de estos componentes. El tipo y el porcentaje de adición elegidos dependen de la categorización del suelo. (Kestler, 2009).

b) ESTABILIZACIÓN MECÁNICA

Para mejorar sus propiedades, consiste en combinar el suelo con otro material para densificarlo. Es la tecnología estabilizadora tradicional más utilizada en Perú. (Menendez, 2012)

El principal objetivo en la estabilización mecánica del suelo es mejorar la composición y estructura actuales del suelo sin alterarlo.

La compactación es la técnica utilizada para proporcionar este tipo de estabilización ya que reduce la cantidad de huecos en el suelo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

2.2.6. CEMENTO PORTLAND

El producto que se obtiene moliendo clínker portland y añadiendo a continuación sulfato cálcico se conoce como cemento portland de tipo I. Siempre que la norma aplicable certifique que la inclusión de otros productos no alterará las cualidades del cemento final, la adición de más no puede superar el 1% del peso total.

Los productos añadidos deben triturarse en el mismo proceso de molienda que el clínker. El principal beneficio de esta aplicación que suele hacerse para suelos arenosos o gravas finas, es un aumento de la resistencia. Los suelos arcillosos también pueden beneficiarse de ella, pero en mayor cantidad. (De la Cruz & Salcedo, 2016).

Tabla 8

Rango de cemento requerido en estabilización suelo-cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 - 5
A-1-b	3 - 8
A-2	3 - 9
A-3	7 - 11
A-4	7 - 12
A-5	8 - 13
A-6	9 - 15
A-7	10 - 16

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) en el glosario de terminos se da una definición de los siguientes conceptos:

- **Agregado:** materiales granulares mezclados, como arena, grava, escoria o roca triturada, con distintos tamaños y composiciones mineralógicas.

- **Capacidad de soporte:** resistividad del material de la subrasante en el contexto del diseño de firmes.
- **Carretera:** Las carreteras utilizadas para el transporte de automóviles de dos ejes o más deben cumplir los requisitos técnicos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en cuanto a su pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, firme y otras características geométricas.
- **Carreteras no pavimentadas:** una carretera cuya superficie está compuesta por áridos o grava, suelos estabilizados o terrenos no urbanizados.
- **CBR (California Bearing Ratio):** Fuerza necesaria para perforar una masa de suelo y determinar el valor portante relativo de un material.
- **Cemento:** Es una sustancia que se obtiene moliendo clínker Portland, a veces con ayuda de yeso bruto.
- **Conglomerado:** roca sedimentaria clástica formada por guijarros fijados en una matriz fina, tal vez silíceo o calcáreo.
- **Dosificación:** el procedimiento de añadir ingredientes a la mezcladora para hacer una determinada cantidad de mortero y hormigón pesándolos o midiéndolos.
- **Estabilización:** procedimiento físico o químico que mejora las propiedades mecánicas de un suelo
- **Estabilización mecánica:** crea un entrelazamiento de partículas de suelo y áridos por compactación.
- **Limite líquido:** la cantidad de agua del suelo que se encuentra entre la forma plástica y la líquida.
- **Limite plástico:** La cantidad de agua en un suelo que se encuentra entre una condición semisólida y plástica.
- **Red Vial Vecinal:** consiste en las carreteras locales que conectan las capitales de provincia y de distrito, así como las conexiones de éstas entre sí, con los núcleos de población o áreas bajo su influencia y con las redes de carreteras nacionales, departamentales y regionales.

- **Suelo cemento:** mezcla que ha sido compactada hasta alcanzar una alta densidad utilizando proporciones medidas de agua y cemento Portland.
- **Suelos estabilizados:** son suelos poco estables y de baja calidad que requieren la adición de un estabilizador, como cemento, cal o un aditivo iónico o químico.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

HG: El cemento y caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM - Colinas de la Gloria Etapa IV– Ate – Lima – Lima,2023.

FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

H1: Un 3% cemento y un 3% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

H2: Un 5% cemento y un 5% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

H3: Un 7% cemento y un 7% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

2.5. VARIABLES

La investigación tiene las siguientes variables:

2.5.1. OBJETO DE ESTUDIO

La etapa IV de Colinas de la Gloria – Ate – Lima – Lima.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

X= La influencia del Cemento + Caucho

2.5.3. VARIABLE DEPENDIENTE

Y=Mejoramiento del suelo (CBR)

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

TEMA: “LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA – ETAPA IV – ATE – LIMA – LIMA, 2023.”

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	UNIDAD DE MEDIDA	FORMA DE MEDICIÓN	
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): La influencia del cemento + caucho	Cantidad de fibras de caucho	3 % del peso de la muestra del suelo	Balanza Calibrada	% (porcentual)	Dosificación porcentual fibras de caucho respecto al peso del suelo.	
		5 % del peso de la muestra del suelo				
		7% del peso de la muestra del suelo				
	Tipo de cemento estabilizador	3 % del peso de la muestra del suelo		% (porcentual)		Dosificación porcentual cemento tipo I respecto al peso del suelo.
		5 % del peso de la muestra del suelo				
		7% del peso de la muestra del suelo				
VARIABLE DEPENDIENTE	Resistencia					

(Y): Mejoramiento del suelo (CBR)	Capacidad de soporte California (CBR) %	Equipos para medición de CBR y Proctor modificado	% (porcentual)	CBR \geq 40%
--	---	---	----------------	----------------

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. INVESTIGACIÓN APLICADA

Según Borja (2012), el estudio es aplicada ya que tiene como objetivo determinar y alterar la capacidad del suelo tipo GM en la Etapa IV Colinas de la Gloria - Ate – Lima.

3.1.2. ENFOQUE

INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA

Según Borja (2012), esta investigación es cuantitativa, ya que el estudio busca dar una nueva solución para la mejora del suelo tipo GM.

3.1.3. ALCANCE O NIVEL

INVESTIGACIÓN EXPLICATIVA

Según Borja (2012), Esta investigación es explicativa, ya que sugiere el uso de estabilizadores de cemento y caucho para mejorar el suelo de tipo GM.

3.1.4. DISEÑO

DISEÑO EXPERIMENTAL

Según Borja (2012), esta investigación es experimental debido que se realizarán la manipulación de las variables para poder obtener un mejoramiento del suelo GM para poder usar en la subbase según la Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos.

Hernández (2018), argumenta que, dado que su clasificación entra dentro del tipo experimental puro, el diseño de estudio al que pertenece es cuasiexperimental. En este experimento, se controlan las demás variables mientras se ajusta una.

Se realizará una inspección de campo como parte de la primera etapa de la operación para determinar lugares representativos para calicatas (muestreo) en cumplimiento del Manual de Carreteras del Perú.

El segundo paso consistirá en probar la muestra de suelo en un laboratorio para la mejora del suelo con cemento y caucho, según lo confirmado por las normas técnicas del MTC - 2014 y CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La etapa IV colinas de la gloria se encuentra ubicada en: el distrito de Ate, provincia y departamento de Lima.

Lugar : Urbanización Colinas de la Gloria

Distrito : Ate

Provincia : Lima

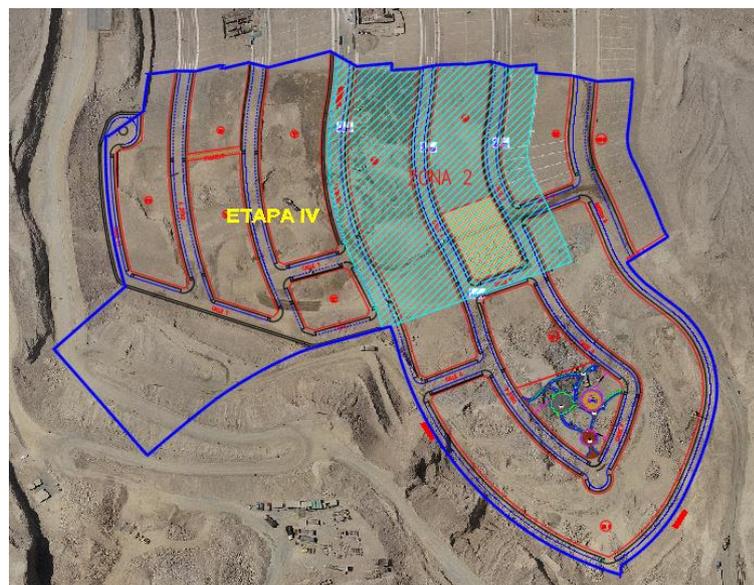
Departamento: Lima

Área total : 70,245.98 m²

Área zona 2 : 15,881.46 m²

Figura 1

Plano Etapa IV



Se realizará 4 calicatas en el área del terreno de la etapa IV, para poder realizar el estudio del suelo en terreno normal y después se incluirán al estudio el porcentaje del cemento + caucho para el mejoramiento del suelo tipo GM.

Tabla 9

Muestra del Suelo

Suelo tipo GM	Muestras
Terreno normal tipo GM	1
Cemento + caucho	Muestras
3%	2
5%	2
7%	2
Total=	7

En esta investigación se realizarán 7 muestras para poder demostrar la hipótesis planteada.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS

- Documental

Las variables de interés se recopilarán utilizando datos de origen, como la investigación anterior sobre el tipo de suelo de la fase IV.

- Observación en campo

Se utilizará una evaluación visual directa del tipo de suelo modificado genéticamente de la etapa IV, Colinas de la Gloria, para recopilar datos sobre el terreno.

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATA EN CAMPO

- ❖ Perfil estratigráfico del suelo de la etapa IV.
- ❖ Libreta de campo

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATA LABORATORIO

Normativas usadas para la elaboración del estudio de suelos.

- ❖ Métodos estándar de ensayo para: Análisis Granulométrico por tamizado (Anexo ASTM D422).
- ❖ Métodos estándar de ensayo para: Límite líquido, límite plástico e índice plástico del suelo (Anexo ASTM D 4318 - 18).
- ❖ Método de prueba estándar para: Proctor Modificado (Anexo ASTM D1557-16).
- ❖ Método de prueba estándar para: Relación de Soporte de California CBR (Anexo ASTM D1883-16).

INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

- Tamices normados
- Copa de Casagrande
- Equipo Proctor Modificado
- Equipo Proctor CBR

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

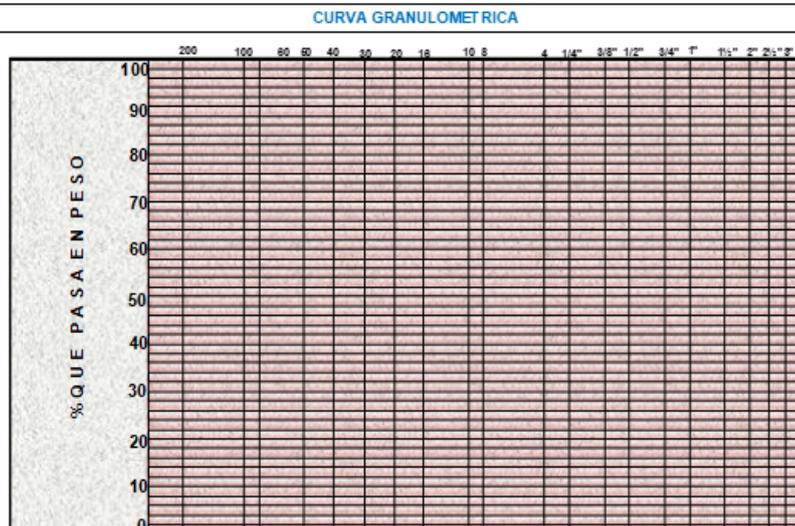
3.3.2.1 GRANULOMETRÍA

Las pruebas realizadas para la investigación se llevaron a cabo utilizando formatos estándar desarrollados por el laboratorio de suelos de Geos Consultores J&S SAC. El formato de granulometría de la prueba se muestra a continuación.

Figura 2

Formato de Granulometría

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRE TO Y ASFALTO								
UNIVERSIDAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - 20009 - I. 2011 1011 2011								
PROYECTO :	"LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"							
SOLICITANTE :	Bach. JUDA MAVERIK BENANCIO SALA S			CANTERA :	LA GLORIA - ETAPA IV			
REFERENCIA :				PROFUNDIDAD :				
FECHA RECEPCION :				MUESTRA :	M - 1			
FECHA DE ENSAYO :				TEC. RESPONSABLE :				
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422								
Tamiz		Material retenido			Material Pasante		Especificaciones	Descripción de la Muestra
Pulgada	mm.	Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	(%)	min. (%)	max. (%)	
4"	100.00							Peso Inicial : Porción de finos : % de Humedad : % de Grava : % de Arena : Tamaño Máximo : % Pasante N° 200 : Color : L.L. : P.P. : I.P. : CLASIF. AASHTO : CLASIF. SUCS : Observaciones :
3"	75.00							
2 1/2"	63.50							
2"	50.80							
1 1/2"	38.10							
1"	25.40							
3/4"	19.05							
1/2"	12.70							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350							
N° 4	4.750							
N° 8	2.360							
N° 10	2.000							
N° 16	1.190							
N° 20	0.850							
N° 30	0.600							
N° 40	0.420							
N° 60	0.300							
N° 80	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150							
N° 200	0.074							
FONDO								



Fuente: Geos Consultores J&S SAC

3.3.2.2 LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Las pruebas realizadas para la investigación se llevaron a cabo utilizando formatos estándar desarrollados por el laboratorio

de suelos de Geos Consultores J&S SAC. El formato de presentación es para el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plástico.

Figura 3

Formato de LL, LP y IP

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y A SFALTO					
PROYECTO	: "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"				
SOLICITANTE	: Bach. JUDA MAVERIK BENANCIO SA LA S	CANTERA	: LA GLORIA - ETAPA IV		
REFERENCIA	:	PROFUNDIDAD	:		
FECHA RECEPCION	:	MUESTRA	:		
FECHA DE ENSAYO	:	TEC. RESPONSABLE	:		
LIMITE LIQUIDO (LL)			ASTM D4318-18		
Numero del deposito					
Peso del suelo húmedo + deposito					
Peso del suelo seco + deposito					
Peso del agua					
Peso del deposito					
Peso del suelo seco					
Contenido de agua (w%)					
Numero de golpes, n					
LIMITE PLASTICO (LP)			ASTM D4318-18		
Numero del deposito					OBSERVACIONES:
Peso del suelo húmedo + deposito					
Peso del suelo seco + deposito					
Peso del agua					
Peso del deposito					
Peso del suelo seco					
Contenido de agua (w%)					
Promedio de %:					
					LL =
					LP =
					I.P. =
					OBSERVACIONES:

Fuente: Geos Consultores J&S SAC

3.3.2.3 PROCTOR MODIFICADO

Las pruebas realizadas para la investigación se llevaron a cabo utilizando formatos estándar desarrollados por el laboratorio de suelos de Geos Consultores J&S SAC. El formato de presentación es para el Proctor Modificado.

Figura 4

Formato de Proctor Modificado

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO					
PROYECTO	: "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"				
SOLICITANTE	: Bach. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS	CANTERA	: LA GLORIA - ETAPA IV		
REFERENCIA	:	PROFUNDIDAD	:		
FECHA RECEPCION	:	MUESTRA	:		
FECHA DE ENSAYO	:	TEC. RESPONSABLE	:		
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16					
METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE 2,130 cm ³		MOLDE N°: .....1.....		
Ensayo	1	2	3	4	
Peso molde + suelo (gr)					
Peso molde (gr)					
Peso suelo compactado (gr)					
Densidad humeda (gr/cm ³)					
Recipiente Numero					
Peso suelo humedo + tara (gr)					
Peso suelo seco + tara (gr)					
Peso del agua (gr)					
Peso del recipiente (gr)					
Peso del suelo seco (gr)					
Contenido de agua (%)					
Humedad promedio (%)					
Densidad Seca (gr/cm ³)					
MAXIMA DENSIDAD SECA		gr/cc		CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD	
				%	

Fuente: Geos Consultores J&S SAC

3.3.2.4 PROCTOR CBR (RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA)

Las pruebas realizadas para la investigación se llevaron a cabo utilizando formatos estándar desarrollados por el laboratorio de suelos de Geos Consultores J&S SAC. El formato de presentación es para el Proctor CBR.

Tabla 10

Ubicación de Calicatas agosto 2023

COORDENADAS UTM (WGS84)				
Calicata	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)	Profundidad (m)
C-1	298575.730	8670413.828	499.568	1.70
C-2	298547.672	8670498.339	494.708	1.70
C-3	298499.772	8670510.001	493.627	1.70
C-4	298589.290	8670501.042	496.372	1.70

Figura 6

Ubicación en la excavación de la calicata C1, C2



Figura 7

Ubicación en la excavación de las calicatas C3



Figura 8

Se observa la muestra obtenida en campo.



3.3.3.2 PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El procedimiento fue lo siguiente:

- La muestra se añadió a la parte superior de la secuencia de tamizado; durante todo este procedimiento, se debe tener precaución para evitar la pérdida de material.
- Tras el tamizado, se pesó el material retenido en cada malla.
- El pesaje se realiza sobre la tara que se utilizará para la muestra.
- A continuación, se colocó la muestra en la tara para pesarla verticalmente y en caída libre, y se introdujo en el horno para cocerla durante veinticuatro horas.
- A continuación, se limpiaba la muestra; para estos procedimientos se requería una malla de 200.

Figura 9

Se observa que se realiza el análisis granulométrico por tamizado ASTM-D422



Figura 10

Se observa la muestra del tamizado por cada # malla



Figura 11

Se observa que se realiza el lavado de la muestra



3.3.3.3 PROCEDIMIENTO PARA EL LL, LP E IP

Se realizaron varios ensayos M-01 que solo es el terreno natural M-02 se adiciono al terreno natural 3% de cemento portland y 3% de

caucho, para la M-03 se adiciono al terreno natural 5% de cemento portland y 5% de caucho y para la M-04 se adiciono al terreno natural 7% de cemento portland y 7% de caucho.

Figura 12

Se observa la muestra del suelo natural adicionando el cemento +caucho



Figura 13

Se observa la homogeneización del cemento + caucho



Figura 14

Se observa el procedimiento del ensayo de plasticidad (Copa Casagrande)



Figura 15

Se observa el procedimiento de rodamiento de material para efectuar el límite plástico



3.3.3.4 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO

Se realizaron varios ensayos del Proctor modificado utilizando la norma ASTM D1557-16, la M-01 es solo el terreno natural, M-02 se

adiciono al terreno natural 3% de cemento portland y 3% de caucho, para la M-03 se adiciono al terreno natural 5% de cemento portland y 5% de caucho y para la M-04 se adiciono al terreno natural 7% de cemento portland y 7% de caucho.

Figura 16

Se observa la homogenización incluyendo el cemento y caucho



Figura 17

Se observa la adición de agua para la homogeneización del material



Figura 18

Se observa la homogeneización del material incluyendo el caucho + cemento



Figura 19

Se observa el relleno del molde con 5 capas realizando 56 golpes por capa



Figura 20

Se observa el resultado del Proctor Modificado



3.3.3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL PROCTOR MODIFICADO

Se realizaron varios ensayos de CBR utilizando la norma ASTM D1883 -16, la M-01 es solo el terreno natural, M-02 se adicióno al terreno natural 3% de cemento portland y 3% de caucho, para la M-03 se adicióno al terreno natural 5% de cemento portland y 5% de caucho y para la M-04 se adicióno al terreno natural 7% de cemento portland y 7% de caucho.

Figura 21

Se observa que realizo el cuarteo de la muestra a utilizar



Figura 22

Se observa el peso de 6kg de la muestra



Figura 23

Se observa el peso del cemento y caucho al 3% del peso de la muestra



Figura 24

Se observa la homogenización de la muestra incluyendo el cemento + caucho



Figura 25

Se observa la homogenización de la muestra incluyendo el cemento + caucho



Figura 26

Se observa que se coloca la muestra en el molde y se procede a realizar golpes de 10,25 y 56 por capa



Figura 27

Se observa los moldes de CBR de cada golpe de 10,25 y 56 golpes por cada capa



Figura 28

Se observa la penetración de la prensa en ensayo CBR



CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

La evaluación de los datos obtenidos del ensayo se ha grafico el porcentaje de la muestra que pasa por cada tamiz. Se realizaron los ensayos granulométricos de las 4 calicatas.

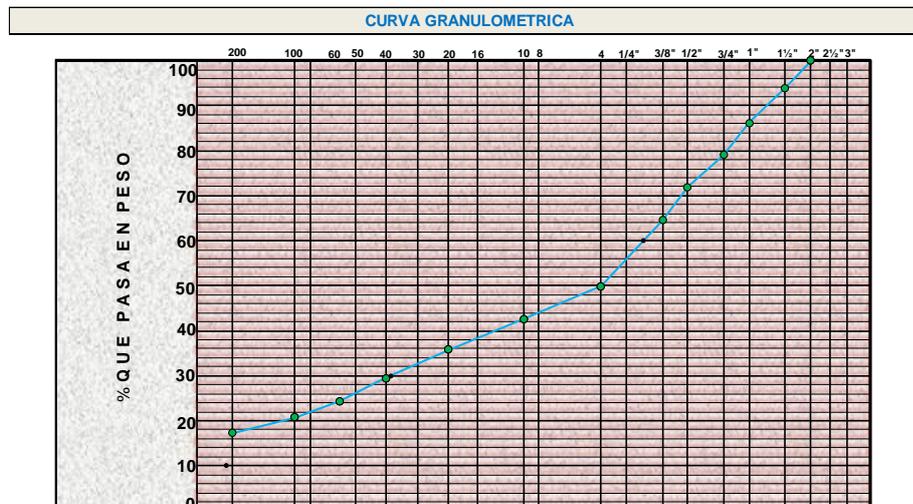
Figura 29

Análisis granulométrico

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422							
Tamiz Æ	Peso (g)	Material retenido		Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
		Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
Pulgada	mm.						
4"	100.00						Peso Inicial : 6,850.0
3"	75.00						
2 1/2"	63.50						Porción de finos : 3.0
2"	50.80			100.0			% de Humedad : 3.0
1 1/2"	38.10	415.2	6.1	6.1	93.9		% de Grava : 50.1
1"	25.40	528.7	7.7	13.8	86.2		% de Arena : 49.9
3/4"	19.05	498.3	7.2	21.0	79.0		Tamaño Máximo : 2"
1/2"	12.70	489.6	7.1	28.1	71.9		% Pasante Nº 200 : 17.3
3/8"	9.525	509.3	7.4	35.5	64.5		Color :
1/4"	6.350						L.L. : 22
Nº 4	4.750	999.9	14.6	50.1	49.9		LP : 19
Nº 8	2.360						IP : 3
Nº 10	2.000	499.3	7.3	57.4	42.6		
Nº 16	1.190						CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)
Nº 20	0.850	468.5	6.8	64.2	35.8		CLASIFI. SUCS : GM
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	428.2	6.3	70.5	29.5		Observaciones: SUELO GRANULAR NATURAL DE OBRA
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	350.8	5.1	75.6	24.4		
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.150	256.7	3.7	79.3	20.7		
Nº 200	0.074	236.1	3.4	82.7	17.3		
FONDO		1173.5	17.3	100.0			

Figura 30

Curva granulométrica



El análisis granulométrico que se realizó del terreno natural tiene la siguiente clasificación.

CALICATA C1 – M1

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (82.7%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200.
 - ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 49.9% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.

- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 17,3% de la muestra atraviesa el tamiz N°200.
 - ✓ Corresponde a la agrupación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

CALICATA C2 – M1

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (83.6%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200.
 - ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 47.6% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.

- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 16.4% de la muestra atraviesa el tamiz N°200
 - ✓ Corresponde a la agrupación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

CALICATA C2 – M2

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (82.6%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200.

- ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 47.2% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.
- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 17.2% de la muestra atraviesa el tamiz N°200.
 - ✓ Corresponde a la agrupación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

CALICATA C3 – M1

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (81.5%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200
 - ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 48.8% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.
- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 18.5% de la muestra atraviesa el tamiz N°200.
 - ✓ Corresponde a la agrupación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

CALICATA C3 – M2

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (82.0%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200.
 - ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 49.6% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.

- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 18.0% de la muestra atraviesa el tamiz N°200.
 - ✓ Corresponde a la clasificación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

CALICATA C4 – M1

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (82.0%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200.
 - ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 49.2% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.

- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 19.4% de la muestra atraviesa el tamiz N°200.
 - ✓ Corresponde a la clasificación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

CALICATA C4 – M2

- SUCS
 - ✓ Más de la mitad del material (81.4%) o partículas gruesas de la muestra, permanecen en el tamiz de malla 200.
 - ✓ Menos de la mitad de la arena, es decir el 48.5% de la parte gruesa atraviesa la malla 4.
 - ✓ Más del 15% del GM contiene arena, limo y grava.

- AASHTO
 - ✓ Materiales granulares: el resultado muestra que el 18.6% de la muestra atraviesa el tamiz N°200.
 - ✓ Corresponde a la clasificación de suelo A-1-b (0), que incluye arena, limo y grava.

Tabla 11*Cuadro de resúmenes de granulometría de las calicatas realizadas previamente*

Calicata	Prof. (m)	Muestra	Granulometría			Clasificación	
			% H	% G	% A	SUCS	AASHTO
C-1	1.70	M1	3.00	50.10	49.90	GM	A-1-b (0)
C-2	1.70	M1	2.50	52.40	47.60	GM	A-1-b (0)
		M2	2.90	52.80	47.20	GM	A-1-b (0)
C-3	1.70	M1	2.10	51.20	48.80	GM	A-1-b (0)
		M2	2.10	50.40	49.60	GM	A-1-b (0)
C-4	1.70	M1	2.90	50.80	49.20	GM	A-1-b (0)
		M2	2.00	51.50	48.50	GM	A-1-b (0)

4.1.2. DETERMINACIÓN DE LL, LP E IP

Se realizaron los ensayos de Limite Líquido, Limite Plástico y Índice Plástico de las 4 calicatas, C1 es el suelo natural, la C2 adicionando 3% de cemento + caucho, C3 adicionando 5% de cemento + caucho y C4 adicionando 7% de cemento + caucho.

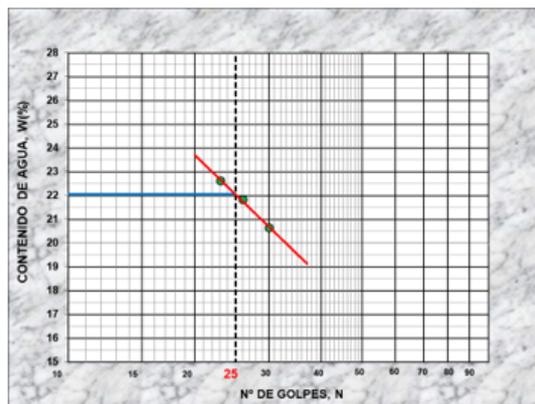
Calicata C1 – Muestra 1 (Terreno natural)

Figura 31

Limite Líquido, Limite Plástico e Índice Plástico

LIMITE LIQUIDO (LL)		ASTMD4318-18		
Numero del deposito	19	23	11	
Peso del suelo húmedo + deposito	37.89	36.43	35.74	
Peso del suelo seco + deposito	35.62	34.11	34.00	
Peso del agua	2.27	2.32	1.74	
Peso del deposito	24.63	23.48	26.31	
Peso del suelo seco	10.99	10.63	7.69	
Contenido de agua (w%)	20.66	21.83	22.63	
Numero de golpes, n	30	26	23	

LIMITE PLASTICO (LP)		ASTM D4318-18		OBSERVACIONES: SUELO GRANULAR NATURAL DE OBRA
Numero del deposito	2	1		
Peso del suelo húmedo + deposito	37.89	36.59		
Peso del suelo seco + deposito	36.50	36.30		
Peso del agua	1.39	1.29		
Peso del deposito	28.23	28.54		
Peso del suelo seco	7.27	6.78		
Contenido de agua (w%)	19.12	19.08		
Promedio de %:	19.12	19.08		



LL. =	22
L.P. =	19
I.P. =	3

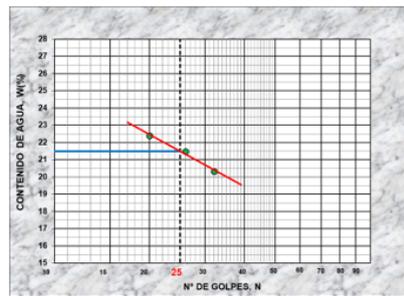
Calicata C2 – Muestra 1 (3% cemento + 3% caucho)

Figura 32

Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del depósito	23	24	25
Peso del suelo húmedo + depósito	43.50	43.00	43.90
Peso del suelo seco + depósito	41.05	40.93	41.10
Peso del agua	2.45	2.07	2.80
Peso del depósito	29.00	28.50	28.60
Peso del suelo seco	12.05	12.43	12.50
Contenido de agua (w%)	20.33	21.45	22.40
Numero de golpes, n	32	26	20

LÍMITE PLÁSTICO (LP)		ASTM D4318-18	
Numero del depósito	C	D	
Peso del suelo húmedo + depósito	40.00	41.00	OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO A FIRMADO
Peso del suelo seco + depósito	39.17	40.07	
Peso del agua	0.83	0.93	CEMENTO PORTLAND - 3.0% + CAUCHO - 3.0%
Peso del depósito	34.70	35.00	
Peso del suelo seco	4.47	5.07	
Contenido de agua (w%)	18.57	18.34	
Promedio de %:	18.57	18.34	



L.L. =	21
L.P. =	18
I.P. =	3

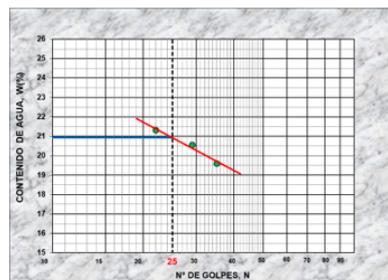
Calicata C3 – Muestra 1 (5% cemento + 5% caucho)

Figura 33

Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del depósito	10	13	9
Peso del suelo húmedo + depósito	37.89	38.45	40.05
Peso del suelo seco + depósito	36.48	36.35	38.07
Peso del agua	1.41	2.10	1.98
Peso del depósito	29.29	28.14	28.78
Peso del suelo seco	7.19	10.21	9.29
Contenido de agua (w%)	19.61	20.57	21.31
Numero de golpes, n	35	28	22

LÍMITE PLÁSTICO (LP)		ASTM D4318-18	
Numero del depósito	2	11	
Peso del suelo húmedo + depósito	35.23	33.79	OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO A FIRMADO
Peso del suelo seco + depósito	34.46	33.09	
Peso del agua	0.75	0.70	CEMENTO PORTLAND - 5.0% + CAUCHO - 5.0%
Peso del depósito	30.56	29.41	
Peso del suelo seco	3.92	3.68	
Contenido de agua (w%)	19.13	19.02	
Promedio de %:	19.13	19.02	



L.L. =	21
L.P. =	19
I.P. =	2

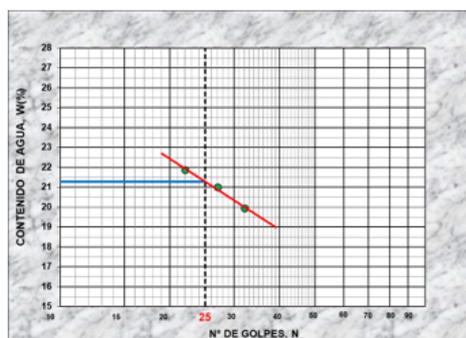
Calicata C4 – Muestra 1 (7% cemento + 7% caucho)

Figura 34

Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico

LÍMITE LÍQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	14	19	20
Peso del suelo húmedo + deposito	31.12	30.18	28.79
Peso del suelo seco + deposito	30.31	29.59	28.21
Peso del agua	0.81	0.59	0.58
Peso del deposito	29.25	28.73	25.58
Peso del suelo seco	4.06	2.81	2.66
Contenido de agua (w%)	19.55	21.00	21.89
Numero de golpes, n	32	27	22

LÍMITE PLÁSTICO (LP)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	15	17	
Peso del suelo húmedo + deposito	31.12	28.79	OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO
Peso del suelo seco + deposito	30.04	28.20	
Peso del agua	1.08	0.59	CEMENTO PORTLAND - 7.0%+
Peso del deposito	24.45	25.15	
Peso del suelo seco	5.59	3.02	CAUCHO - 7.0%
Contenido de agua (w%)	19.32	19.64	
Promedio de %	19.32	19.64	



LL =	21
LP =	19
I.P. =	2

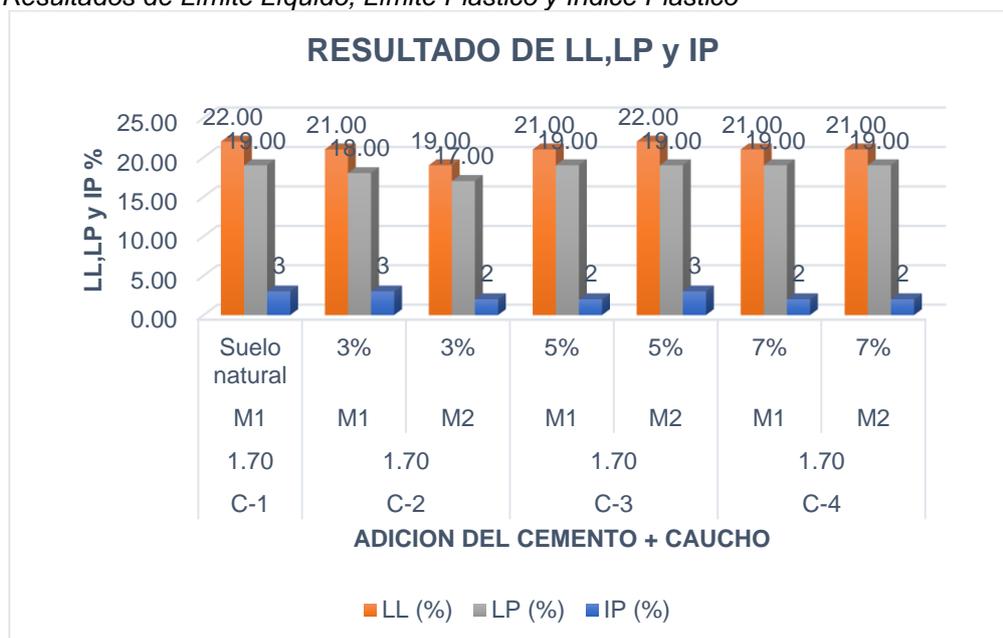
Tabla 12

Cuadro de resúmenes de LL, LP y LP realizadas previamente.

Calicata	Prf. (m)	Muestra	Adición de cemento + caucho	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1	1.70	M1	Suelo natural	22.00	19.00	3
C-2	1.70	M1	3%	21.00	18.00	3
		M2	3%	19.00	17.00	2
C-3	1.70	M1	5%	21.00	19.00	2
		M2	5%	22.00	19.00	3
C-4	1.70	M1	7%	21.00	19.00	2
		M2	7%	21.00	19.00	2

Figura 35

Resultados de Límite Líquido, Límite Plástico y Índice Plástico



En la tabla 12 anterior de resúmenes en la estabilización de suelo natural con cemento + caucho, en comparación con el límite líquido del suelo natural el Límite Líquido añadiendo el cemento y caucho disminuye, también podemos observar el caso del Límite Plástico para las muestras que se han estabilizado con cemento + caucho tuvieron un resultado menor al Límite Plástico de la muestra del terreno natural.

Al aplicar al suelo natural el porcentaje de cemento y caucho respectivamente, el comportamiento de las nuevas muestras es no plástico lo cual disminuye el porcentaje de Límite Líquido y Límite Plástico.

4.1.3. PROCTOR MODIFICADO

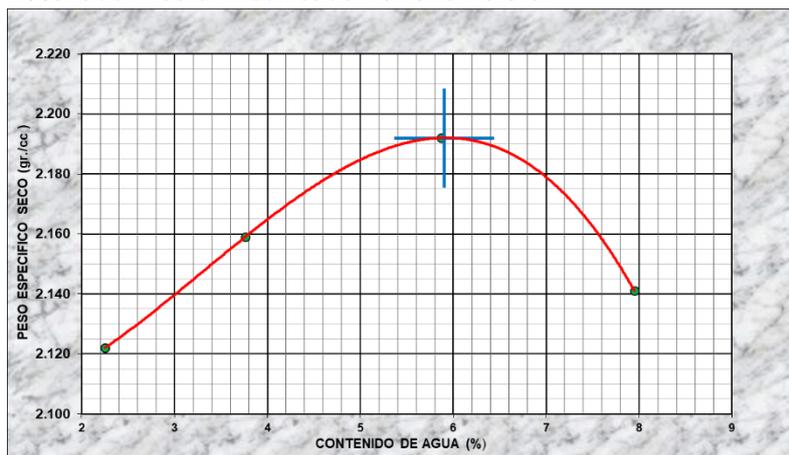
Se realizó la prueba de Proctor modificado de las 4 calicatas, C1 es el suelo natural, la C2 adicionando 3% de cemento + caucho, C3 adicionando 5% de cemento + caucho y C4 adicionando 7% de cemento + caucho.

Calicata C1 – Muestra 1 (Terreno natural)

MSD	2.192 gr/cm ³
OCH	5.90%

Figura 36

Resultado Proctor Modificado Terreno Natural

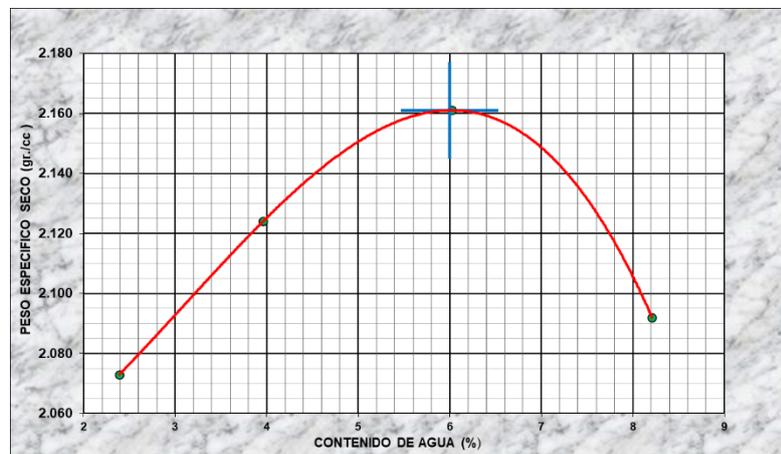


Calicata C2 – Muestra 1 (3% cemento + 3% caucho)

MSD	2.161 gr/cm ³
OCH	6.00%

Figura 37

Resultado Proctor Modificado adición 3% cemento y 3% caucho



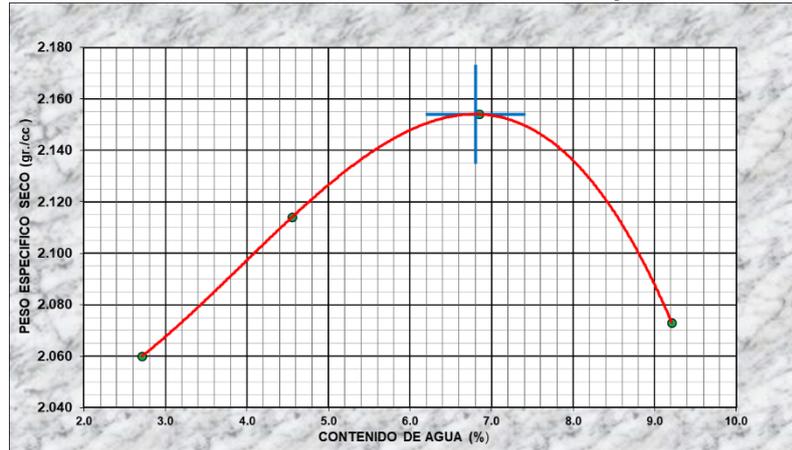
Calicata C3 – Muestra 1 (5% cemento + 5% caucho)

MSD	2.154 gr/cm ³
------------	--------------------------

OCH	6.80%
------------	-------

Figura 38

Resultado Proctor Modificado adición 5% cemento y 5% caucho



Calicata C4 – Muestra 1 (7% cemento + 7% caucho)

MSD	2.145 gr/cm ³
------------	--------------------------

OCH	7.00%
------------	-------

Figura 39

Resultado Proctor Modificado adición 7% cemento y 7% caucho



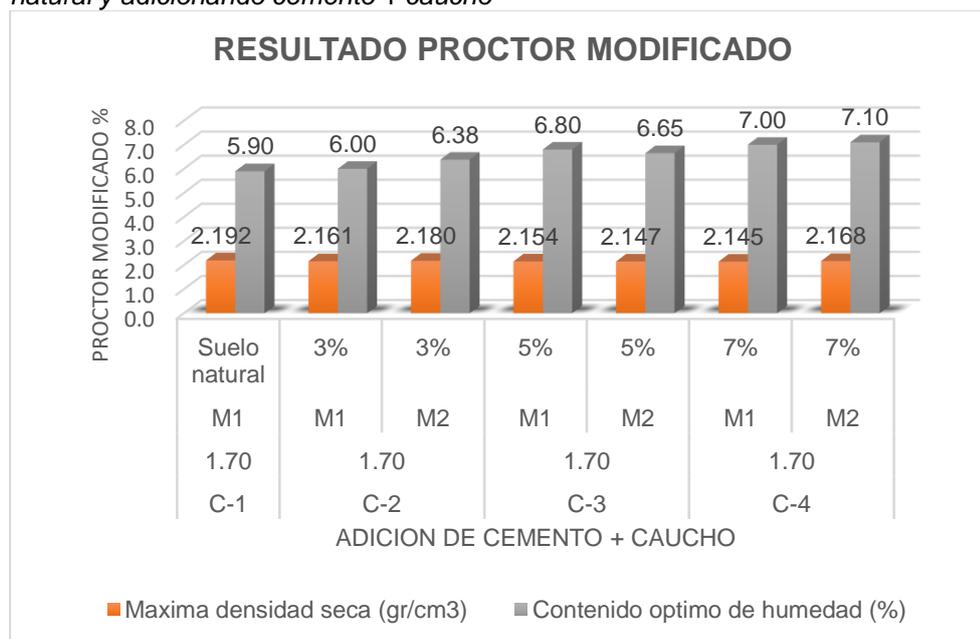
Tabla 13

Cuadro de resúmenes del Proctor Modificado realizadas previamente

Calicata	Prof. (m)	Muestra	Adición de cemento + caucho	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Contenido óptimo de humedad (%)
C-1	1.70	M1	Suelo natural	2.192	5.90
C-2	1.70	M1	3%	2.161	6.00
		M2	3%	2.180	6.38
C-3	1.70	M1	5%	2.154	6.80
		M2	5%	2.147	6.65
C-4	1.70	M1	7%	2.145	7.00
		M2	7%	2.168	7.10

Figura 40

Resultado de Proctor Modificado de los ensayos realizando de las calicatas en suelo natural y adicionando cemento + caucho



La secuela de la tabla 13 se observan que la MDS de la muestra estabilizados con cemento + caucho tiene un resultado menor al de la muestra del suelo natural. En el resultado del OCH de las muestras estabilizadas es mayor que al suelo natural.

4.1.4. VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA CBR

Una evaluación de los datos del ensayo CBR al 95% y al 100% de la densidad seca máxima. Se realizaron los ensayos CBR en las 4 calicatas adicionando un porcentaje de cemento + caucho a la muestra del terreno natural.

Calicata C1 – Muestra 1 (Terreno natural)

CBR 95%	31.0 %
CBR 100%	55.5 %

Figura 41

Relación de soporte California CBR – terreno natural.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16						
Molde Nº	4		5		6	
Nº Capas	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12785	12900	12490	12620	12200	12400
Peso de molde (gr)	7851	7851	7745	7745	7698	7698
Peso del suelo húmedo (gr)	4934	5049	4745	4875	4502	4702
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2128	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.318	2.372	2.232	2.293	2.116	2.210
Humedad (%)	5.95	6.33	5.86	6.60	6.09	6.89
Densidad seca (gr/cm ³)	2.188	2.231	2.108	2.151	1.995	2.068
Tarro Nº	2	6	4	3	7	8
Tarro + Suelo húmedo (gr)	526.3	535.4	589.7	583.4	555.6	574.9
Tarro + Suelo seco (gr)	504.2	511.0	564.5	536.5	531.0	546.0
Peso del Agua (gr)	22.1	24.4	25.2	26.9	24.6	28.9
Peso del tarro (gr)	132.5	125.6	134.7	128.9	127.3	126.4
Peso del suelo seco (gr)	371.7	385.4	429.8	407.6	403.7	419.6
Humedad (%)	5.95	6.33	5.86	6.60	6.09	6.89
Promedio de Humedad (%)	5.95	6.33	5.86	6.60	6.09	6.89

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/09/2023	8:35:00										
16/09/2023	8:35:00	24	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6	1.00	0.393	0.3
17/09/2023	8:35:00	48	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9
18/09/2023	8:35:00	72	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9
19/09/2023	8:35:00	96	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (dlv)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (dlv)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (dlv)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		130	6.6			99	5.0			21	1.1		
0.050		289	14.7			238	12.1			59	3.0		
0.075		500	25.4			365	18.0			116	5.9		
0.100	70.3	825	41.9	39.0	55.5	460	23.4	25.00	35.6	189	9.6	11.00	15.6
0.150		1232	62.5			885	44.9			441	22.4		
0.200	105.5	1700	88.3	87.0	82.5	1279	64.9	66.00	62.6	832	42.2	41.00	38.9
0.300		2478	125.8			1981	100.6			1385	70.3		
0.400		2678	135.9			2275	115.5			1662	79.3		
0.500													

Calicata C2 – Muestra 1 (3% cemento + 3% caucho)

CBR 95%	71.5 %
CBR 100%	102.9%

Figura 42

Relación de soporte California CBR – 3% cemento + 3% caucho

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16						
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capas	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmed (gr)	12727	12899	12341	12533	12342	12581
Peso de molde (gr)	7943	7943	7650	7650	7838	7838
Peso del suelo húmedo (gr)	4784	4956	4691	4883	4504	4743
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.247	2.328	2.206	2.297	2.117	2.229
Humedad (%)	5.00	5.71	5.73	6.19	5.54	6.94
Densidad seca (gr/cm ³)	2.140	2.202	2.086	2.163	2.006	2.084
Tarro Nº	1	S/N	2	3	3	1
Tarro + Suelo húmedo (gr)	549.2	515.1	534.1	541.1	527.1	514.2
Tarro + Suelo seco (gr)	529.1	494.2	512.1	517.1	506.2	489.1
Peso del Agua (gr)	20.1	20.9	22.0	24.0	20.9	25.1
Peso del tarro (gr)	126.8	128.2	128.2	129.2	129.2	127.3
Peso del suelo seco (gr)	402.3	366.0	383.9	387.9	377.0	361.8
Humedad (%)	5.00	5.71	5.73	6.19	5.54	6.94
Promedio de Humedad (%)	5.00	5.71	5.73	6.19	5.54	6.94

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/09/2023	5:20:00										
21/09/2023	5:20:00	24	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6
22/09/2023	5:20:00	48	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9
23/09/2023	5:20:00	72	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2
24/09/2023	5:20:00	96	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2	5.00	1.967	1.5

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		317	16.1			220	11.2			127	6.4		
0.050		785	39.8			501	25.4			423	21.5		
0.075		1030	52.3			886	43.5			619	31.4		
0.100	70.3	1325	67.3	72.0	102.4	1123	57.0	55.50	78.9	896	45.6	44.00	62.6
0.150		2024	102.7			1545	78.4			1152	58.5		
0.200	105.5	2785	141.4	139.5	132.2	2018	102.4	104.00	98.6	1568	79.6	77.00	73.0
0.300		3685	182.0			2765	140.4			2023	102.7		
0.400						3251	165.0			2545	129.2		
0.500										2825	143.4		

Calicata C3 – Muestra 1 (5% cemento + 5% caucho)

CBR 95%	71.5 %
CBR 100%	102.9%

Figura 43

Relación de soporte California CBR – 5% cemento + 5% caucho

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16						
Molde N°	4		5		6	
N° Capas	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12750	12855	12385	12558	12130	12352
Peso de molde (gr)	7851	7851	7745	7745	7698	7698
Peso del suelo húmedo (gr)	4899	5004	4640	4811	4432	4654
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.301	2.350	2.183	2.283	2.083	2.187
Humedad (%)	7.05	7.59	6.96	7.71	6.86	8.03
Densidad seca (gr/cm ³)	2.149	2.184	2.041	2.101	1.949	2.024
Tarro N°	8	12	15	11	10	4
Tarro + Suelo húmedo (gr)	515.7	513.7	625.9	588.7	596.3	523.9
Tarro + Suelo seco (gr)	490.3	488.8	593.7	554.5	566.7	494.7
Peso del Agua (gr)	25.4	28.9	32.2	32.2	29.6	29.2
Peso del tarro (gr)	129.8	132.8	130.8	138.7	134.9	131.1
Peso del suelo seco (gr)	360.5	354.2	462.9	417.8	431.8	363.6
Humedad (%)	7.05	7.59	6.96	7.71	6.86	8.03
Promedio de Humedad (%)	7.05	7.59	6.96	7.71	6.86	8.03

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/09/2023	3:25:00										
21/09/2023	3:25:00	24	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6
22/09/2023	3:25:00	48	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6
23/09/2023	3:25:00	72	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9
24/09/2023	3:25:00	96	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		326	16.5			255	12.9			168	8.5		
0.050		698	35.4			543	27.6			388	19.6		
0.075		1100	55.8			878	44.6			748	38.0		
0.100	70.3	1550	78.7	79.5	113.1	1150	58.4	58.50	83.2	975	49.5	48.00	68.3
0.150		2250	114.2			1526	77.5			1250	63.5		
0.200	105.5	2785	141.4	140.3	133.0	2154	109.3	108.00	102.4	1800	91.4	90.00	85.3
0.300		3480	176.8			2915	148.0			2450	124.4		
0.400		3850	195.4			3300	167.5			2810	142.6		
0.500										3100	157.4		

Calicata C4 – Muestra 1 (7% cemento + 7% caucho)

CBR 95%	96.0 %
CBR 100%	129.0%

Figura 44

Relación de soporte California CBR – 7% cemento y 7% caucho

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16													
Molde Nº	7				8				9				
Nº Capas	5				5				5				
Golpes por capa Nº	56				25				10				
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO			
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12870	12950	12600	12700	12285	12450							
Peso de molde (gr)	7954	7954	7889	7889	7770	7770							
Peso del suelo húmedo (gr)	4916	4996	4711	4811	4515	4680							
Volumen del molde (cm3)	2131	2131	2133	2133	2130	2130							
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.307	2.344	2.209	2.256	2.120	2.197							
Humedad (%)	7.28	7.50	7.03	7.73	6.95	7.93							
Densidad seca (gr/cm3)	2.150	2.180	2.064	2.094	1.982	2.036							
Tarro Nº	4	5	7	2	6	9							
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.5	489.4	556.3	589.7	523.4	555.6							
Tarro + Suelo seco (gr)	475.0	464.3	528.0	557.1	497.8	524.0							
Peso del Agua (gr)	25.5	25.1	28.3	32.6	25.6	31.6							
Peso del tarro (gr)	124.6	129.8	125.4	135.6	129.7	125.3							
Peso del suelo seco (gr)	350.4	334.5	402.6	421.5	368.1	398.7							
Humedad (%)	7.28	7.50	7.03	7.73	6.95	7.93							
Promedio de Humedad (%)	7.28	7.50	7.03	7.73	6.95	7.93							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
20/09/2023	3:15:00												
21/09/2023	3:15:00	24											
22/09/2023	3:15:00	48			1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3			
23/09/2023	3:15:00	72	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3		
24/09/2023	3:15:00	96	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6		
PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.025		398	20.2			335	17.0			265	13.5		
0.050		820	41.6			705	35.8			535	27.2		
0.075		1315	66.8			1060	53.8			845	42.9		
0.100	70.3	1750	88.8	91.0	129.4	1450	73.6	73.00	103.8	1086	55.1	56.00	79.6
0.150		2450	124.4			2000	101.5			1555	78.9		
0.200	105.5	3100	157.4	161.0	152.6	2510	127.4	132.00	125.1	2146	108.9	107.00	101.4
0.300		4040	205.1			3389	172.0			2745	139.3		
0.400		4400	223.4			3700	187.8			3055	155.1		
0.500										3436	174.4		

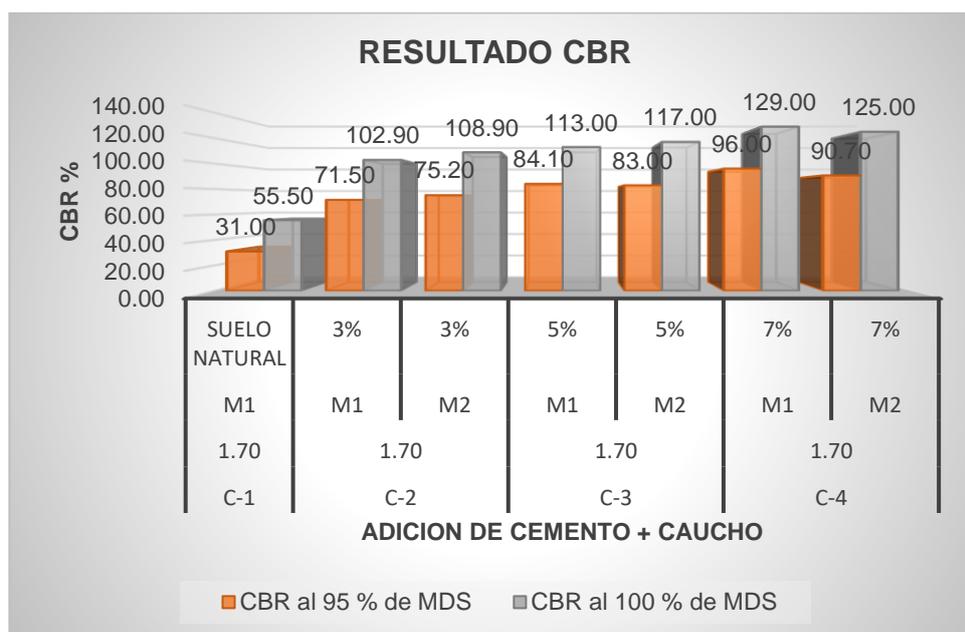
Tabla 14

Cuadro de resúmenes del CBR realizadas previamente

Calicata	Prof. (m)	Muestra	Adición de cemento + caucho	CBR al 95 % de MDS	CBR al 100 % de MDS
C-1	1.70	M1	Suelo natural	31.00	55.50
C-2	1.70	M1	3%	71.50	102.90
		M2	3%	75.20	108.90
C-3	1.70	M1	5%	84.10	113.00
		M2	5%	83.00	117.00
C-4	1.70	M1	7%	96.00	129.00
		M2	7%	90.70	125.00

Figura 45

Resultados del CBR de los ensayos realizando de las calicatas en suelo natural y adicionando cemento + caucho



Los resultados de la tabla 14 se comprueban que el valor de soporte y las características mecánicas de las muestras se estabilizaron utilizando una combinación de cemento y caucho, se puede decir el CBR obtiene un mayor resultado del suelo natural, que están entre 55.50 % y 129.00%. Los resultados obtenidos afirman que la hipótesis propuesta es verídica y se llegó a una conclusión que la estabilización del suelo

con cemento y caucho mejora para el uso de subbase de un pavimento flexible

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El propósito del estudio fue mejorar el CBR del suelo tipo GM de la etapa IV- Colinas de la Gloria mediante la estabilización de cemento + caucho, para poder usar el material como subbase según Norma CE 0.10 Pavimentos Urbanos debe tener un $CBR \geq 40\%$, para la construcción de pavimentos flexibles.

Las siguientes hipótesis se contrastarán en el trabajo final del documento de investigación:

HIPÓTESIS GENERAL:

HG: El cemento y caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM - Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima,2023.

Formulación de la Hipótesis:

H1: Un 3% cemento y un 3% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

H2: Un 5% cemento y un 5% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

H3: Un 7% cemento y un 7% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

Los ensayos realizados en el laboratorio con la muestra del terreno natural de la Etapa IV - Colinas de la Gloria y de acuerdo a los resultados mostrados en la siguiente tabla: Tabla N°14: Cuadro de resúmenes del CBR realizadas previamente:

Cuando un 3% cemento y un 3% caucho con respecto al terreno natural de la muestra M1 Y M2, nos indica que el mejoramiento del CBR al 95% es 71.50% y al 100% es 102.90%, 95% es 75.20% y al 100% es 108.90% respectivamente.

Cuando un 5% cemento y un 5% caucho con respecto al terreno natural de la muestra M1 Y M2, nos indica que el mejoramiento del CBR al 95% es 84.10% y al 100% 113.0%, 95% es 83.0% y al 100% es 117.0% respectivamente.

Cuando un 7% cemento y un 7% caucho con respecto al terreno natural de la muestra M1 Y M2, nos indica que el mejoramiento del CBR al 95% es 96.0% y al 100% es 129.0%, 95% es 90.70% y al 100% es 125.0% respectivamente.

Por último, la hipótesis que se planteó afirma que “El cemento y caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM-Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate - Lima –Lima, 2023.”

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

5.1.1. CON RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del cemento y caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM - Colinas de la Gloria Etapa IV– Ate – Lima – Lima ,2023.

De acuerdo al estudio realizado de la investigación se llegó al resultado que el mejoramiento del CBR adicionando el cemento y caucho a un porcentaje de 3%,5% y 7% tiene un incremento en el resultado entre el 71.50% - 96% del CBR respectivamente con un porcentaje al 95% de MDS Y 102.92% - 129% del CBR respectivamente con un porcentaje al 95% de MDS, llegando así a un resultado satisfactorio en relación con el CBR del suelo natural, se encuentra evidenciado de la tabla N°14.

5.1.2. CON RESPECTO AL OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.1.2.1 OBJETIVO ESPECIFICO 1

Determinar cómo influyen un 3% cemento y un 3% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.

Basándose en los resultados de la investigación, el porcentaje del CBR del suelo natural es de 31% al 95% de la MDS y 55.50% al 100% de la MDS y empleando la estabilización con 3% cemento y 3% caucho el resultado del CBR de la Muestra 1 y 2 es de 71.50% y 75.20% al 95% de la MDS y 102.90% y 108.90% al 100% MDS, confirmando que se produce una mejora en el resultado para la utilización de subbase para un pavimento flexible.

Robles (2020) en su tesis titulado: “Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la sub rasante en la av. canta callao – 2020”

El autor pretende determinar si la estabilización del suelo mejora mediante el caucho y cal del 4% y 6% llegando a un mejoramiento del CBR en la subrasante fue; 11.55% y 25.30% del 95% de la MDS y 14.5%

y 33.6% del 100% de la MDS que según MTC (Manual de Carreteras) clasifica una subrasante buena.

La investigación de Robles (2020) demostró que el estabilizante caucho y cal mejoran la capacidad del suelo en la subrasante, por tanto, se puede concluir que la capacidad del suelo mejora con el cemento y caucho.

Delgado & Diaz (2021) en su tesis titulado: “Dosificación en porcentaje del cemento portland para el mejoramiento de las propiedades de los suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito”

Los autores realizaron varias muestras con diferentes tipos de suelos el primer caso fue determinar el mejoramiento del suelo mediante la estabilización con cemento portland de 10%,15% y 20% de un suelo tipo A-7-6, llegando a mejorar el CBR a un 105.4%, 108% y 138.70% respectivamente y el segundo caso fue la estabilización del suelo cemento portland de 4%,6% y 8% del suelo tipo A-2-4 llegando a mejorar el CBR a un 138%, 148% y 258% respectivamente.

La investigación de Delgado & Diaz (2021) demostró que el estabilizante cemento portland mejoran la capacidad del suelo en la subrasante, por tanto, se puede concluir que la capacidad del suelo mejora con el cemento y caucho.

5.1.2.2 OBJETIVO ESPECIFICO 2

Determinar cómo influyen un 5% cemento y un 5% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.

Basándose en los resultados de la investigación, el porcentaje del CBR del suelo natural es de 31% al 95% de la MDS y 55.50% al 100% de la MDS y empleando la estabilización con 5% cemento y 5% caucho el resultado del CBR de la Muestra 1 y 2 es de 84.10% y 83% al 95% de la MDS y 113% y 117% al 100% MDS, confirmando que se produce una mejora en el resultado para la utilización de subbase para un pavimento flexible.

Robles (2020) en su tesis titulado: “Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la sub rasante en la av. canta callao – 2020”

El autor pretende determinar si la estabilización del suelo mejora mediante el caucho y cal del 4% y 6% llegando a un mejoramiento del CBR en la subrasante fue; 11.55% y 25.30% del 95% de la MDS y 14.5% y 33.6% del 100% de la MDS que según MTC (Manual de Carreteras) clasifica una subrasante buena.

La investigación de Robles (2020) demostró que el estabilizante caucho y cal mejoran la capacidad del suelo en la subrasante, por tanto, se puede concluir que la capacidad del suelo mejora con el cemento y caucho.

Delgado & Diaz (2021) en su tesis titulado: “Dosificación en porcentaje del cemento portland para el mejoramiento de las propiedades de los suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito”

Los autores realizaron varias muestras con diferentes tipos de suelos el primer caso fue determinar el mejoramiento del suelo mediante la estabilización con cemento portland de 10%,15% y 20% de un suelo tipo A-7-6, llegando a mejorar el CBR a un 105.4%, 108% y 138.70% respectivamente y el segundo caso fue la estabilización del suelo cemento portland de 4%,6% y 8% del suelo tipo A-2-4 llegando a mejorar el CBR a un 138%, 148% y 258% respectivamente.

La investigación de Delgado & Diaz (2021) demostró que el estabilizante cemento portland mejoran la capacidad del suelo en la subrasante, por tanto, se puede concluir que la capacidad del suelo mejora con el cemento y caucho.

5.1.2.3 OBJETIVO ESPECIFICO 3

Determinar cómo influyen un 7% cemento y un 7% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.

Basándose en los resultados de la investigación, el porcentaje del CBR del suelo natural es de 31% al 95% de la MDS y 55.50% al 100% de la MDS y empleando la estabilización con 7% cemento y 7% caucho

el resultado del CBR de la Muestra 1 y 2 es de 96% y 90.70% al 95% de la MDS y 129% y 125% al 100% MDS, confirmando que se produce una mejora en el resultado para la utilización de subbase para un pavimento flexible.

Robles (2020) en su tesis titulado: “Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la sub rasante en la av. canta callao – 2020”

El autor pretende determinar si la estabilización del suelo mejora mediante el caucho y cal del 4% y 6% llegando a un mejoramiento del CBR en la subrasante fue; 11.55% y 25.30% del 95% de la MDS y 14.5% y 33.6% del 100% de la MDS que según MTC (Manual de Carreteras) clasifica una subrasante buena.

La investigación de Robles (2020) demostró que el estabilizante caucho y cal mejoran la capacidad del suelo en la subrasante, por tanto, se puede concluir que la capacidad del suelo mejora con el cemento y caucho.

Delgado & Diaz (2021) en su tesis titulado: “Dosificación en porcentaje del cemento portland para el mejoramiento de las propiedades de los suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito”

Los autores realizaron varias muestras con diferentes tipos de suelos el primer caso fue determinar el mejoramiento del suelo mediante la estabilización con cemento portland de 10%,15% y 20% de un suelo tipo A-7-6, llegando a mejorar el CBR a un 105.4%, 108% y 138.70% respectivamente y el segundo caso fue la estabilización del suelo cemento portland de 4%,6% y 8% del suelo tipo A-2-4 llegando a mejorar el CBR a un 138%, 148% y 258% respectivamente.

La investigación de Delgado & Diaz (2021) demostró que el estabilizante cemento portland mejoran la capacidad del suelo en la subrasante, por tanto, se puede concluir que la capacidad del suelo mejora con el cemento y caucho.

CONCLUSIONES

1. La hipótesis general planteada el cemento y caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM – Colinas de la Gloria Etapa IV - Ate – Lima – Lima,2023. Queda confirmada mediante los ensayos realizados en el laboratorio para la obtención del valor de soporte CBR de la muestra que se estabilizó con cemento y caucho.
2. El resultado de las muestras adicionando un 3% cemento y 3% caucho, demuestra que el porcentaje de valor de soporte del suelo CBR tiene un incremento del 42.35% al 95% de la MDS y 50.40% al 100% de la MDS con respecto al valor de soporte del suelo natural, confirmando que se produce un mejoramiento en la capacidad del suelo.
3. El resultado de las muestras adicionando un 5% cemento y 5% caucho, demuestra que el porcentaje de valor de soporte del suelo CBR tiene un incremento del 52.55% al 95% de la MDS y 59.5% al 100% de la MDS con respecto al valor de soporte del suelo natural, confirmando que se produce un mejoramiento en la capacidad del suelo.
4. El resultado de las muestras adicionando un 7% cemento y % caucho, demuestra que el porcentaje de valor de soporte del suelo CBR tiene un incremento del 62.32% al 95% de la MDS y 71.5% al 100% de la MDS con respecto al valor de soporte del suelo natural, confirmando que se produce un mejoramiento en la capacidad del suelo.

RECOMENDACIONES

1. Desde el punto de vista de la mitigación ambiental, se aconseja seguir investigando la estabilización del cemento y el caucho para evitar la explotación de canteras y disminuir la contaminación del caucho.
2. Realizar correctamente el tipo de suelo para poder determinar el porcentaje de cemento apropiado según norma MTC-2014.
3. Animar a la Dirección de Normas de la MTC a que añada la estabilización con caucho y cemento a los Manuales de Carreteras.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO M -145. (2008). Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes. Obtenido de <https://pdfslide.tips/documents/aashto-m-145-91-2008.html?page=1>
- Álvarez, S. A. (2020). *Utilización de Granulo de Caucho Pulverizado Proveniente de Llantas usadas como Solucion para Reforzar los Suelos Blandos de Subrasante en la Sabana de Bogota*. Bogota - Colombia: Universidad Antonio Nariño. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/bb00c563-c741-4a92-ad7c-9c1f03e72422/content>
- Antacurco, L. S. (2021). *Mejoramiento de la resistencia a la compresión del tapial estabilizando el suelo con cemento en Umari – Huánuco 2019*. Huánuco - Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Apolinario & Delgado. (2019). *Estabilización de suelos arcillosos, con bajos valores de soporte (CBR), con fines de mejoramiento de la subrasante*. Huánuco - Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Arellano & Gonzales. (2021). *Dosificación en porcentaje del cemento portland para el mejoramiento de las propiedades de los suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito*. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4722/T030_76300825_T%20%20%20ARELLANO%20DELGADO%20GABRIELA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arroyave, P. (2017). *Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. Ciencia e Ingeniería*.
- Avila, G. S. (2021). *Mejoramiento de la subrasante de la vía afirmada de la carretera Huánuco – Marabamba mediante la adición de porcentajes de óxido de calcio – 2019*. Huánuco - Perú: Universidad de Huánuco.

- Ayala & Heredia. (2019). *Mezclas asfálticas mejoradas con caucho de llantas añadido por vía seca*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13840/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-317.pdf>
- Braja M. Das. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*.
- Cedeño Plaza, D. G. (2013). *Investigación de la estabilización de suelos con enzima aplicado a la sub-rasante de la Avenida Quitumbre-Ñan, Catón Quito*. Quito - Ecuador. Obtenido de <https://1library.co/document/yrk9en7z-investigacion-estabilizacion-suelos-aplicado-rasante-avenida-quitumbe-canton.html>
- Crespo Villadaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*.
- Cuattrocchio, Botasso, Rebollo & Soenagas. (2006). *El uso del caucho en mezcla asfálticas*.
- De la Cruz & Salcedo. (2016). *Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos para pavimentación en Palian*. Huancayo - Junin.
- Fabian & Gonzales. (2021). *Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento*. Trujillo - Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29193/Fabian%20Ramos%2c%20%20Jerson%20Smith%20-%20Gonzales%20Paredes%2c%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GEEE. (2022). *Informe sector automotor*. Lima. Obtenido de <https://aap.org.pe/informes-estadisticos/diciembre-2022/Informe-Diciembre-2022.pdf>
- Juárez Badillo & Rico Rodríguez. (2004). *Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.

- Kestler, M. (2009). *Stabilization selection guide for aggregate-and native-surface*. USA.
- Menendez, J. R. (2012). *Ingeniería de Pavimentaciones*. Lima: ICG.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Terminos*. Lima. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
- MMA. (2020). Decreto Supremo que aprueba el Régimen de Especial de Gestion y Manejo de Neumaticos Fuera de Uso. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2500985/1ppt_NFU.pdf.pdf?v=1673369490
- Montejo. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogota: (2da edit).
- Norma Técnica C E010 Pavimentos Urbanos. (2010). Lima. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686377/CE.010%20Pavimentos%20Urbanos%20DS%20N%C2%B0%20010-2010.pdf?v=1641411250>
- Patiño, J. j. (2017). *Estabilización de suelos mediante adiciones de caucho*. Guayaquil - Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9159/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-219.pdf>
- Pelaéz, A. (2017). Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. Ciencia y Ingeniería.
- Robles, J. (2020). *“Aplicación de la cal y el caucho para la mejora de la subrasante en la Av. Canta Callao-2020”*. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/57923/Robles_RJR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Terzagui & Peck. (1973). *Mecanica de suelos en la ingeniería práctica*. España.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Benancio Salas, J (2024). *La influencia del cemento y caucho en el cbr del suelo tipo GM – Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023* [Tesis de Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 0258-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de febrero de 2024

Visto, el Oficio N° 165-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 469865-0000000793, del Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 469865-0000000793, presentado por el (la) Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 1035-2023-D-FI-UDH, de fecha 08 de mayo de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS** al Mg. **Bladimir Jhon Abal Garcia**, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 1035-2023-D-FI-UDH, de fecha 08 de mayo de 2023.

Artículo Segundo. - DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS** a la Mg. **Ericka Selene Garcia Echevarria.**, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2019-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 11 de setiembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1376-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023.", presentado por el (la) Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1035-2023-D-FI-UDH, de fecha 08 de mayo de 2023, perteneciente al Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1376-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023.", presentado por el (la) Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara (Secretario) y Mg. Elbio Fernando Felipe Matias (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023.", presentado por el (la) Bach. **Juda Maverik BENANCIO SALAS** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/ata.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Población Y Muestra
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es la influencia del cemento y caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM – Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>1. ¿Cuál es la influencia un 3% cemento y un 3% caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM?</p> <p>2. ¿Cuál es la influencia un 5% cemento y un 5% caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la influencia del cemento y caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM, Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>1. Determinar cómo influyen el 3% cemento y el 3% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.</p> <p>2. Determinar cómo influyen el 5% cemento y el 5% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>El cemento y caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM - Colinas de la Gloria Etapa IV – Ate – Lima – Lima, 2023</p> <p>Hipótesis Específicos:</p> <p>H1: Un 3% cemento y un 3% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.</p> <p>H2: Un 5% cemento y un 5% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.</p>	<p>Objeto de estudio</p> <p>La etapa IV de Colinas de la Gloria – Ate – Lima - Lima.</p> <p>Variable independiente</p> <p>X= La influencia del cemento + caucho</p>	<p>Población:</p> <p>La etapa IV de Colinas de la Gloria – Ate – Lima – Lima.</p> <p>Muestra:</p> <p>Es 7 muestras para poder saber el mejoramiento del suelo tipo GM</p>

3. ¿Cuál es la influencia un 7% cemento y un 7% caucho en el mejoramiento del suelo tipo GM?

3. Determinar cómo influyen el 7% cemento y el 7% caucho, para poder obtener un mejoramiento del suelo tipo GM.

H3: Un 7% cemento y un 7% de caucho influyen significativamente en el mejoramiento del suelo tipo GM.

Variable dependiente

Y=Mejoramiento del suelo (CBR)

ANEXO 4

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA



“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Lima 14 de Julio del 2023

Yo ing. Wilbert Ríos Sotomayor N.º CIP: 75810 Gerente de Proyectos de la empresa Inmobiliaria La Gloria Propiedades (LGP).

Doy autorización al Bach. Juda Benancio Salas pueda realizar el estudio de suelos en la etapa IV Colinas de la Gloria y pueda utilizar los estudios previos realizados por la empresa, para la elaboración de su tesis intitulada **“LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA ETAPA IV – ATE – LIMA – LIMA, 2023.”**

GERENTE DE PROYECTOS

ANEXO 5

ESTUDIOS REALIZADOS PREVIAMENTE.

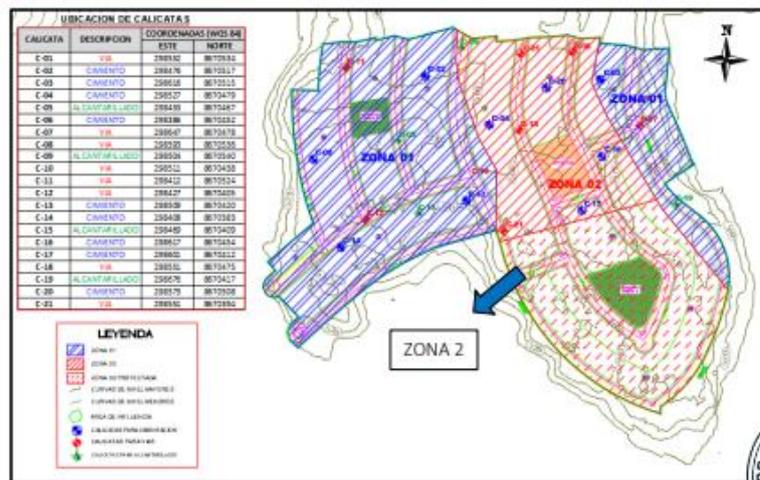


PROYECTO: "HABILITACIÓN URBANA CLG ETAPA IV"



15.4 ZONIFICACIÓN: ZONA 2

Como se observa en la imagen, la Zona 2 abarca las calicatas C-01, C-08, C-18, y C-21, se sitúan sobre un suelo compuesto por gravas mal graduadas con limo y arena (GP-GM), gravas mal graduadas (GP) y arenas limosas (SM) dando como resultado un CBR promedio de 23.20% .



A continuación, se detallan los siguientes resultados:

CUADRO DE RESULTADOS PARA ZONA 2	
ESAL	8.38E+05
Eje Equivalente	837704
CBR	23.20%
MR Subrasante (Psi)	34.800
TIPO DE TRAFICO TP	TP4
NUMERO DE ETAPAS	1
NIVEL DE CONFIABILIDAD R(%)	75%
Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (ZR)	-0.67448975
Desviación Estándar Combinada (So)	0.45
Serviciabilidad Inicial (Pi)	4.2
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2
Variación de serviciabilidad (PSI)	2.2
Numero Estructural Requerido (SNR)	1.657

FRANCISCO FAJARDO CHACUITIRA
 Ingeniero Civil
 C.I.P. N° 16.1788



PROYECTO: "HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV"



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO INTEGRAL DEL SUELO

PROYECTO : HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV
 EJECUTOR : HI-GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
 CLIENTE : LGP INMOBILIARIA S.A.
 MUESTRA : C-16 (E-1)
 FECHA EJECUCIÓN : NOVIEMBRE, 2021

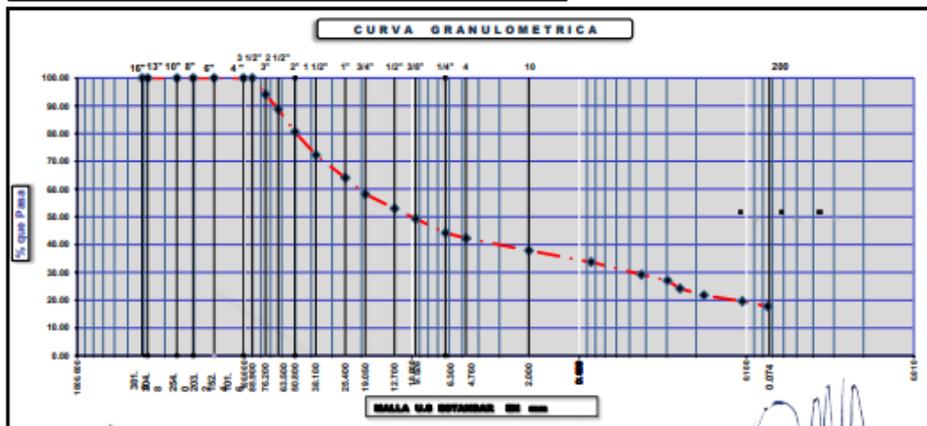
PROFUNDIDAD EXCAV. : 3.00 m
 COORD. ESTE WGS 84 : 298617
 COORD. NORTE WGS 84 : 8670454

CLASIFICACION SEDÓN ASTM	MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
BOLONERA Mayores de 250 mm.	16"	410.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	13"	380.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	10"	254.000	0.00	0.000	0.000	100.00
CANTO RODADO De 75.00 mm hasta 350.00 mm.	8"	203.200	0.00	0.000	0.000	100.00
	6"	152.400	0.00	0.000	0.000	100.00
	4"	101.600	0.00	0.000	0.000	100.00
	3 1/2"	90.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	3"	75.000	355.80	5.884	5.884	94.12
GRAVA De 47.50 mm hasta 75.00 mm.	2 1/2"	63.000	325.80	5.388	11.272	88.73
	2"	50.000	495.20	8.189	19.461	80.54
	1 1/2"	37.500	502.10	8.303	27.765	72.24
	1"	25.000	496.20	8.206	35.970	64.03
	3/4"	19.000	352.90	5.836	41.807	58.19
	1/2"	12.700	312.70	5.171	46.978	53.02
	3/8"	9.500	226.10	3.739	50.717	49.28
	1/4"	6.300	306.70	5.072	55.789	44.21
	Nº 4	4.750	115.20	1.905	57.694	42.31
	ARENA De 0.075 mm hasta 4.75 mm.	Nº 10	2.000	52.60	4.451	62.145	37.86
Nº 20		0.850	48.70	4.121	66.265	33.73
Nº 40		0.425	53.50	4.527	70.79	29.21
Nº 60		0.297	25.30	2.141	72.93	27.07
Nº 80		0.250	33.80	2.860	75.79	24.21
Nº 100		0.180	28.70	2.428	78.22	21.78
Nº 140		0.106	26.10	2.208	80.43	19.57
Limo/Arcilla	< 200	0.073	210.00	17.769	100.00	0.00

OBSERVACIONES	

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Peso muestra total (gr.)	6046.90
Peso ret. Malla Nº 4 (gr.)	3488.70
Peso Psta. Malla Nº 4 (gr.)	2558.20
Peso fino del ensayo (gr.)	500.00
Ret. Malla de Nº 4 (%)	57.69
Pasante malla de Nº 4 (%)	42.31
Contenido de humedad (%)	1.77
Porcentaje de Bolonería (%)	
Porcentaje de Canto Rodado (%)	
Porcentaje de Gravas (%)	
Porcentaje de Arenas (%)	
Porcentaje de Limo (%)	

CLASIFICACION DEL SUELO	
SUCS: GM	AASHTO: A-1-b
Cu: 281.38	Cc: 0.16
Grava limosa	



HI-GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
 Laboratorio de Estudios para Construcción y Pavimento
 Tec. Lab. LUIS ANGEL CALIZAYA JAPURA
 Laboratorio Suelos, Concreto y Pavimento

FRANCISCO FAYO COQUIRA COAQUIRA
 Ingeniero Civil
 C.I.P. Nº 161788



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO INTEGRAL DEL SUELO

PROYECTO : HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV
EJECUTOR : HI-GEOPROYECT CONSULTORIA S.R.L.
CLIENTE : LGP INMOBILIARIA S.A.
MUESTRA : C-18(E-1)
FECHA EJECUCIÓN : NOVIEMBRE, 2021

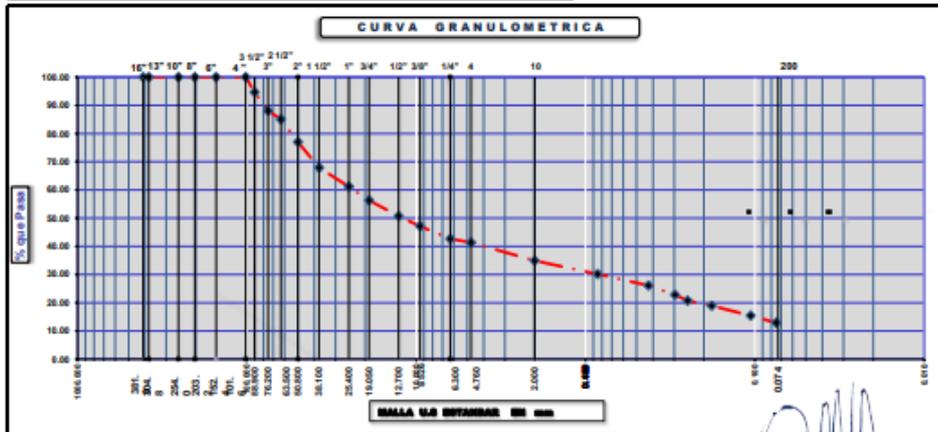
PROFUNDIDAD EXCAV. : 1.70 m
COORD. ESTE WGS 84 : 298551
COORD. NORTE WGS 84 : 8670475

Table with 7 columns: CLASIFICACION SEGUN ASTM, MALLA, DIAMETRO (mm), PESO RETENIDO, % RETENIDO PARCIAL, % RETENIDO ACUMULADO, % QUE PASA. Rows include Bolonera, Canto Rodado, Grava, and Arena.

OBSERVACIONES table with one empty row.

CARACTERISTICAS GENERALES table with 2 columns: characteristic name and value. Includes items like 'Peso muestra total (gr.)', 'Porcentaje de Bolonera (%)', etc.

CLASIFICACION DEL SUELO table with 2 columns: SUCS and AASHTO. Values: SUCS: GM, AASHTO: A-1-b. Also includes Cu: 315.89, Cc: 0.40, and Grava limosa.



HI-GEOPROYECT CONSULTORIA S.R.L.
Ing. LUIS ANGELO CALZADA JAPURA
Laboratorio Suelos, Concreto y Pavimento

FRANCISCO PAVO COAQUIRA COAQUIRA
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 161788



PROYECTO: "HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV"



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO INTEGRAL DEL SUELO

PROYECTO : HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV

EJECUTOR : HI-GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.

CLIENTE : LGP INMOBILIARIA S.A.

MUESTRA : C-19 (E-1)

FECHA EJECUCIÓN : NOVIEMBRE, 2021

PROFUNDIDAD EXCAV. : 2.30 m

COORD. ESTE WGS 84 : 298876

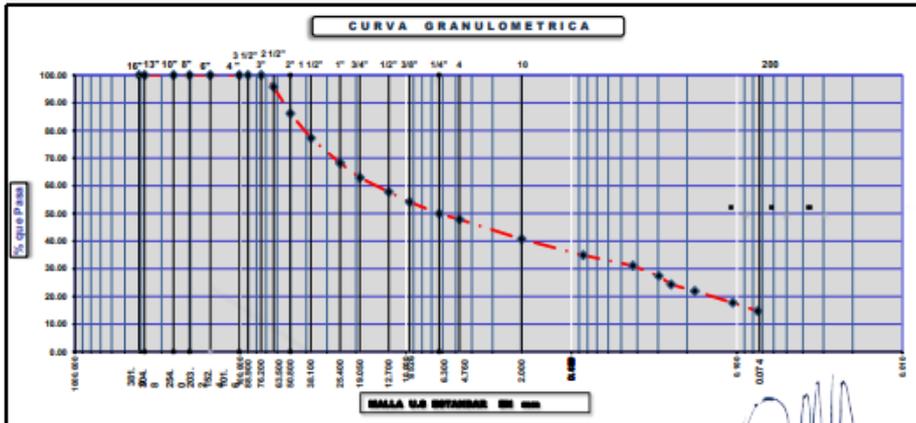
COORD. NORTE WGS 84 : 8670417

CLASIFICACION SEGUN ASTM	MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
BOLONERIA Mayores de 350 mm.	16"	410.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	13"	380.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	10"	254.000	0.00	0.000	0.000	100.00
CANTO RODADO De 75.00 mm hasta 350.00 mm.	8"	203.200	0.00	0.000	0.000	100.00
	6"	152.400	0.00	0.000	0.000	100.00
	4"	101.600	0.00	0.000	0.000	100.00
	3 1/2"	90.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	3"	75.000	0.00	0.000	0.000	100.00
GRAVA De 4.75 mm hasta 75.00 mm.	2 1/2"	63.000	412.30	4.311	4.311	95.69
	2"	50.000	915.20	9.568	13.879	86.12
	1 1/2"	37.500	849.30	8.879	22.758	77.24
	1"	25.000	866.10	9.055	31.813	68.19
	3/4"	19.000	501.30	5.241	37.054	62.95
	1/2"	12.700	491.30	5.138	42.191	57.81
	3/8"	9.500	352.60	3.686	45.877	54.12
	1/4"	6.300	401.20	4.195	50.072	49.93
	Nº 4	4.750	194.30	2.031	52.103	47.90
	ARENA De 0.075 mm hasta 4.75 mm.	Nº 10	2.000	75.20	7.204	59.307	40.69
Nº 20		0.850	60.30	5.778	65.083	34.92
Nº 40		0.425	39.60	3.793	68.88	31.12
Nº 60		0.297	38.70	3.707	72.58	27.42
Nº 80		0.250	32.40	3.104	75.69	24.31
Nº 100		0.180	24.60	2.357	78.04	21.96
Nº 140		0.106	43.90	4.205	82.25	17.75
Nº 200	0.075	31.50	3.018	85.27	14.73	
Limo/Arcilla	< 200	0.073	153.80	14.733	100.00	0.00

OBSERVACIONES	

CARACTERISTICAS GENERALES	
Peso muestra total (gr.)	9564.90
Peso ret. Malla Nº 4 (gr.)	4983.60
Peso Pate. Malla Nº 4 (gr.)	4581.30
Peso fino del ensayo (gr.)	500.00
Ret. Malla de Nº 4 (%)	52.10
Pasante malla de Nº 4 (%)	47.90
Contenido de humedad (%)	1.77
Porcentaje de Bolonería (%)	0.00
Porcentaje de Canto Rodado (%)	0.00
Porcentaje de Gravas (%)	52.10
Porcentaje de Arenas (%)	45.16
Porcentaje de Limo (%)	2.74

CLASIFICACION DEL SUELO	
SUCS: GM	AASHTO: A-1-b
Cu: 206.93	Cc: 0.13
Grava limosa	



HI-GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
 Laboratorio y Sistema para el Control de Calidad
 Tec. LUIS ANGEL CALZAYA JAPURA
 Laboratorio Suelos, Concreto y Pavimento

FRANCISCO PAVO COAQUIRA
 Ingeniero Civil
 C.I.P. Nº 161788



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO INTEGRAL DEL SUELO

PROYECTO : HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV

EJECUTOR : M-GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.

CLIENTE : LGP INMOBILIARIA S.A.

MUESTRA : C-20 (E-1)

FECHA EJECUCIÓN : NOVIEMBRE, 2021

PROFUNDIDAD EXCAV. : 3.00 m

COORD. ESTE WGS 84 : 298573

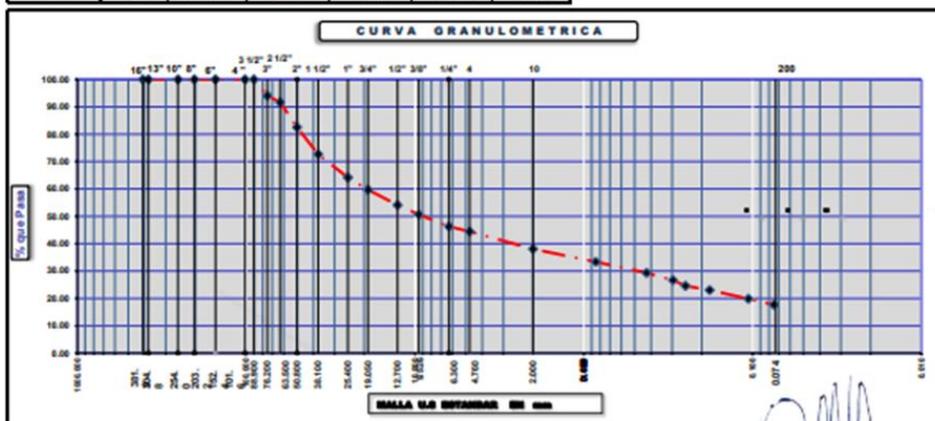
COORD. NORTE WGS 84 : 8670508

CLASIFICACION SEGUN ASTM	MALLA	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
BOLONERIA Mayoría de 300 mm.	16"	410.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	13"	380.000	0.00	0.000	0.000	100.00
	10"	254.000	0.00	0.000	0.000	100.00
CANTO RODADO De 75.00 mm hasta 300.00 mm.	8"	203.200	0.00	0.000	0.000	100.00
	6"	152.400	0.00	0.000	0.000	100.00
	4"	101.600	0.00	0.000	0.000	100.00
	3 1/2"	90.000	0.00	0.000	0.000	100.00
GRASA De 4.75 mm hasta 75.00 mm.	3"	75.000	562.50	5.957	5.957	94.04
	2 1/2"	63.000	227.30	2.407	8.364	91.64
	2"	50.000	862.10	9.130	17.494	82.51
	1 1/2"	37.500	931.80	9.868	27.363	72.64
	1"	25.000	800.60	8.479	35.842	64.16
	3/4"	19.000	421.40	4.463	40.304	59.70
	1/2"	12.700	526.90	5.580	45.885	54.12
	3/8"	9.500	330.10	3.496	49.380	50.62
	1/4"	6.300	408.90	4.330	53.711	46.29
	N° 4	4.750	175.30	1.857	55.567	44.43
ARENA De 0.075 mm hasta 4.75 mm.	Gruesa N° 10	2.000	71.60	6.363	61.930	38.07
	Medio N° 20	0.850	52.80	4.692	66.622	33.38
	N° 40	0.425	45.30	4.026	70.65	29.35
	N° 60	0.297	30.10	2.675	73.32	26.68
	N° 80	0.250	23.60	2.097	75.42	24.58
	N° 100	0.180	17.20	1.528	76.95	23.05
	N° 140	0.106	35.90	3.190	80.14	19.86
	N° 200	0.075	24.50	2.177	82.32	17.68
Limo/Arcilla < 200	0.073	199.00	17.684	100.00	0.00	

OBSERVACIONES

CARACTERISTICAS GENERALES	
Peso muestra total (gr.)	9442.40
Peso ret. Malla N° 4 (gr.)	5246.90
Peso Piste. Malla N° 4 (gr.)	4195.50
Peso fino del ensayo (gr.)	500.00
Ret. Malla de N° 4 (%)	55.57
Pasante malla de N° 4 (%)	44.43
Contenido de humedad (%)	1.77
Porcentaje de Bolonería (%)	
Porcentaje de Canto Rodado (%)	
Porcentaje de Gravas (%)	
Porcentaje de Arenas (%)	
Porcentaje de Limo (%)	

CLASIFICACION DEL SUELO	
SUCS: GM	AASHTO: A-1-b
Cu: 261.82	Cc: 0.17
Grava limosa	



M-GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
 Ingeniería y Soluciones para la Construcción Moderna
 Tec. Lab. LUIS ANGEL CALIZAYA JAPURA
 Laboratorio de Soils, Concrete & Pavement

FRANCISCO PAVO COAQUIRA COAQUIRA
 Ingeniero Civil
 C.I.P. N° 161788

 HI GEOPROJECT CONSULTORA S.R.L. Área de Laboratorio y Control de Calidad RUC. Nº 2053271582 Dirección: Asoc. Señor de los Milagros A-15 Tacna		 ENSAYO DE C.B.R. CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) NORMA ASTM D-1583 Y LA MTC E-132																																																																																																																																							
PROYECTO: "HABILITACION URBANA OLG ETAPA IV"				REGISTRO: HI-00075-21																																																																																																																																					
LUGAR: DISTRITO DE ATE. PROVINCIA DE LIMA - LIMA SOLICITANTE: LSP INMOBILIARIA S.A.				0001 GO: C-18 RESIDENTE: - ING. JEFE: - FECHA: 12-Nov-21																																																																																																																																					
1. MUESTRA UBICACION: DISTRITO DE ATE. PROVINCIA DE LIMA - LIMA MATERIAL: -			2. PERSONAL OPERADOR: J.R.O.C. ASISTENTE: L.A.C.J.Y.M.J.B.A.																																																																																																																																						
3. DATOS PARA EL ENSAYO CLASIFICACION: SUCS GM AASHTO - PROCTOR OCH=6.12% MDS=2.32g/cm³ N°CAPAS 5																																																																																																																																									
4. DENSIDAD <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">DESCRIPCION</th> <th rowspan="2">UND</th> <th colspan="2">12 GOLPES</th> <th colspan="2">25 GOLPES</th> <th colspan="2">56 GOLPES</th> </tr> <tr> <th>Normal</th> <th>Saturado</th> <th>Normal</th> <th>Saturado</th> <th>Normal</th> <th>Saturado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Peso suelo húmedo + molde</td> <td>g</td> <td>12.673.4</td> <td>13.224.5</td> <td>11.773.5</td> <td>12.293.8</td> <td>13.081.6</td> <td>13.545.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Peso del molde</td> <td>g</td> <td>7.792.3</td> <td>7.892.3</td> <td>6.485.0</td> <td>6.485.0</td> <td>7.734.0</td> <td>7.734.0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Volumen del molde REG.</td> <td>cm³</td> <td>2.123.1</td> <td>2.123.1</td> <td>2.206.2</td> <td>2.206.2</td> <td>2.164.5</td> <td>2.164.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Peso suelo húmedo, [1],[2]</td> <td>g</td> <td>4.881.1</td> <td>5.532.2</td> <td>5.288.5</td> <td>5.808.8</td> <td>5.347.6</td> <td>5.811.2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Densidad suelo húmedo, [4]/[3]</td> <td>g/cm³</td> <td>2.299</td> <td>2.606</td> <td>2.397</td> <td>2.633</td> <td>2.471</td> <td>2.685</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Id. Capsula</td> <td>-</td> <td>P-339</td> <td>P-79</td> <td>P-407</td> <td>P-418</td> <td>P-397</td> <td>P-394</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Peso del suelo húmedo + capsula</td> <td>g</td> <td>166.9</td> <td>148.2</td> <td>165.3</td> <td>152.4</td> <td>169.7</td> <td>141.9</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Peso del suelo seco + capsula</td> <td>g</td> <td>158.7</td> <td>128.4</td> <td>157.2</td> <td>134.4</td> <td>161.3</td> <td>126.8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Peso del agua, [7]/[8]</td> <td>g</td> <td>8.2</td> <td>19.8</td> <td>8.1</td> <td>18.0</td> <td>8.4</td> <td>8.4</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Peso de la capsula</td> <td>g</td> <td>25.3</td> <td>24.7</td> <td>24.5</td> <td>24.6</td> <td>24.5</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Peso del suelo seco, [8]/[10]</td> <td>g</td> <td>133.4</td> <td>103.7</td> <td>132.7</td> <td>109.8</td> <td>136.9</td> <td>109.8</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Contenido de humedad, [9]/[11]</td> <td>%</td> <td>6.146</td> <td>19.099</td> <td>6.106</td> <td>16.389</td> <td>6.138</td> <td>1.225.68</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Densidad seca, [5]/[11]*[12]/100</td> <td>g/cm³</td> <td>2.166</td> <td>2.188</td> <td>2.259</td> <td>2.262</td> <td>2.328</td> <td>2.339</td> </tr> </tbody> </table>						N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES		Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado	1	Peso suelo húmedo + molde	g	12.673.4	13.224.5	11.773.5	12.293.8	13.081.6	13.545.2	2	Peso del molde	g	7.792.3	7.892.3	6.485.0	6.485.0	7.734.0	7.734.0	3	Volumen del molde REG.	cm³	2.123.1	2.123.1	2.206.2	2.206.2	2.164.5	2.164.5	4	Peso suelo húmedo, [1],[2]	g	4.881.1	5.532.2	5.288.5	5.808.8	5.347.6	5.811.2	5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm³	2.299	2.606	2.397	2.633	2.471	2.685	6	Id. Capsula	-	P-339	P-79	P-407	P-418	P-397	P-394	7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	166.9	148.2	165.3	152.4	169.7	141.9	8	Peso del suelo seco + capsula	g	158.7	128.4	157.2	134.4	161.3	126.8	9	Peso del agua, [7]/[8]	g	8.2	19.8	8.1	18.0	8.4	8.4	10	Peso de la capsula	g	25.3	24.7	24.5	24.6	24.5	24.5	11	Peso del suelo seco, [8]/[10]	g	133.4	103.7	132.7	109.8	136.9	109.8	12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	6.146	19.099	6.106	16.389	6.138	1.225.68	13	Densidad seca, [5]/[11]*[12]/100	g/cm³	2.166	2.188	2.259	2.262	2.328	2.339
N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES				56 GOLPES																																																																																																																																
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado																																																																																																																																	
1	Peso suelo húmedo + molde	g	12.673.4	13.224.5	11.773.5	12.293.8	13.081.6	13.545.2																																																																																																																																	
2	Peso del molde	g	7.792.3	7.892.3	6.485.0	6.485.0	7.734.0	7.734.0																																																																																																																																	
3	Volumen del molde REG.	cm³	2.123.1	2.123.1	2.206.2	2.206.2	2.164.5	2.164.5																																																																																																																																	
4	Peso suelo húmedo, [1],[2]	g	4.881.1	5.532.2	5.288.5	5.808.8	5.347.6	5.811.2																																																																																																																																	
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cm³	2.299	2.606	2.397	2.633	2.471	2.685																																																																																																																																	
6	Id. Capsula	-	P-339	P-79	P-407	P-418	P-397	P-394																																																																																																																																	
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	166.9	148.2	165.3	152.4	169.7	141.9																																																																																																																																	
8	Peso del suelo seco + capsula	g	158.7	128.4	157.2	134.4	161.3	126.8																																																																																																																																	
9	Peso del agua, [7]/[8]	g	8.2	19.8	8.1	18.0	8.4	8.4																																																																																																																																	
10	Peso de la capsula	g	25.3	24.7	24.5	24.6	24.5	24.5																																																																																																																																	
11	Peso del suelo seco, [8]/[10]	g	133.4	103.7	132.7	109.8	136.9	109.8																																																																																																																																	
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%	6.146	19.099	6.106	16.389	6.138	1.225.68																																																																																																																																	
13	Densidad seca, [5]/[11]*[12]/100	g/cm³	2.166	2.188	2.259	2.262	2.328	2.339																																																																																																																																	
5. PENETRACION <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">CARGA</th> <th colspan="3">LECTURA DE DIAL (división)</th> <th colspan="5">FUERZA (kg)</th> </tr> <tr> <th>12 GOLPES</th> <th>25 GOLPES</th> <th>56 GOLPES</th> <th>DIRECTA</th> <th>CORREGIDA</th> <th>DIRECTA</th> <th>CORREGIDA</th> <th>DIRECTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>STANDARD</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Area del pistón:</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>19.82 cm²</td> <td>0.64</td> <td>0.41</td> <td>0.92</td> <td>1.32</td> <td>41.81</td> <td>93.81</td> <td>134.60</td> <td>134.60</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.27</td> <td>1.79</td> <td>2.25</td> <td>3.02</td> <td>182.53</td> <td>229.43</td> <td>307.95</td> <td>307.95</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1.91</td> <td>3.01</td> <td>3.51</td> <td>4.47</td> <td>308.93</td> <td>357.91</td> <td>455.81</td> <td>455.81</td> </tr> <tr> <td>70.3 Kg/cm²</td> <td>2.54</td> <td>4.05</td> <td>4.59</td> <td>5.61</td> <td>412.88</td> <td>413*</td> <td>468.84</td> <td>468*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3.61</td> <td>5.91</td> <td>6.56</td> <td>7.78</td> <td>602.64</td> <td>668.92</td> <td>793.33</td> <td>793.33</td> </tr> <tr> <td>105.5 Kg/cm²</td> <td>5.08</td> <td>7.16</td> <td>8.22</td> <td>9.88</td> <td>738.11</td> <td>730*</td> <td>838.19</td> <td>838*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6.35</td> <td>8.34</td> <td>9.84</td> <td>12.02</td> <td>850.43</td> <td>1,003.38</td> <td>1,007.46</td> <td>1,007*</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7.62</td> <td>9.03</td> <td>11.27</td> <td>14.61</td> <td>920.79</td> <td>1,149.20</td> <td>1,489.78</td> <td>1,489.78</td> </tr> </tbody> </table>						CARGA	LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)					12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	STANDARD	mm	mm	Area del pistón:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.82 cm²	0.64	0.41	0.92	1.32	41.81	93.81	134.60	134.60		1.27	1.79	2.25	3.02	182.53	229.43	307.95	307.95		1.91	3.01	3.51	4.47	308.93	357.91	455.81	455.81	70.3 Kg/cm²	2.54	4.05	4.59	5.61	412.88	413*	468.84	468*		3.61	5.91	6.56	7.78	602.64	668.92	793.33	793.33	105.5 Kg/cm²	5.08	7.16	8.22	9.88	738.11	730*	838.19	838*		6.35	8.34	9.84	12.02	850.43	1,003.38	1,007.46	1,007*		7.62	9.03	11.27	14.61	920.79	1,149.20	1,489.78	1,489.78																															
CARGA	LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)																																																																																																																																					
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA																																																																																																																																	
STANDARD	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm																																																																																																																																	
Area del pistón:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00																																																																																																																																	
19.82 cm²	0.64	0.41	0.92	1.32	41.81	93.81	134.60	134.60																																																																																																																																	
	1.27	1.79	2.25	3.02	182.53	229.43	307.95	307.95																																																																																																																																	
	1.91	3.01	3.51	4.47	308.93	357.91	455.81	455.81																																																																																																																																	
70.3 Kg/cm²	2.54	4.05	4.59	5.61	412.88	413*	468.84	468*																																																																																																																																	
	3.61	5.91	6.56	7.78	602.64	668.92	793.33	793.33																																																																																																																																	
105.5 Kg/cm²	5.08	7.16	8.22	9.88	738.11	730*	838.19	838*																																																																																																																																	
	6.35	8.34	9.84	12.02	850.43	1,003.38	1,007.46	1,007*																																																																																																																																	
	7.62	9.03	11.27	14.61	920.79	1,149.20	1,489.78	1,489.78																																																																																																																																	
10 CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 5.47260000 X + 35.340870																																																																																																																																									
6. EXPANSION <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">TIEMPO</th> <th rowspan="2">LECTURA DIAL (Div)</th> <th colspan="3">0.050mm</th> <th colspan="4">ALTURAS</th> </tr> <tr> <th>12 GOLPES</th> <th>25 GOLPES</th> <th>56 GOLPES</th> <th>mm</th> <th>%</th> <th>mm</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fecha-hora (Hrs)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10/11/21 - 00:00</td> <td>0</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> <td>0.00</td> <td>0.0%</td> </tr> <tr> <td>11/11/21 - 00:00</td> <td>24</td> <td>0.017</td> <td>0.015</td> <td>0.014</td> <td>0.00</td> <td>0.1%</td> <td>0.00</td> <td>0.1%</td> </tr> <tr> <td>12/11/21 - 00:00</td> <td>48</td> <td>0.018</td> <td>0.016</td> <td>0.015</td> <td>0.00</td> <td>0.1%</td> <td>0.00</td> <td>0.1%</td> </tr> </tbody> </table>						TIEMPO	LECTURA DIAL (Div)	0.050mm			ALTURAS				12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	Fecha-hora (Hrs)									10/11/21 - 00:00	0	0.000	0.000	0.000	0.00	0.0%	0.00	0.0%	11/11/21 - 00:00	24	0.017	0.015	0.014	0.00	0.1%	0.00	0.1%	12/11/21 - 00:00	48	0.018	0.016	0.015	0.00	0.1%	0.00	0.1%																																																																																
TIEMPO	LECTURA DIAL (Div)	0.050mm			ALTURAS																																																																																																																																				
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%																																																																																																																																	
Fecha-hora (Hrs)																																																																																																																																									
10/11/21 - 00:00	0	0.000	0.000	0.000	0.00	0.0%	0.00	0.0%																																																																																																																																	
11/11/21 - 00:00	24	0.017	0.015	0.014	0.00	0.1%	0.00	0.1%																																																																																																																																	
12/11/21 - 00:00	48	0.018	0.016	0.015	0.00	0.1%	0.00	0.1%																																																																																																																																	
7. RESULTADOS <table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO CBR</th> <th>12 GOLPES</th> <th>25 GOLPES</th> <th>56 GOLPES</th> <th colspan="2">PROCTOR</th> <th colspan="2">CBR FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Densidad Seca prom.</td> <td>2.18</td> <td>2.26</td> <td>2.33</td> <td>Humedad óptima</td> <td>06.12%</td> <td>Penetración</td> <td>1"</td> </tr> <tr> <td>Penetración: 1"</td> <td>29.6</td> <td>33.6</td> <td>41.1</td> <td>MDS</td> <td>2.315</td> <td>100% MDS</td> <td>38.2</td> </tr> <tr> <td>Penetración: 2"</td> <td>34.9</td> <td>40.1</td> <td>48.2</td> <td>95 % de la MDS</td> <td>2.199</td> <td>95 % MDS</td> <td>30.5</td> </tr> </tbody> </table>						ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		Densidad Seca prom.	2.18	2.26	2.33	Humedad óptima	06.12%	Penetración	1"	Penetración: 1"	29.6	33.6	41.1	MDS	2.315	100% MDS	38.2	Penetración: 2"	34.9	40.1	48.2	95 % de la MDS	2.199	95 % MDS	30.5																																																																																																				
ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL																																																																																																																																			
Densidad Seca prom.	2.18	2.26	2.33	Humedad óptima	06.12%	Penetración	1"																																																																																																																																		
Penetración: 1"	29.6	33.6	41.1	MDS	2.315	100% MDS	38.2																																																																																																																																		
Penetración: 2"	34.9	40.1	48.2	95 % de la MDS	2.199	95 % MDS	30.5																																																																																																																																		
8. EQUIPOS DE MEDICION <table border="1"> <thead> <tr> <th>EQ</th> <th>BALANZA</th> <th>BALANZA</th> <th>HORNO</th> <th>COMPARADOR CUADRANTE</th> <th>ANILLO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ID.</td> <td>BAD334</td> <td>BAD117</td> <td>HOR13</td> <td>DI 55 - DI 53 - DI 501</td> <td>AN0 29</td> </tr> </tbody> </table>						EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	COMPARADOR CUADRANTE	ANILLO	ID.	BAD334	BAD117	HOR13	DI 55 - DI 53 - DI 501	AN0 29																																																																																																																								
EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	COMPARADOR CUADRANTE	ANILLO																																																																																																																																				
ID.	BAD334	BAD117	HOR13	DI 55 - DI 53 - DI 501	AN0 29																																																																																																																																				
9. OBSERVACIONES 																																																																																																																																									


HI GEOPROJECT CONSULTORA S.R.L.
 Ingeniería y Control de Construcción y Materiales
Laboratorio
 Tcc. LUIS ANGEL CALIZAYA JAPURA
 Laboratorio de Control de Construcción y Pavimentos

Aprobación

 FRANCISCO JAVIER CALIZAYA
 Ingeniero Civil
 C.I.P. Nº 161788

ENSAYO DE C.B.R.
CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
NORMA ASTM D-1883 Y LA MTC E-132

HI GEOPROJECT CONSULTORIA S.R.L.
Area de Laboratorio y Control de Calidad
RUC. N° 20532715882
Dirección: Asoc. Señor de los Milagros A-15 Tacna

PROYECTO: "HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV"

REGISTRO: HI-00076-21

LUGAR: DISTRITO DE ATE. PROVINCIA DE LIMA - LIMA
SOLICITANTE: LOP INMOBILIARIA S.A.

000100: C-21
RESIDENTE: -
ING. JEFE: -

FECHA: 12-Nov-21

1. MUESTRA
UBICACION: DISTRITO DE ATE. PROVINCIA DE LIMA - LIMA
MATERIAL: -

2. PERSONAL
OPERADOR: J.R.Q.C.
ASISTENTE: L.A.C.J.Y.M.J.B.A.

3. DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACION: SUCS: GM1 AASHTO: - PROCTOR: OCH=8.64% MDS=1.78g/cm³ N°CAPAS: 5

4. DENSIDAD

N	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES	
			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g	10.441.7	10.788.9	11.893.7	12.144.6	11.537.6	11.831.4
2	Peso del molde	g	6.479.1	6.479.1	7.854.1	7.854.1	7.319.2	7.319.2
3	Volumen del molde REG.	cm³	2.197.9	2.197.9	2.142.2	2.142.2	2.169.5	2.169.5
4	Peso suelo húmedo. [1]-[2]	g	3.962.6	4.319.8	4.039.6	4.290.5	4.218.4	4.512.2
5	Densidad suelo húmedo. [4]/[3]	g/cm³	1.803	1.965	1.886	2.003	1.944	2.080
6	Id. Capsula	-	P-418	P-402	P-343	P-342	P-334	P-339
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g	163.8	169.1	142.6	148.5	157.3	150.9
8	Peso del suelo seco + capsula	g	152.8	146.9	133.2	132.9	146.7	134.7
9	Peso del agua. [7]-[8]	g	11.0	22.2	9.4	15.6	10.6	16.2
10	Peso de la capsula	g	24.6	24.5	24.2	25.3	23.4	23.4
11	Peso del suelo seco. [8]-[10]	g	128.2	122.4	109.0	107.6	123.3	127.3
12	Contenido de humedad. [9]/[11]	%	8.578	18.142	8.625	14.497	8.597	12.812
13	Densidad seca. [5]/[1+12]/100	g/cm³	1.660	1.664	1.736	1.749	1.791	1.812

5. PENETRACION

STANDARD	CARGA	LECTURA DE DIAL (división)			FUERZA (kg)			
		12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	DIRECTA	CORREGIDA	DIRECTA	CORREGIDA
Area del pistón: 19.82 cm²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
	0.64	0.31	0.59	0.93	31.61		60.16	94.83
	1.27	1.03	1.49	1.97	105.03		151.94	200.88
70.3 Kg/cm²	1.91	1.78	2.36	2.91	181.51		240.65	296.73
	2.54	2.40	3.07	3.79	244.73	245*	313.65	313*
	3.81	3.58	4.37	5.28	365.05		445.61	536.40
105.5 Kg/cm²	5.08	4.38	5.39	6.56	446.63	447*	549.62	550*
	6.35	5.26	6.57	8.27	536.36		669.94	843.29
	7.62	5.86	7.61	10.28	597.54		775.99	1,048.25

13 CORRECCION: DEL ANILLO DE CARGA EN KILO ECUACION: X² + 5.4726000 X + 35.340870

6. EXPANSION

TIEMPO (Hrs)	LECTURA DIAL (Div)			ALTURAS					
	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	mm	%	mm	%	mm	%
10/11/21 - 00:00	0	0.000	0.000	0.00	0.0%	0.00	0.0%	0.00	0.0%
11/11/21 - 00:00	24	0.017	0.015	0.014	0.00	0.1%	0.00	0.1%	0.00
12/11/21 - 00:00	48	0.018	0.016	0.015	0.00	0.1%	0.00	0.1%	0.00

7. RESULTADOS

ENSAYO CBR	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	PROCTOR		CBR FINAL		
				Humedad óptima	08.64%	Penetración	1"	2"
Densidad Seca prom.	1.66	1.74	1.80	MDS	1.781	100% MDS	25.8	29.8
Penetración: 1"	17.6	22.5	27.7	95 % de la MDS	1.692	95 % MDS	19.2	23.1
Penetración: 2"	21.4	26.3	32.0					

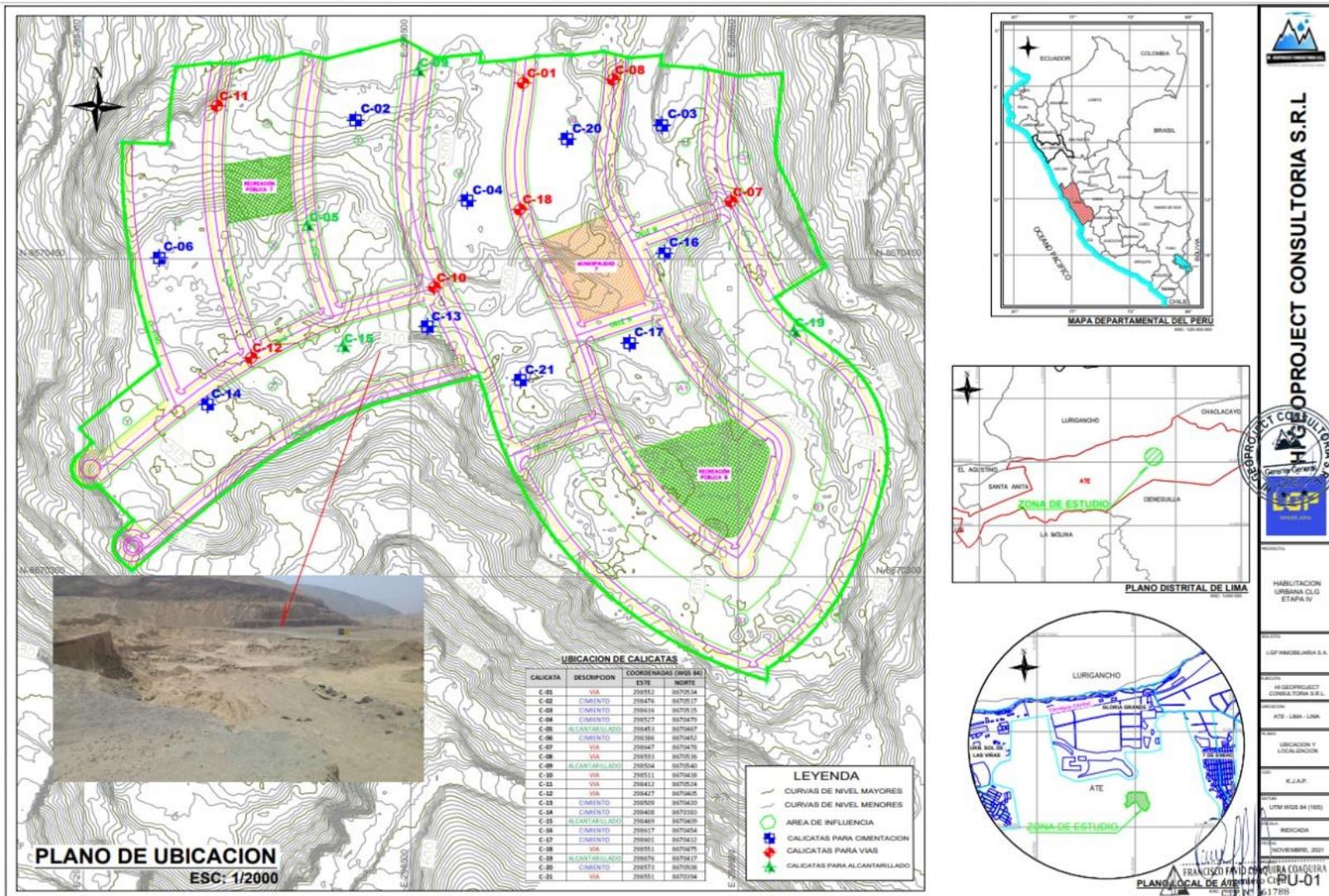
8. EQUIPOS DE MEDICION

EQ	BALANZA	BALANZA	HORNO	COMPARADOR CUADRANTE	ANILLO
ID.	BAD034	BAD017	H0013	CA 55 - DA 13 - DA 101	ANILLO 20

9. OBSERVACIONES

Aprobación:

Francisco J. M. Quiroga
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 161788



HGP PROJECT CONSULTORIA S.R.L.

HABILITACION URBANA CLG ETAPA IV

LUP INMOBILIARIA S.A.

HGP PROJECT CONSULTORIA S.R.L.

ATE - LIMA - LIMA

UBICACION Y LOCALIZACION

K.L.A.P.

ATE REG 84 (198)

INDICADA

NOVIEMBRE 2021

FRANCISCO FAJOS COADJUDICIA

PLANO LOCAL DE UBICACION CIU-01

1:1785

ANEXO 6

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



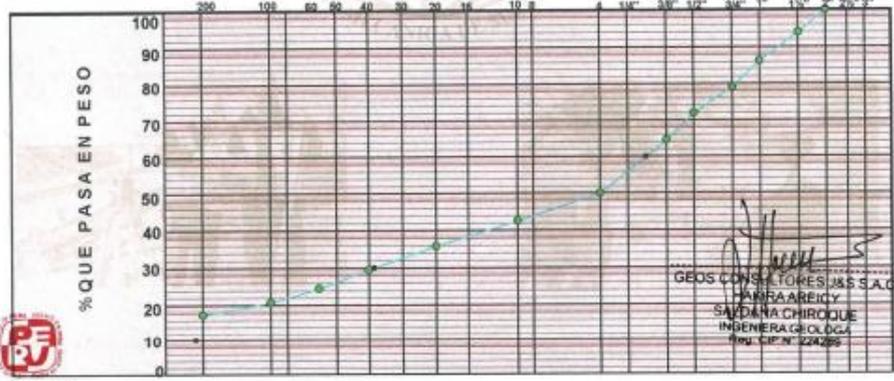
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS **CANTERA :** LA GLORIA - ETAPA IV
MUESTRA : SUELO NATURAL
FECHA RECEPCION : 05/09/2023 **TEC. RESPONSABLE :** Ing. Randy Jara C.
FECHA DE ENSAYO : 07/09/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz		Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
AE		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min.	máx.	
Pulgada	mm.				(%)	(%)		
4"	100.00						Peso Inicial : 6,850.0	
3"	75.00						Porción de finos : 3.0	
2 1/2"	63.50						% de Humedad : 50.1	
2"	50.80				100.0		% de Grava : 49.9	
1 1/2"	38.10	415.2	6.1	6.1			Tamaño Máximo : 2"	
1"	25.40	528.7	7.7	13.8			% Pasante N° 200 : 17.3	
3/4"	19.05	496.3	7.2	21.0			Color : 22	
1/2"	12.70	489.5	7.1	28.1			L.L. : 18	
3/8"	9.525	509.3	7.4	35.5			I.P. : 3	
5/16"	6.350						CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)	
N° 4	4.750	999.9	14.6	50.1	49.9		CLASIFI. SUCS : GM	
N° 6	2.360						Observaciones: SUELO GRANULAR NATURAL DE OBRA	
N° 10	2.000	499.3	7.3	57.4	42.6			
N° 16	1.180							
N° 20	0.850	468.5	6.8	64.2	35.8			
N° 30	0.600							
N° 40	0.420	428.2	6.3	70.5	29.5			
N° 50	0.300							
N° 60	0.250	350.8	5.1	75.6	24.4			
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	256.7	3.7	79.3	20.7			
N° 200	0.074	236.1	3.4	82.7	17.3			
FONDO		1173.5	17.3	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HARRA AREICU
 SARDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEÓLOGA
 REG. C.O.P. N° 224285

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
 ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
 EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 REFERENCIA : SUELO NATURAL
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 9/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C		VOLUMEN DEL MOLDE 2,130 cm ³			MOLDE Nº: .....1.....
Ensayo		1	2	3	4
Peso molde + suelo	(gr)	8400	8550	8721	8700
Peso molde	(gr)	3778	3778	3778	3778
Peso suelo compactado	(gr)	4622	4772	4943	4922
Densidad humeda	(gr/cm ³)	2.17	2.24	2.321	2.311
Recipiente Numero		10	2	7	4
Peso suelo humedo + tara	(gr)	523.7	589.8	545.2	532.1
Peso suelo seco + tara	(gr)	515.0	572.8	522.3	502
Peso del agua	(gr)	8.7	16.8	22.9	30.1
Peso del recipiente	(gr)	128.6	125.7	131.9	123.5
Peso del suelo seco	(gr)	386.4	447.1	390.4	378.5
Contenido de agua	(%)	2.3	3.8	5.9	8.0
Humedad promedio	(%)	2.3	3.8	5.9	8.0
Densidad Seca	(gr/cm ³)	2.122	2.159	2.192	2.141

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.192** gr/cc CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **5.90 %**



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 INGENIERA AREICY
 SAIDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224288



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES. ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES. VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : SUELO NATURAL
 FECHA RECEPCION : 08/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 13/09/2023
 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16

Moide N°	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12785	12900	12490	12620	12200	12400
Peso de molde (gr)	7851	7851	7745	7745	7898	7998
Peso del suelo húmedo (gr)	4934	5049	4745	4875	4302	4702
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.318	2.372	2.232	2.293	2.116	2.210
Humedad (%)	5.95	6.33	5.88	6.60	6.09	6.89
Densidad seca (gr/cm ³)	2.188	2.231	2.108	2.151	1.995	2.068
Tarro N°	2		4		8	
Tarro + Suelo húmedo [gr]	526.3	535.4	589.7	563.4	555.6	574.9
Tarro + Suelo seco (gr)	504.2	511.0	564.5	536.5	531.0	546.0
Peso del Agua (gr)	22.1	24.4	25.2	26.9	24.6	28.9
Peso del tarro (gr)	132.5	125.8	134.7	128.9	127.3	128.4
Peso del suelo seco (gr)	371.7	385.4	429.8	407.6	403.7	419.6
Humedad (%)	5.95	6.33	5.88	6.60	6.09	6.89
Promedio de Humedad (%)	5.95	6.33	5.88	6.60	6.09	6.89

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/09/2023	8:35:00										
16/09/2023	8:35:00	24	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6	1.00	0.393	0.3
17/09/2023	8:35:00	48	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9
18/09/2023	8:35:00	72	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9
19/09/2023	8:35:00	96	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 6				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		130	8.6			99	5.0			21	1.1		
0.050		269	14.7			238	12.1			59	3.0		
0.075		500	25.4			355	18.0			116	5.9		
0.100	70.3	825	41.9	39.0	55.5	460	23.4	25.00	*	189	9.6	11.00	*
0.150		1232	62.5			585	44.9			441	22.4		
0.200	105.5	1700	86.3	87.0	82.5	1279	64.9	86.00	*	832	41.9	41.00	*
0.300		2478	125.8			1981	100.6			1385	68.3		
0.400		2678	135.9			2275	115.5			1562	78.3		
0.500													

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 SALVARRA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

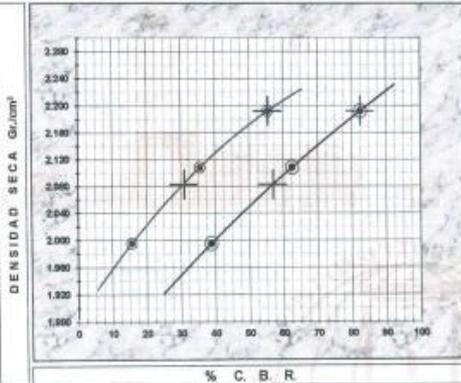
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA NAVARRIN BENANCIO SALAS
 MUESTRA : SUELO NATURAL
 FECHA RECEPCION : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 13/09/2023
 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara G.
 CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV

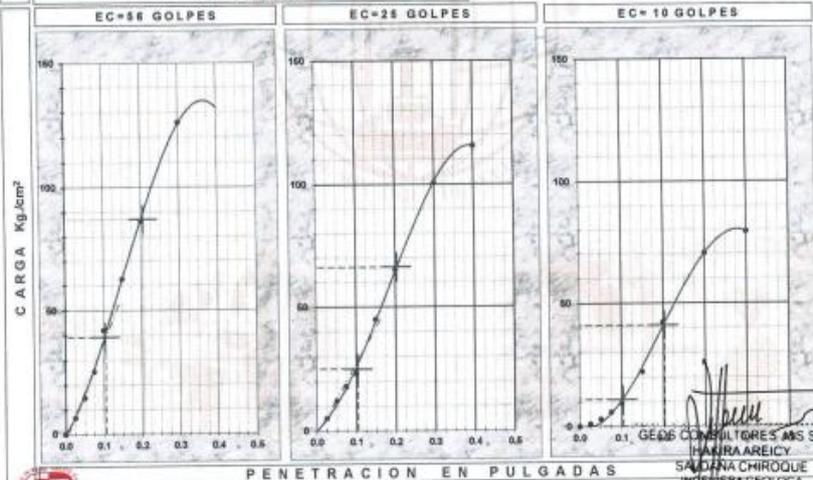
GRAFICO DE PENETRACION C.B.R.



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	85.5	82.5
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	71.0	67.9
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	51.5	33.5
DENSIDAD AL 95% de M.D.S. :	2.082	

DATOS DEL PROCTOR		
Densidad Seca	2.192	gr./cm ³
Humedad Optima	6.90	%

OBSERVACIONES:
 SUELO GRANULAR NATURAL DE OBRA



ING. SANDRA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios
OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL
 Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



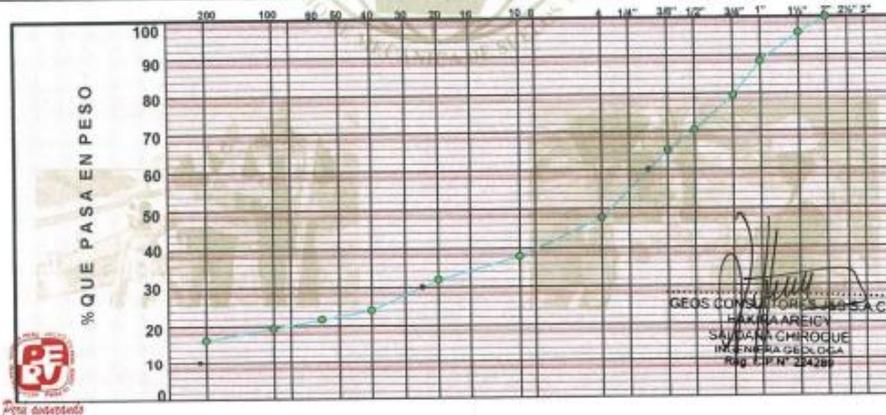
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 18/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz Æ	Peso Retenido (g)	Material Retenido (%)	Acumulado (%)	Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
					min. (%)	max. (%)	
4"	100.00						Peso Inicial : 4,164.0
3"	75.00						Porción de finos : 2.5
2 1/2"	63.50						% de Grava : 52.4
2"	50.80			100.0			% de Arena : 47.6
1 1/2"	38.10	172.0	4.1	95.9			Tamaño Máximo : 2"
1"	25.40	308.0	7.4	92.6			% Pasante Nº 200 : 16.4
3/4"	19.05	376.0	9.0	91.0			Color : L.L. 21
1/2"	12.70	384.0	9.2	90.8			L.P. 18
3/8"	9.525	222.0	5.3	94.7			I.P. 3
1/4"	6.350						CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)
Nº 4	4.750	726.0	17.4	82.6	47.6		CLASIFI. SUCS : GM
Nº 8	2.360						Observaciones:
Nº 10	2.000	402.0	9.7	90.3	37.9		MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
Nº 16	1.190						CEMENTO PORTLAND - 3.0% +
Nº 20	0.850	250.0	6.0	94.0	31.9		CAUCHO - 3.0%
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420	324.0	7.8	92.2	24.1		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	100.0	2.4	97.6	21.7		
Nº 80	0.180						
Nº 100	0.150	96.0	2.3	97.7	19.4		
Nº 200	0.074	124.0	3.0	97.0	16.4		
FONDO		680.0	16.4	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES; ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.

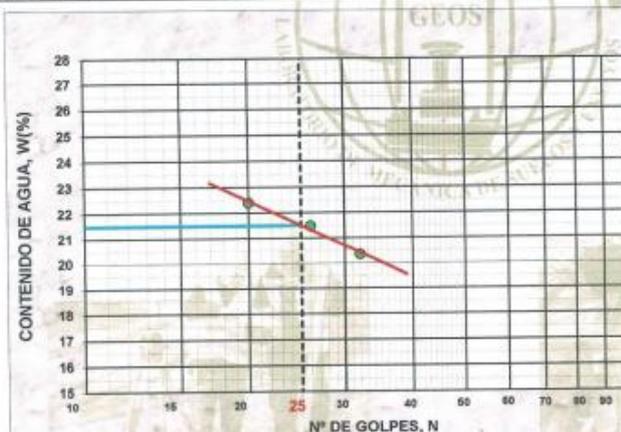


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 19/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

LIMITE LIQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	23	24	25
Peso del suelo húmedo + deposito	43.50	43.80	43.90
Peso del suelo seco + deposito	41.05	40.93	41.10
Peso del agua	2.45	2.67	2.80
Peso del deposito	29.00	28.50	28.60
Peso del suelo seco	12.05	12.43	12.50
Contenido de agua (w%)	20.33	21.48	22.40
Numero de golpes, n	32	26	20

LIMITE PLASTICO (LP)		ASTM D4318-18		OBSERVACIONES:
Numero del deposito	C	D		
Peso del suelo húmedo + deposito	40.00	41.00		MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO
Peso del suelo seco + deposito	38.17	40.07		
Peso del agua	0.83	0.93		CEMENTO PORTLAND - 3.0% + CAUCHO - 3.0%
Peso del deposito	34.70	35.00		
Peso del suelo seco	4.47	5.07		
Contenido de agua (w%)	18.57	18.34		
Promedio de %:	18.57	18.34		



LL =	21
LP =	18
L.P. =	3

OBSERVACIONES:

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HANIRA AREICY
 SANDRA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 20/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE 2,130 cm ³				MOLDE N°:.....1.....
Ensayo	1	2	3	4	
Peso molde + suelo (gr)	8300	8480	8658	8600	
Peso molde (gr)	3778	3778	3778	3778	
Peso suelo compactado (gr)	4522	4702	4880	4822	
Densidad humeda (gr)	2.123	2.208	2.291	2.264	
Recipiente Numero	1	2	3	4	
Peso suelo humedo + tara (gr)	652.7	689.2	526.3	590.8	
Peso suelo seco + tara (gr)	640.4	667.9	503.7	555.9	
Peso del agua (gr)	12.3	21.3	22.6	34.9	
Peso del recipiente (gr)	125.4	129.6	128.5	130.6	
Peso del suelo seco (gr)	515.0	538.3	375.2	425.3	
Contenido de agua (%)	2.4	4.0	6.0	8.2	
Humedad promedio (%)	2.4	4.0	6.0	8.2	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.073	2.124	2.161	2.092	

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.161** gr/cc CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **6.00 %**



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 WAKRA AREICUY
 SAN DIANA CHIROQUE
 INGENIERA DE OLOGIA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios
OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL
 Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH, JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 24/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1863-16

Cond. de la muestra	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capas	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12727	12899	12341	12533	12342	12581
Peso de molde (gr)	7943	7943	7650	7650	7838	7838
Peso del suelo húmedo (gr)	4784	4956	4691	4883	4504	4743
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.247	2.326	2.206	2.297	2.117	2.229
Humedad (%)	6.00	5.71	5.73	6.19	6.54	6.94
Densidad seca (gr/cm ³)	2.140	2.202	2.086	2.163	2.006	2.094
Tarro N°	1		2		3	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	549.2	515.1	534.1	541.1	527.1	514.2
Tarro + Suelo seco (gr)	529.1	494.2	512.1	517.1	506.2	489.1
Peso del Agua (gr)	20.1	20.9	22.0	24.0	20.9	25.1
Peso del tarro (gr)	126.8	128.2	128.2	129.2	129.2	127.3
Peso del suelo seco (gr)	402.3	386.0	383.9	387.9	377.0	361.6
Humedad (%)	5.00	5.71	5.73	6.19	6.54	6.94
Promedio de Humedad (%)	5.00	5.71	5.73	6.19	6.54	6.94

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/09/2023	5:20:00										
21/09/2023	5:20:00	24	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.767	0.6
22/09/2023	5:20:00	48	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9
23/09/2023	5:20:00	72	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2
24/09/2023	5:20:00	96	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2	5.00	1.967	1.5

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		317	16.1			220	11.2			127	6.4		
0.050		785	39.8			501	25.4			423	21.5		
0.075		1030	52.3			856	43.5			619	31.4		
0.100	70.3	1325	67.3	72.0	102.4	1123	57.0	65.60	78.9	896	45.6	44.00	62.6
0.150		2024	102.7			1545	78.4			1152	58.5		
0.200	105.5	2785	141.4	139.5	132.2	2018	102.4	104.00	98.6	1568	78.4	77.00	73.0
0.300		3585	182.0			2785	140.4						
0.400						3251	165.0						
0.500													



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HAYRA AREICY
 SOLOVIA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

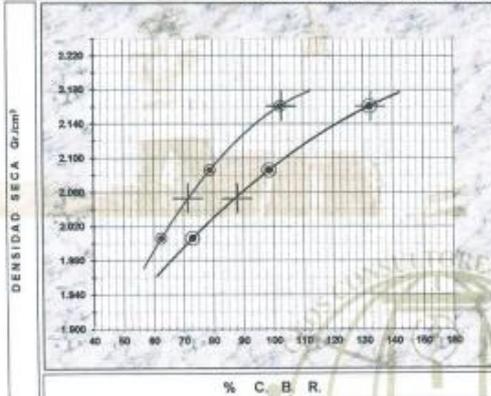
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO 081 - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA,
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M-1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCIÓN : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 24/09/2023
 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

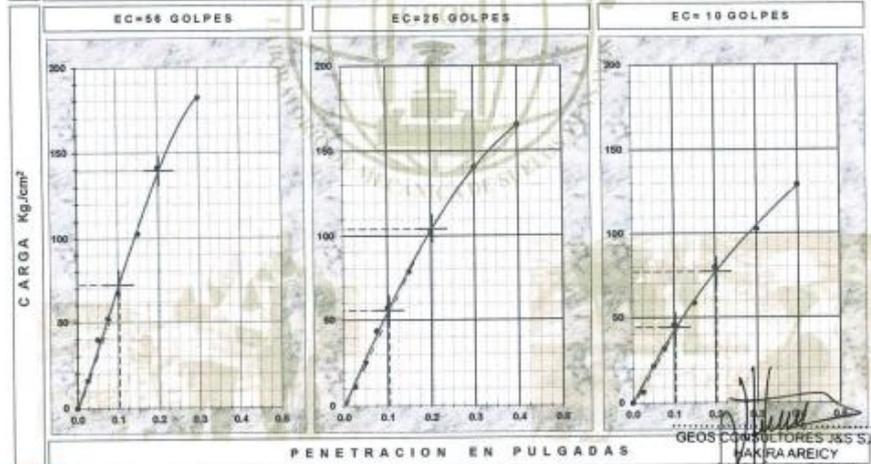
GRÁFICO DE PENETRACIÓN C.B.R.



PENETRACION A	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	102.9	132.6
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	71.5	87.9
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	49.3	61.6
DENSIDAD AL 95% de M.D.S.	2.063	

DATOS DEL PROCTOR	
Densidad Seca	2.161 gr./cm ³
Humedad Optima	6.90 %

OBSERVACIONES:
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO
 CEMENTO PORTLAND - 3.0% +
 CAUCHO - 3.0%



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 SAIKIRA AREICU
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES. VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



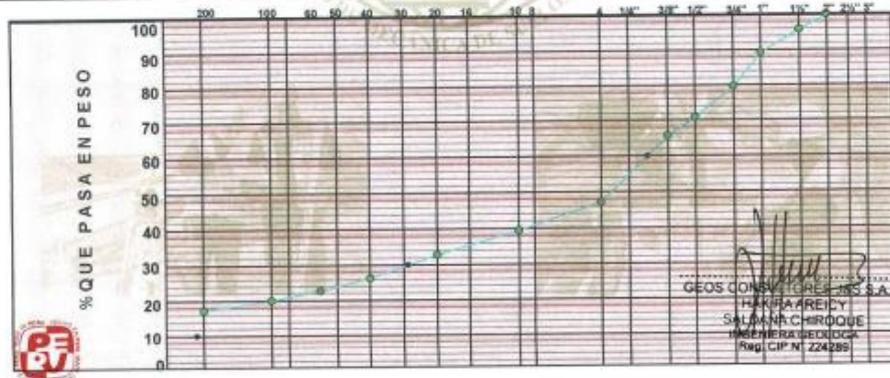
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 21/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz A	mm.	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones mín. máx.		Descripción de la Muestra
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		(%)	(%)	
4"	100.00							Peso Inicial : 5,200.0
3"	75.00							Porción de finos
2 1/2"	63.50							% de Humedad : 2.9
2"	50.80				100.0			% de Grava : 52.8
1 1/2"	38.10	220.8	4.2	4.2	95.8			% de Arena : 47.2
1"	25.40	335.4	6.5	10.7	89.3			Tamaño Máximo : 2"
3/4"	19.05	500.5	9.6	20.3	79.7			% Pasante Nº 200 : 17.2
1/2"	12.70	456.1	8.8	29.1	70.9			Color
3/8"	9.525	275.8	5.3	34.4	65.6			L.L. : 19
3/4"	6.350							L.P. : 17
Nº 4	4.750	956.3	18.4	52.8	47.2			I.P. : 2
Nº 8	2.380							CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)
Nº 10	2.000	399.4	7.7	60.5	39.5			CLASIFI. SUCS : GM
Nº 16	1.180							Observaciones:
Nº 20	0.850	345.8	6.7	67.2	32.8			MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
Nº 30	0.600							CEMENTO PORTLAND - 3.0% +
Nº 40	0.420	339.7	6.5	73.7	26.3			CAUCHO - 3.0%
Nº 50	0.300							
Nº 60	0.250	183.7	3.5	77.2	22.8			
Nº 80	0.180							
Nº 100	0.150	145.9	2.8	80.0	20.0			
Nº 200	0.074	144.0	2.8	82.8	17.2			
FONDO		896.6	17.2	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

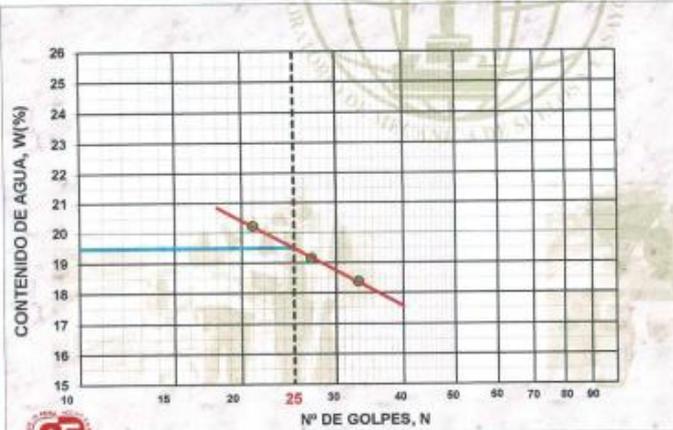
PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALA CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 22/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

LIMITE LIQUIDO (LL) ASTM D4318-18

	15	21	12
Numero del deposito	15	21	12
Peso del suelo húmedo + deposito	41.23	40.89	42.79
Peso del suelo seco + deposito	39.05	38.48	40.09
Peso del agua	2.18	2.41	2.70
Peso del deposito	27.18	25.89	26.74
Peso del suelo seco	11.87	12.59	13.35
Contenido de agua (w%)	18.37	19.14	20.22
Numero de golpes, n	33	27	21

LIMITE PLASTICO (LP) ASTM D4318-18

	1	6	
Numero del deposito	1	6	
Peso del suelo húmedo + deposito	38.52	39.65	OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO CEMENTO PORTLAND - 3.0% + CAUCHO - 3.0%
Peso del suelo seco + deposito	37.50	38.59	
Peso del agua	1.02	1.06	
Peso del deposito	31.56	32.42	
Peso del suelo seco	5.94	6.17	
Contenido de agua (w%)	17.17	17.18	
Promedio de %:	17.17	17.18	



LL =	19
LP =	17
I.P. =	2

OBSERVACIONES:



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 MARIANA AREICY SALDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
 ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
 EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



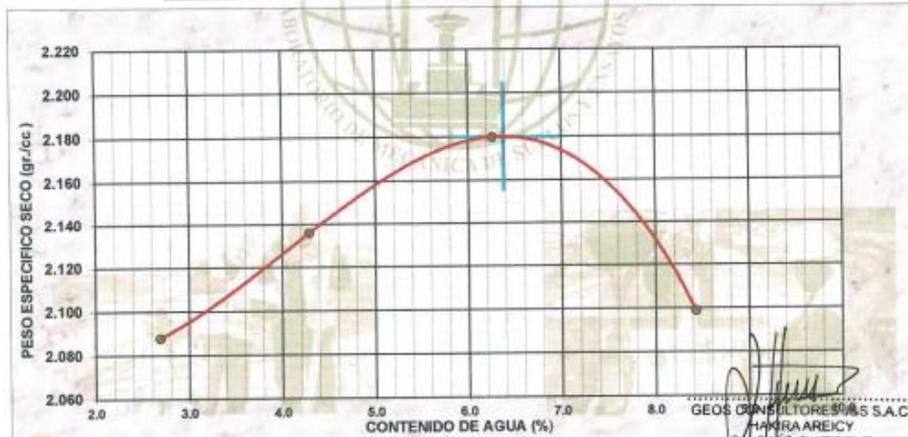
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO BM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA: M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.
 FECHA DE ENSAYO : 25/09/2023

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE	2,130 cm ³	MOLDE Nº:.....1
Ensayo	1	2	3
Peso molde + suelo (gr)	8345	8523	8712
Peso molde (gr)	3778	3778	3778
Peso suelo compactado (gr)	4567	4745	4934
Densidad húmeda (gr)	2.144	2.228	2.316
Recipiente Numero	4	5	2
Peso suelo húmedo + tara (gr)	589.6	612.7	558.6
Peso suelo seco + tara (gr)	577.6	592.7	533.2
Peso del agua (gr)	12.0	20.0	25.4
Peso del recipiente (gr)	131.4	126.8	127.3
Peso del suelo seco (gr)	446.2	465.9	405.9
Contenido de agua (%)	2.7	4.3	6.3
Humedad promedio (%)	2.7	4.3	6.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.088	2.136	2.180

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.180** gr/cc CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **6.38 %**



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HARRA AREICY
 SALLANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224285



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 25/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1	2	3	4	5	6
N° Capas	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	10	10	10	10
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12886	12987	12423	12537	12425	12534
Peso de molde (gr)	7943	7943	7650	7650	7836	7836
Peso del suelo húmedo (gr)	4943	5044	4773	4887	4687	4698
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.322	2.369	2.245	2.299	2.156	2.207
Humedad (%)	6.33	6.65	6.44	6.98	6.02	7.11
Densidad seca (gr/cm ³)	2.184	2.221	2.109	2.149	2.034	2.050
Tarro N°	5	9	7	4	6	1
Tarro + Suelo húmedo (gr)	558.2	545.3	585.9	600.8	602.8	584.8
Tarro + Suelo seco (gr)	530.8	519.1	539.4	570.2	576.1	554.1
Peso del Agua (gr)	25.3	26.2	26.5	30.6	26.7	30.5
Peso del tarro (gr)	131.5	125.4	127.6	131.7	132.5	124.9
Peso del suelo seco (gr)	399.4	393.7	411.8	438.5	443.6	429.2
Humedad (%)	6.33	6.65	6.44	6.98	6.02	7.11
Promedio de Humedad (%)	6.33	6.65	6.44	6.98	6.02	7.11

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2023	4:10:00										
26/09/2023	4:10:00	24	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6
27/09/2023	4:10:00	48	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6
28/09/2023	4:10:00	72	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9
29/09/2023	4:10:00	96	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		375	19.0			271	13.8			200	10.2		
0.050		831	42.2			561	28.5			501	25.4		
0.075		1089	55.3			912	46.3			705	35.8		
0.100	78.3	1367	70.4	77.0	109.5	1200	60.9	58.60	83.2	969	50.2	48.00	58.3
0.150		2091	106.1			1610	81.7			1224	62.1		
0.200	105.5	2886	146.5	143.0	135.5	2088	106.0	108.00	102.4	1629	84.2	81.00	76.8
0.300		3480	178.8			2813	142.8			2098	107.4		
0.400						3211	163.0						
0.500													



ING. RANDY JARA C.
 INGENIERA GEOLOGA
 Rg. CP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

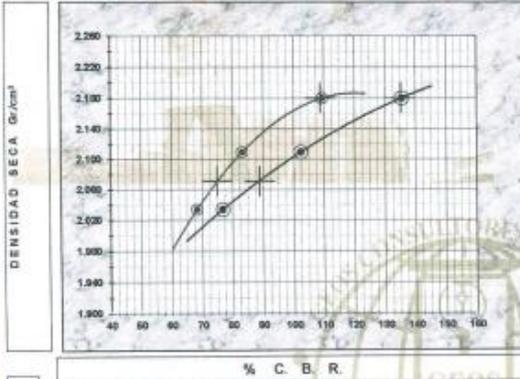
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GH - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 3% CEMENTO PORTLAND + 3% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 06/08/2023 TBC RESPONSABLE : Ing. Rosdy Jara C.
 FECHA DE ENSAYO : 26/08/2023

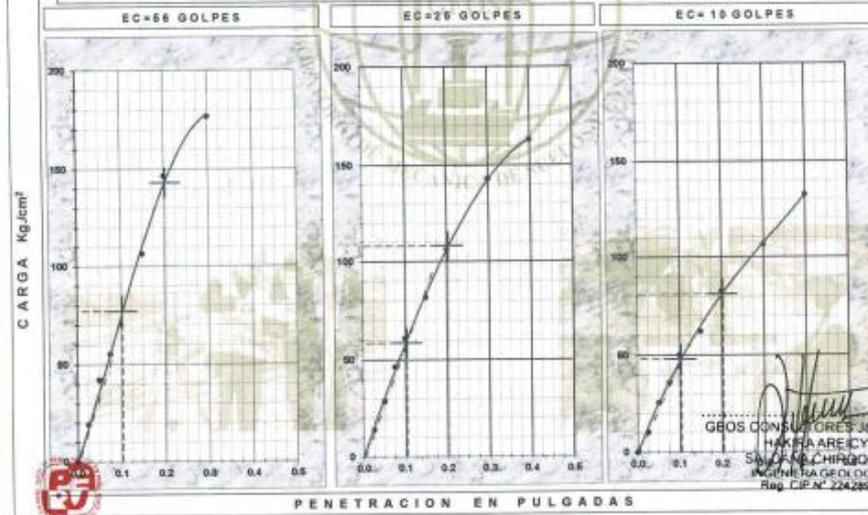
GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	108.9	135.4
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	75.2	87.9
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	54.0	68.5
DENSIDAD AL 95% de M.D.S. :	2.071	

DATOS DEL PROCTOR		
Densidad Seca	2.180	gr./cm³
Humedad Optima	6.38	%

OBSERVACIONES:
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO + CEMENTO PORTLAND - 3.0% + CAUCHO - 3.0%



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HAKHA AREICY
 S. CHIRIQUO
 INGENIERO EN GEOTECNIA
 Reg. C.P. N° 224289

Por siempre

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Meliton Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



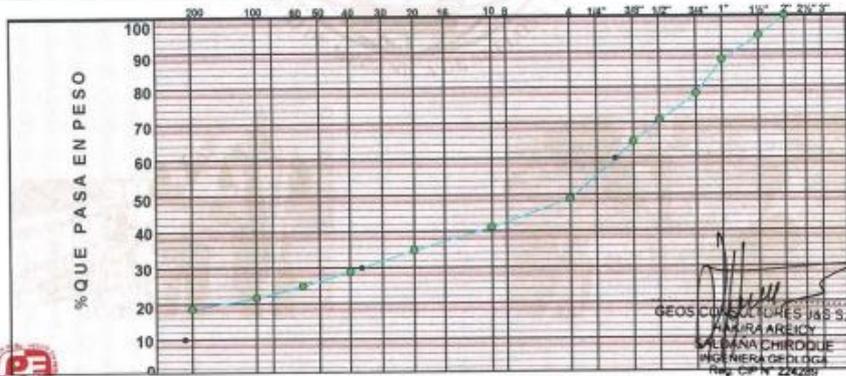
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
FECHA RECEPCION : 05/09/2023
FECHA DE ENSAYO : 18/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz Pulgada	mm.	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
4"	100.00							Peso Inicial : 5,689.0 Porción de finos : % de Humedad : 2.1 % de Grava : 51.2 % de Arena : 48.6 Tamaño Máximo : 2" % Pasante N° 200 : 18.5 Color : L.L. : 21 L.P. : 19 I.P. : 2 CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0) CLASIFI. SUCS : GM
3"	75.00				100.0			
2 1/2"	63.50							
2"	50.80							
1 1/2"	38.10	315.8	5.6	5.6	94.4			
1"	25.40	389.4	6.8	12.4	87.6			
3/4"	19.05	542.3	9.5	21.9	78.1			
1/2"	12.70	425.7	7.5	29.4	70.6			
3/8"	9.525	345.9	6.1	35.5	64.5			
5/16"	6.350							
N° 4	4.750	895.7	15.7	51.2	48.8			
N° 8	2.360	436.7	7.7	58.9	41.1			
N° 10	2.000							
N° 16	1.180							
N° 20	0.850	350.4	6.2	65.1	34.9			
N° 30	0.600							
N° 40	0.420	340.7	6.0	71.1	28.9			
N° 50	0.300							
N° 60	0.250	225.3	4.0	75.1	24.9			
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	185.9	3.3	78.4	21.6			
N° 200	0.074	175.9	3.1	81.5	18.5			
FONDO		1059.3	18.5	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

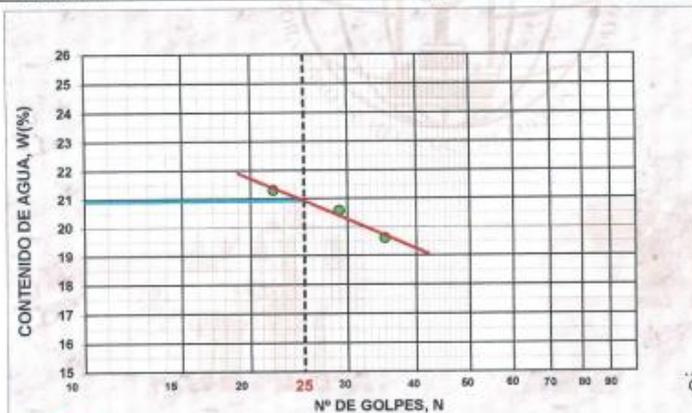
PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
MUESTRA: M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
FECHA RECEPCION : 05/09/2023
FECHA DE ENSAYO : 19/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

LIMITE LIQUIDO (LL) ASTM D4318-18

Numero del deposito	10	13	9
Peso del suelo húmedo + deposito	37.89	38.45	40.05
Peso del suelo seco + deposito	36.48	36.35	38.07
Peso del agua	1.41	2.10	1.98
Peso del deposito	29.29	28.14	28.78
Peso del suelo seco	7.19	10.21	9.29
Contenido de agua (w%)	19.61	20.57	21.31
Numero de golpes, n	35	29	22

LIMITE PLASTICO (LP) ASTM D4318-18

Numero del deposito	2	11	OBSERVACIONES:
Peso del suelo húmedo + deposito	35.23	33.79	MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO
Peso del suelo seco + deposito	34.48	33.09	
Peso del agua	0.75	0.70	CEMENTO PORTLAND - 5.0% +
Peso del deposito	30.56	29.41	
Peso del suelo seco	3.92	3.68	CAUCHO - 5.0%
Contenido de agua (w%)	19.13	19.02	
Promedio de %	19.13	19.02	



LL =	21
LP =	19
I.P. =	2

OBSERVACIONES

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
HANITA AREICY
SALDIVIA GHIROQUE
INGENIERA GEOLOGA
Reg. CIP N° 224285



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melliton Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



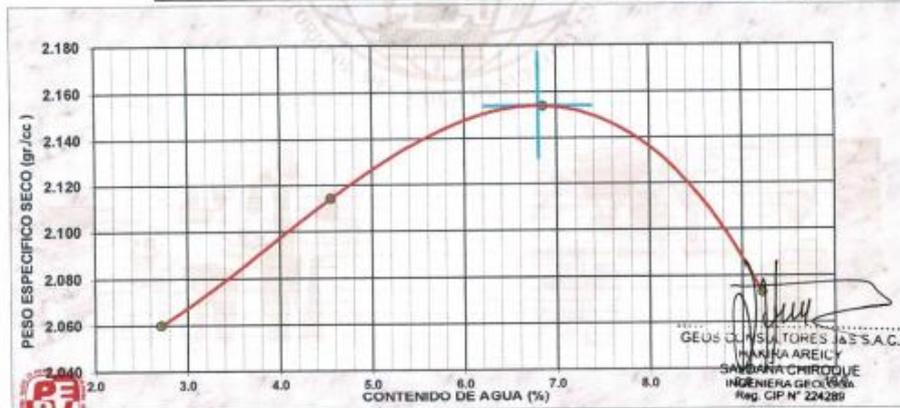
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 20/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION:.....MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE	2,130 cm ³	MOLDE Nº:.....1.....	
Ensayo	1	2	3	4
Peso molde + suelo (gr)	8285	8485	8682	8600
Peso molde (gr)	3778	3778	3778	3778
Peso suelo compactado (gr)	4507	4707	4904	4822
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.116	2.21	2.302	2.264
Recipiente Numero	1	6	8	10
Peso suelo humedo + tara (gr)	612.8	645.8	598.2	585.7
Peso suelo seco + tara (gr)	600.2	623.3	568.3	547.5
Peso del agua (gr)	12.6	22.5	29.9	38.2
Peso del recipiente (gr)	134.5	128.9	131.7	132.9
Peso del suelo seco (gr)	465.7	494.4	436.6	414.6
Contenido de agua (%)	2.7	4.6	6.9	9.2
Humedad promedio (%)	2.7	4.6	6.9	9.2
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.080	2.114	2.154	2.073

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.154** gr/cc. CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **6.80** %



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 MANUELA ARECIBY
 SARAÑA CHIROQUE
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M -1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 8% CEMENTO PORTLAND + 8% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 24/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16

Molde N°	4		5		6	
	5		5		5	
N° Capas						
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12750	12855	12385	12556	12130	12352
Peso de molde (gr)	7851	7851	7745	7745	7698	7698
Peso del suelo húmedo (gr)	4899	5004	4640	4811	4432	4654
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2128	2128	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.301	2.350	2.183	2.263	2.063	2.187
Humedad (%)	7.05	7.59	6.96	7.71	6.86	8.03
Densidad seca (gr/cm ³)	2.149	2.184	2.041	2.101	1.949	2.024
Tarro N°	8	12	16	11	10	4
Tarro + Suelo húmedo (gr)	515.7	513.7	625.9	586.7	596.3	523.9
Tarro + Suelo seco (gr)	490.3	486.8	593.7	554.5	566.7	484.7
Peso del Agua (gr)	25.4	26.9	32.2	32.2	29.6	29.2
Peso del tarro (gr)	129.8	132.6	130.8	136.7	134.9	131.1
Peso del suelo seco (gr)	380.5	354.2	462.9	417.8	431.8	363.6
Humedad (%)	7.05	7.59	6.96	7.71	6.86	8.03
Promedio de Humedad (%)	7.05	7.59	6.96	7.71	6.86	8.03

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/09/2023	3:25:00	24	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6
21/09/2023	3:25:00	48	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6
22/09/2023	3:25:00	72	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9
24/09/2023	3:25:00	96	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	4.00	1.574	1.2

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		326	16.5			255	12.9			168	8.5		
0.050		698	35.4			543	27.6			388	19.6		
0.075		1100	55.8			878	44.6			748	38.0		
0.100	70.3	1550	78.7	79.5	113.1	1150	58.4	58.50	83.2	975	49.5	48.00	68.3
0.150		2250	114.2			1528	77.5			1250	63.5		
0.200	105.5	2785	141.4	140.3	133.0	2154	109.3	108.00	**	1800	91.4	90.00	85.3
0.300		3480	176.6			2915	148.0			2450	124.5		
0.400		3850	195.4			3300	167.5			3100	157.5		
0.500													



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melliton Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

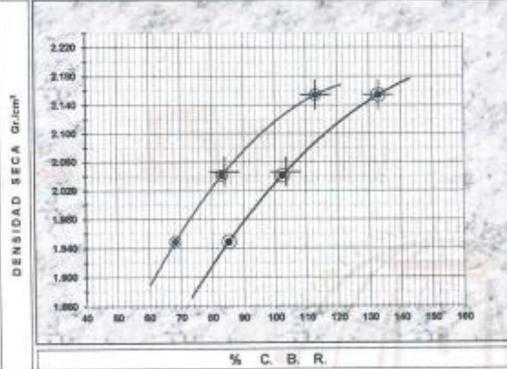
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : SACH, JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/08/2023
 FECHA DE ENSAYO : 24/08/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Ransly Jara C.

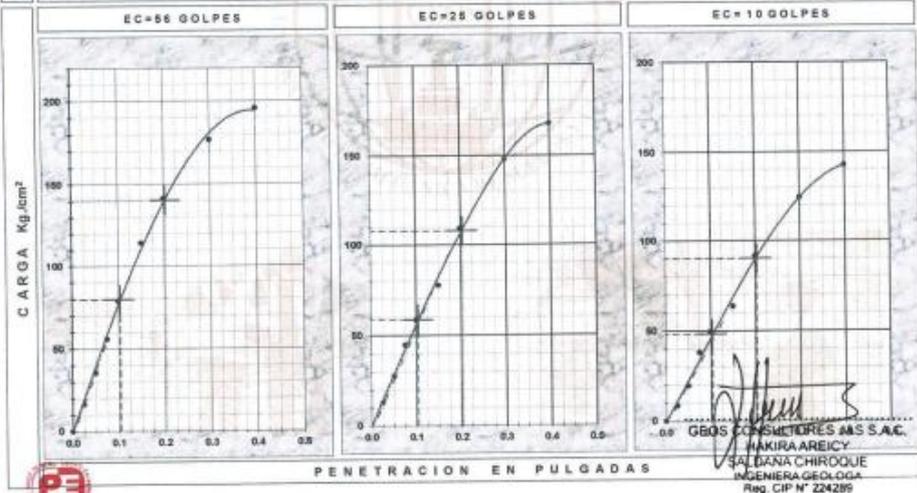
GRAFICO DE PENETRACION C.B.R.



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	113.0	133.0
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	84.1	103.5
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	66.0	85.2
DENSIDAD AL 95% de M.D.S.	2.046	

DATOS DEL PROCTOR		
Densidad Seca	2.154	gr/cm ³
Humedad Optima	6.80	%

OBSERVACIONES:
 OBSERVACIONES:
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO + CEMENTO PORTLAND - 5.0% + CAUCHO - 5.0%



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 ALIANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLÓGICA
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



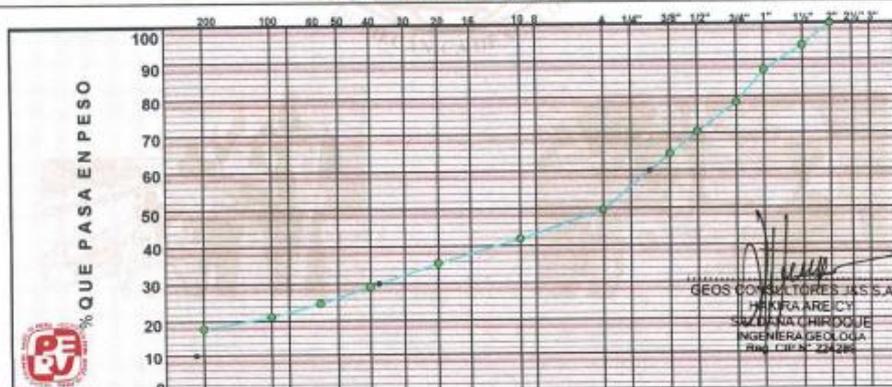
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCIÓN : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 21/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz #E	Material retenido Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
					min. (%)	máx. (%)	
Pulgada	mm.						
4"	100.00						Peso Inicial : 6,100.0
3"	75.00						Porción de finos : 2.1
2 1/2"	63.50						% de Humedad : 50.4
2"	50.80			100.0			% de Grava : 49.6
1 1/2"	38.10	365.0	6.0	8.0	94.0		Tamaño Máximo : 2"
1"	25.40	401.4	6.6	12.6	87.4		% Pasante N° 200 : 18.0
3/4"	19.05	550.7	9.0	21.6	78.4		Color :
1/2"	12.70	479.3	7.9	29.5	70.5		L.L. : 22
3/8"	9.525	368.4	6.0	35.5	64.5		L.P. : 19
5/16"	8.350						I.P. : 3
N° 4	4.750	910.9	14.9	50.4	49.6		CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)
N° 6	2.360						CLASIFI. SUCS : GM
N° 10	2.000	465.3	7.6	58.0	42.0		Observaciones:
N° 16	1.190						MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
N° 20	0.850	398.4	6.5	64.5	35.5		CEMENTO PORTLAND - 5.0% +
N° 30	0.600						CAUCHO - 5.0%
N° 40	0.420	385.7	6.3	70.8	29.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	275.9	4.5	75.3	24.7		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	220.9	3.6	78.9	21.1		
N° 200	0.074	189.4	3.1	82.0	18.0		
FONDO		1164.1	18.0	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HIRKA ARECY
 SUIZUANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 RUC. 17040234284

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.

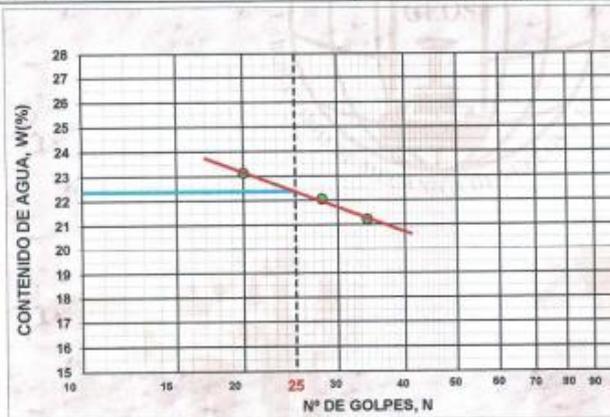


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 22/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

LIMITE LIQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	5	8	9
Peso del suelo húmedo + deposito	35.45	34.19	36.75
Peso del suelo seco + deposito	34.27	32.69	35.02
Peso del agua	1.18	1.50	1.73
Peso del deposito	28.71	25.89	27.54
Peso del suelo seco	5.56	6.80	7.48
Contenido de agua (w%)	21.22	22.06	23.13
Numero de golpes, n	34	28	20

LIMITE PLASTICO (LP)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	6	11	
Peso del suelo húmedo + deposito	31.25	29.89	OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO CEMENTO PORTLAND - 5.0% + CAUCHO - 5.0%
Peso del suelo seco + deposito	30.71	29.74	
Peso del agua	0.54	0.15	
Peso del deposito	27.89	28.96	
Peso del suelo seco	2.62	0.78	
Contenido de agua (w%)	19.15	19.23	
Promedio de %	19.15	19.23	



LL =	22
LP =	19
I.P. =	3

OBSERVACIONES:

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 RAFAEL ARECIBY
 SARDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224285



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 25/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE	2,130 cm ³	MOLDE N°:..... 1	
Ensayo	1	2	3	4
Peso molde + suelo (gr)	8256	8468	8657	8555
Peso molde (gr)	3778	3778	3778	3778
Peso suelo compactado (gr)	4478	4690	4879	4777
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.102	2.202	2.291	2.243
Recipiente Numero	7	4	13	18
Peso suelo humedo + tara (gr)	590.4	645.7	632.9	499.7
Peso suelo seco + tara (gr)	579.2	623.9	602.5	469.0
Peso del agua (gr)	11.2	21.8	30.4	30.7
Peso del recipiente (gr)	141.8	139.7	148.1	128.6
Peso del suelo seco (gr)	437.4	484.2	454.4	340.4
Contenido de agua (%)	2.6	4.5	6.7	9.0
Humedad promedio (%)	2.6	4.5	6.7	9.0
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.050	2.107	2.147	2.057

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.147** gr/cc CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **6.65 %**



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 INGENIERA GEOLOGA
 SALVANA CHIROQUE
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 29/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16

	4		5		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	4		5		6	
N° Capas	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12725	12838	12423	12576	12200	12300
Peso de molde (gr)	7851	7851	7745	7745	7698	7698
Peso del suelo húmedo (gr)	4874	4987	4678	4831	4502	4602
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.289	2.342	2.200	2.272	2.116	2.163
Humedad (%)	6.76	7.08	6.67	7.31	6.85	7.69
Densidad seca (gr/cm ³)	2.144	2.187	2.062	2.117	1.980	2.009
Tarro N°	2	3	7	4	1	5
Tarro + Suelo húmedo (gr)	545.3	565.2	511.9	498.6	578.2	544.3
Tarro + Suelo seco (gr)	518.6	536.5	488.2	474.3	560.0	515.8
Peso del Agua (gr)	26.5	28.7	23.7	24.3	28.2	28.5
Peso del tarro (gr)	126.5	131.4	132.9	141.7	138.6	145.3
Peso del suelo seco (gr)	392.3	405.1	355.3	332.6	411.4	370.5
Humedad (%)	6.76	7.08	6.67	7.31	6.85	7.69
Promedio de Humedad (%)	6.76	7.08	6.67	7.31	6.85	7.69

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2023	5:45:00										
26/09/2023	5:45:00	24	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6
27/09/2023	5:45:00	48	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6
28/09/2023	5:45:00	72	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9
29/09/2023	5:45:00	96	2.00	0.787	0.6	3.00	1.180	0.9	3.00	1.180	0.9

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		345	17.5			295	15.0			223	11.3		
0.050		726	36.9			615	31.2			450	22.8		
0.075		1148	58.3			910	46.2			750	38.1		
0.100	70.3	1600	81.2	82.0	116.6	1185	60.2	62.00	88.2	985	50.0	50.00	71.1
0.150		2281	115.8			1701	86.3			1300	66.0		
0.200	105.5	2812	142.7	143.0	135.5	2223	112.8	113.00		1845	93.7	93.00	88.2
0.300		3510	178.2			2996	152.1			2493	125.5		
0.400		3945	200.3			3210	162.9			2859	143.5		
0.500													

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 LINDA ARECIBY
 S.A. DINA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia

Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

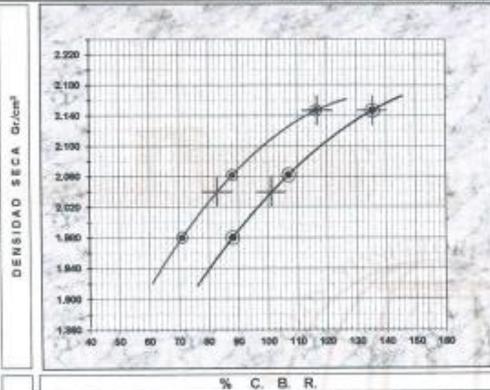
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDÁ MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 5% CEMENTO PORTLAND + 5% CAUCHO
 FECHA RECEPCIÓN : 04/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 28/09/2023
 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

GRAFICO DE PENETRACION C. B. R.



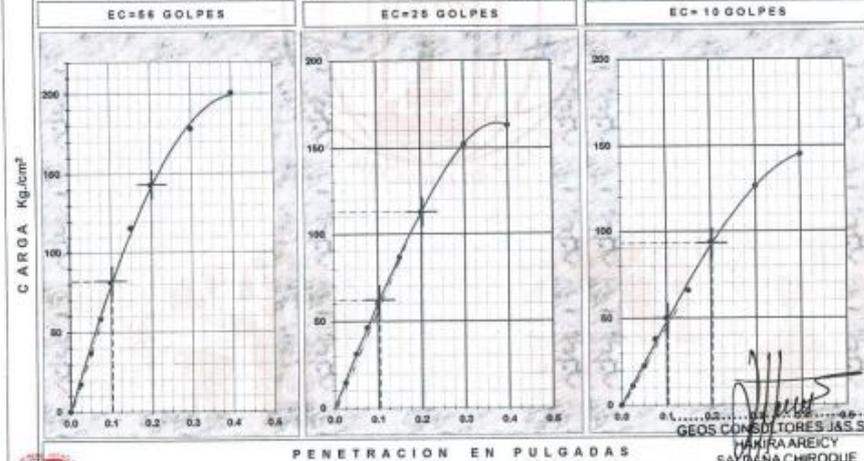
PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	117.8	135.5
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	83.0	101.2
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	62.5	79.5
DENSIDAD AL 95% de M.D.S.	2.040	

DATOS DEL PROCTOR

Densidad Seca	2.147	gr./cm³
Humedad Optima	6.55	%

OBSERVACIONES:

OBSERVACIONES:
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
 CEMENTO PORTLAND - 5.0% +
 CAUCHO - 5.0%



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HANIRA AREICY
 SAYDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



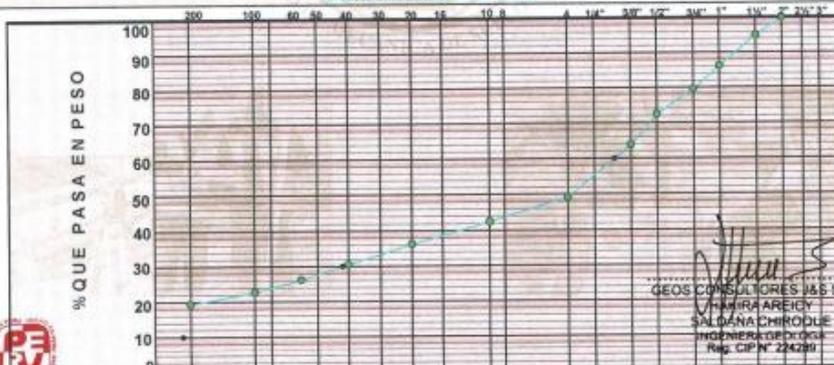
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 18/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz Æ	mm.	Material retenido			Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
		Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)		min. (%)	máx. (%)	
4"	100.00							Peso Inicial : 6,350.0
3"	75.00							Porción de finos : 2.9
2 1/2"	63.50				100.0			% de Humedad : 50.8
2"	50.80							% de Grava : 49.2
1 1/2"	38.10	325.6	5.1	5.1	94.9			Tamaño Máximo : 2"
1"	25.40	535.3	8.7	13.8	86.2			% Pasante N° 200 : 19.4
3/4"	19.05	420.1	6.6	20.4	79.6			Color :
1/2"	12.70	459.7	7.2	27.6	72.4			L.L. : 21
3/8"	9.525	545.3	8.6	36.2	63.8			L.P. : 19
1/4"	6.350							I.P. : 2
N° 4	4.750	925.0	14.6	50.8	49.2			CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)
N° 8	2.360							CLASIFI. SUCS : GM
N° 10	2.000	425.3	6.7	57.5	42.5			Observaciones:
N° 16	1.190							MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
N° 20	0.850	393.4	6.2	63.7	36.3			CEMENTO PORTLAND - 7.0% +
N° 30	0.600							CAUCHO - 7.0%
N° 40	0.420	370.5	5.8	69.5	30.5			
N° 50	0.300							
N° 60	0.250	275.6	4.3	73.8	26.2			
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	221.4	3.5	77.3	22.7			
N° 200	0.074	207.3	3.3	80.6	19.4			
FONDO		1,225.5	19.4	100.0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 YIMARA AREDIZ
 SALMENA CHIRODIE
 INGENIERO DE O.C.
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.

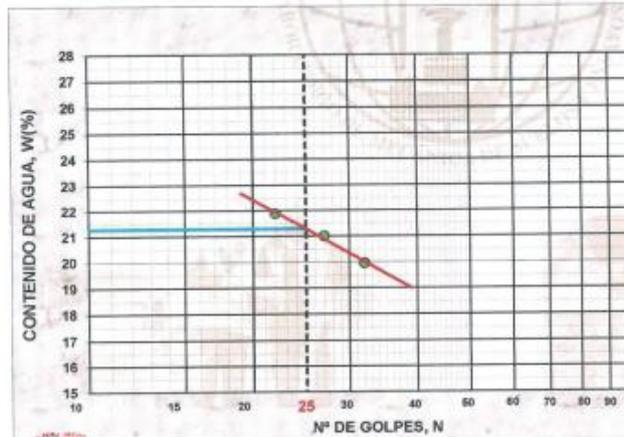


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - FTAPA IV - ATF - I IMA - I IMA 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 19/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

LIMITE LIQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	14	19	20
Peso del suelo húmedo + deposito	31.12	30.18	28.79
Peso del suelo seco + deposito	30.31	29.59	28.21
Peso del agua	0.81	0.59	0.58
Peso del deposito	26.25	26.78	25.56
Peso del suelo seco	4.06	2.81	2.65
Contenido de agua (w%)	19.95	21.00	21.89
Numero de golpes, n	32	27	22

LIMITE PLASTICO (LP)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	15	17	
Peso del suelo húmedo + deposito	31.12	28.79	OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
Peso del suelo seco + deposito	30.04	28.20	
Peso del agua	1.08	0.59	CEMENTO PORTLAND - 7.0% +
Peso del deposito	24.45	25.18	
Peso del suelo seco	5.59	3.02	CAUCHO - 7.0%
Contenido de agua (w%)	19.32	19.54	
Promedio de %	19.32	19.54	



LL =	21
LP =	19
L.P. =	2

OBSERVACIONES:

[Signature]
 GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 JANIRA AREICY
 SALTANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



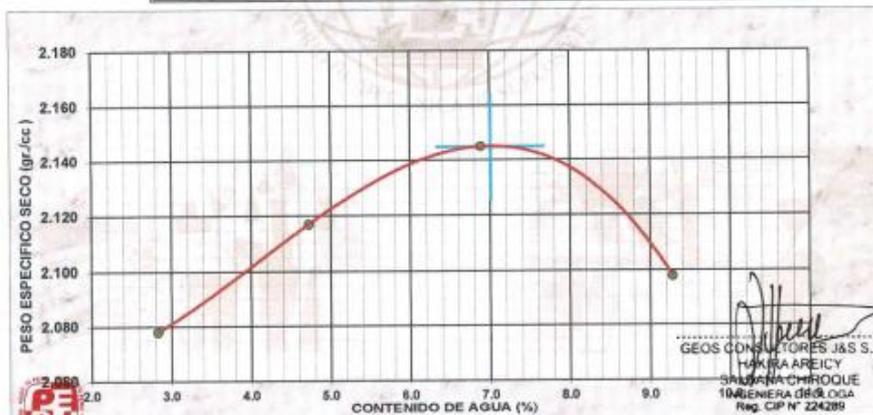
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV
 - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 20/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE	2,130 cm ³	MOLDE N°: 1	
Ensayo	1	2	3	4
Peso molde + suelo (gr)	8330	8500	8662	8663
Peso molde (gr)	3778	3778	3778	3778
Peso suelo compactado (gr)	4552	4722	4884	4885
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.137	2.217	2.293	2.293
Recipiente Numero	8	10	2	4
Peso suelo humedo + tara (gr)	509.8	600.2	550.7	563.2
Peso suelo seco + tara (gr)	499.3	579.2	525.3	527.1
Peso del agua (gr)	10.5	21.0	25.4	36.1
Peso del recipiente (gr)	128.9	134.7	156.3	138.2
Peso del suelo seco (gr)	370.4	444.5	369.0	388.9
Contenido de agua (%)	2.8	4.7	6.9	9.3
Humedad promedio (%)	2.8	4.7	6.9	9.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.078	2.117	2.145	2.098

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.145** gr/cc | CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **7.00** %



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 RANDEY JARA ARECIBY
 INGENIERO CIVIL
 104896764
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA: LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 1 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 24/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16

Molde N°	7		8		9	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12870	12950	12600	12700	12285	12450
Peso de molde (gr)	7954	7954	7889	7889	7770	7770
Peso del suelo húmedo (gr)	4916	4996	4711	4811	4515	4680
Volumen del molde (cm ³)	2131	2131	2133	2133	2130	2130
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.307	2.344	2.209	2.256	2.120	2.197
Humedad (%)	7.28	7.50	7.03	7.73	6.95	7.93
Densidad seca (gr/cm ³)	2.150	2.180	2.064	2.094	1.982	2.036
Tarro N°	4	5	7	2	6	9
Tarro + Suelo húmedo (gr)	500.5	489.4	556.3	580.7	523.4	555.6
Tarro + Suelo seco (gr)	475.0	464.3	528.0	557.1	497.6	524.0
Peso del Agua (gr)	25.5	25.1	28.3	32.6	25.6	31.6
Peso del tarro (gr)	124.6	129.8	125.4	135.6	129.7	125.3
Peso del suelo seco (gr)	350.4	334.5	402.6	421.5	368.1	388.7
Humedad (%)	7.28	7.50	7.03	7.73	6.95	7.93
Promedio de Humedad (%)	7.28	7.50	7.03	7.73	6.95	7.93

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/09/2023	3:15:00										
21/09/2023	3:15:00	24			1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	
22/09/2023	3:15:00	48			1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	
23/09/2023	3:15:00	72	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3
24/09/2023	3:15:00	96	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		398	20.2			335	17.0			265	13.5		
0.050		820	41.6			705	35.8			535	27.2		
0.075		1315	68.8			1060	53.8			845	42.9		
0.100	70.3	1750	88.8	91.0	129.4	1450	73.6	73.00	103.8	1086	55.1	56.00	79.6
0.150		2450	124.4			2000	101.5			1555	78.9		
0.200	105.5	3100	157.4	161.0	152.6	2510	127.4	132.00	125.1	2145	107.00	107.00	101.4
0.300		4040	205.1			3389	172.0						
0.400		4400	223.4			3700	187.6						



ING. RANDY JARA C.
 GERENTE GENERAL
 GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 MANARA ARECY
 SALDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

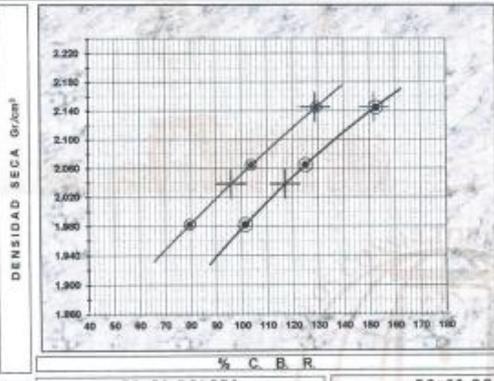
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS
 MUESTRA : M - 1
 FECHA RECEPCION : 06/06/2023
 FECHA DE ENSAYO : 24/06/2023
 CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C

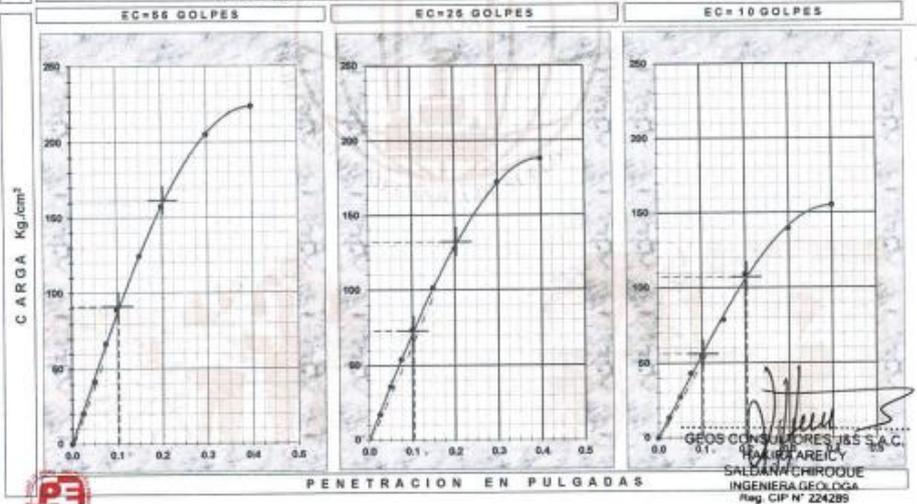
GRAFICO DE PENETRACION C.B.R.



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	129.0	152.0
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	96.0	117.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	88.0	89.0
DENSIDAD AL 95% de M.D.S.	2.038	

DATOS DEL PROCTOR		
Densidad Seca	2.145	gr./cm³
Humedad Optima	7.00	%

OBSERVACIONES:
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO + CEMENTO PORTLAND - 7.0% + CAUCHO - 7.0%



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 ING. RAYDY JARA C.
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima
 Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804
 E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES. ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES. SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES. VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



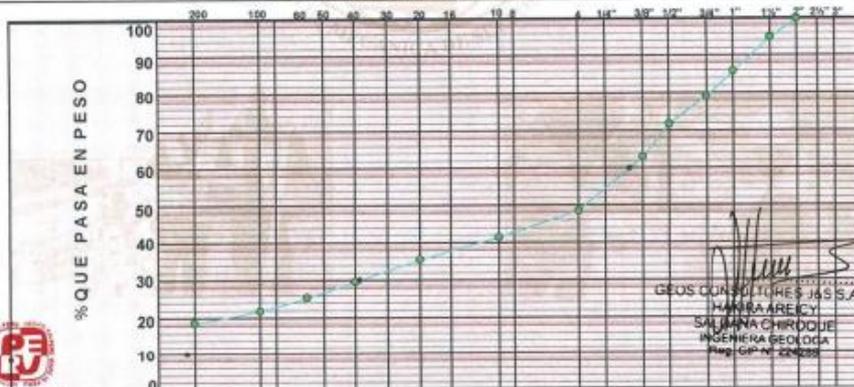
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA: M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 21/09/2023 TEC. RESPONSABLE Ing. Randy Jara C.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

Tamiz #	Material retenido Peso (g)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Material Pasante (%)	Especificaciones		Descripción de la Muestra
					min. (%)	máx. (%)	
Pulgada	mm.						
4"	100.00						Peso Inicial : 6,500.0
3"	75.00						Porción de finos : 2.0
2 1/2"	63.50						% de Humedad : 2.0
2"	50.80			100.0			% de Grava : 51.5
1 1/2"	38.10	341.2	5.2	5.2	94.8		% de Arena : 48.5
1"	25.40	585.6	9.0	14.2	85.8		Tamaño Máximo : 2"
3/4"	19.05	436.8	6.7	20.9	79.1		% Pasante N° 200 : 18.6
1/2"	12.70	479.3	7.4	28.3	71.7		Color :
3/8"	9.525	568.7	8.7	37.0	63.0		L.L. : 21
3/16"	6.350						L.P. : 19
N° 4	4.750	945.3	14.5	51.5	48.5		I.P. : 2
N° 8	2.360						CLASIFI. AASHTO : A-1-b (0)
N° 10	2.000	459.6	7.1	58.6	41.4		CLASIFI. SUCS : GM
N° 16	1.190						Observaciones:
N° 20	0.850	388.3	6.0	64.6	35.4		MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
N° 30	0.600						CEMENTO PORTLAND - 7.0% +
N° 40	0.420	375.6	5.8	70.4	29.6		CAUCHO - 7.0%
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	281.9	4.3	74.7	25.3		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	225.7	3.5	78.2	21.8		
N° 200	0.074	210.3	3.2	81.4	18.6		
FONDO		1,201.7	18.6	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALA CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 22/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

LIMITE LIQUIDO (LL)		ASTM D4318-18	
Numero del deposito	4	12	2
Peso del suelo húmedo + deposito	32.58	31.89	33.48
Peso del suelo seco + deposito	31.45	31.04	32.71
Peso del agua	1.13	0.85	0.77
Peso del deposito	25.75	26.89	29.12
Peso del suelo seco	5.70	4.15	3.59
Contenido de agua (w%)	19.82	20.48	21.45
Numero de golpes, n	31	26	21

LIMITE PLASTICO (LP)		ASTM D4318-18		OBSERVACIONES: MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO + CEMENTO PORTLAND - 7.0% + CAUCHO - 7.0%
Numero del deposito	13	18		
Peso del suelo húmedo + deposito	33.25	34.87		
Peso del suelo seco + deposito	32.06	33.50		
Peso del agua	1.19	1.37		
Peso del deposito	26.89	26.32		
Peso del suelo seco	6.17	7.18		
Contenido de agua (w%)	19.29	19.08		
Promedio de %:	19.29	19.08		



LL =	21
LP =	19
I.P. =	2

OBSERVACIONES:

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HANIRA AREICY
 SALLAMA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
 ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
 EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES.
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



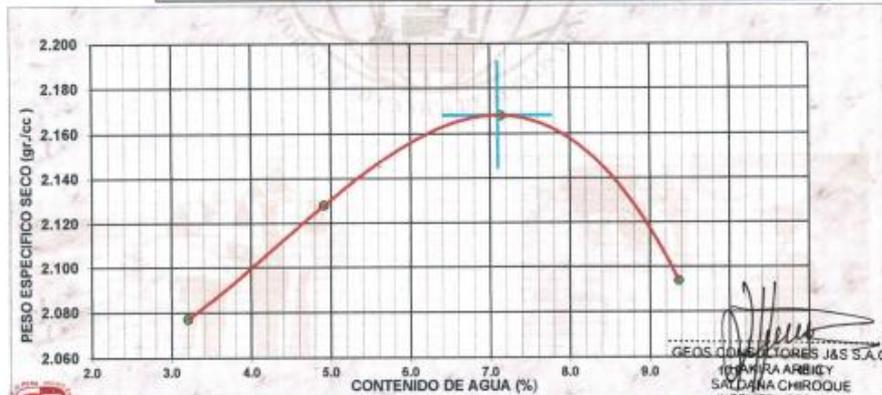
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 05/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 25/09/2023 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-16

METODO DE COMPACTACION:..... MOD. C	VOLUMEN DEL MOLDE	2,130 cm ³	MOLDE Nº:.....1.....	
Ensayo	1	2	3	4
Peso molde + suelo (gr)	8342	8535	8725	8656
Peso molde (gr)	3778	3778	3778	3778
Peso suelo compactado (gr)	4564	4757	4947	4878
Densidad humeda (gr/cm ³)	2.143	2.233	2.323	2.29
Recipiente Numero	12	11	8	4
Peso suelo humedo + tara (gr)	615.2	523.8	542.9	589.7
Peso suelo seco + tara (gr)	600.8	506.1	516.2	552.1
Peso del agua (gr)	14.4	17.7	26.7	37.6
Peso del recipiente (gr)	151.2	145.8	141.9	150.2
Peso del suelo seco (gr)	449.6	360.5	374.3	401.9
Contenido de agua (%)	3.2	4.9	7.1	9.4
Humedad promedio (%)	3.2	4.9	7.1	9.4
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.077	2.128	2.168	2.094

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.168** gr/cc CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD **7.10 %**



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 JOHANA ARBIBY
 SILDANA CHIROQUE
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP N° 224259

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDA MAVERIK BENANCIO SALAS CANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M - 2 : MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 29/09/2023 TEC. RESP : Ing. Randy Jara C.

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR - ASTM D1883-16

	4		5		6	
Nº Capas	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12796	12968	12489	12596	12260	12400
Peso de molde (gr)	7851	7851	7745	7745	7698	7698
Peso del suelo húmedo (gr)	4944	5017	4744	4851	4562	4702
Volumen del molde (cm ³)	2129	2129	2126	2126	2128	2128
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.322	2.357	2.231	2.282	2.139	2.210
Humedad (%)	7.24	7.64	7.00	7.73	7.07	7.95
Densidad seca (gr/cm ³)	2.165	2.190	2.085	2.118	1.998	2.047
Tarro Nº	1	8	9	2	3	4
Tarro + Suelo húmedo (gr)	612.3	568.7	500.9	601.3	546.3	564.1
Tarro + Suelo seco (gr)	486.1	537.4	476.7	568.6	519.2	532.0
Peso del Agua (gr)	26.2	31.3	24.2	32.7	27.1	32.1
Peso del tarro (gr)	124.3	127.8	130.8	145.3	135.9	128.3
Peso del suelo seco (gr)	361.8	406.6	346.9	423.3	383.3	403.7
Humedad (%)	7.24	7.64	7.00	7.73	7.07	7.95
Promedio de Humedad (%)	7.24	7.64	7.00	7.73	7.07	7.95

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
25/09/2023	8:10:00										
26/09/2023	8:10:00	24			1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	
27/09/2023	8:10:00	48	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3
28/09/2023	8:10:00	72	1.00	0.393	0.3	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6
29/09/2023	8:10:00	96	1.00	0.393	0.3	2.00	0.787	0.6	2.00	0.787	0.6

PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.025		365	19.5			312	15.8			250	12.7		
0.050		802	40.7			680	34.5			512	26.0		
0.075		1300	66.0			1010	51.3			800	40.0		
0.100	70.3	1670	84.8	88.0	125.1	1325	67.3	68.00	96.7	1050	52.5	55.00	78.2
0.150		2410	122.3			1900	96.4			1510	76.0		
0.200	105.5	3000	152.3	155.0	148.9	2400	121.8	125.00	118.5	2100	105.0	114.00	89.5
0.300		3950	200.5			3280	166.5			2950	147.5		
0.400		4350	220.8			3800	182.7			3480	174.0		

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 INGENIERA GEOLOGA
 Reg. CIP Nº 124289



Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACÉN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez Nº 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com



GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.

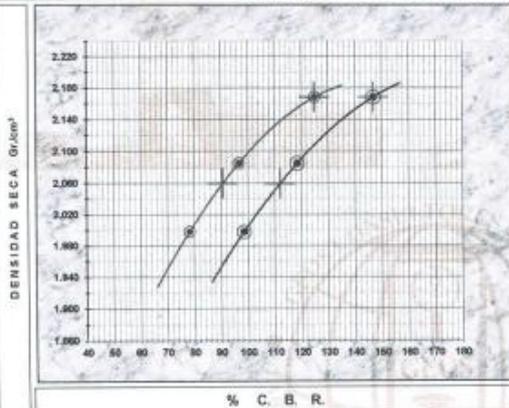
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : "LA INFLUENCIA DEL CEMENTO Y CAUCHO EN EL CBR DEL SUELO TIPO GM - COLINAS DE LA GLORIA - ETAPA IV - ATE - LIMA - LIMA, 2023"
 SOLICITANTE : BACH. JUDÁ MAVERK BENANCIO SALAS
 GANTERA : LA GLORIA - ETAPA IV
 MUESTRA : M -2
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR + 7% CEMENTO PORTLAND + 7% CAUCHO
 FECHA RECEPCION : 06/09/2023
 FECHA DE ENSAYO : 28/09/2023
 TEC. RESPONSABLE : Ing. Randy Jara C.

GRAFICO DE PENETRACION C.B.R.



PENETRACION A :	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% de M.D.S. (%) :	125.0	147.0
C.B.R. AL 95% de M.D.S. (%) :	90.7	112.0
C.B.R. AL 90% de M.D.S. (%) :	70.0	90.0
DENSIDAD AL 95% de M.D.S.	2.050	

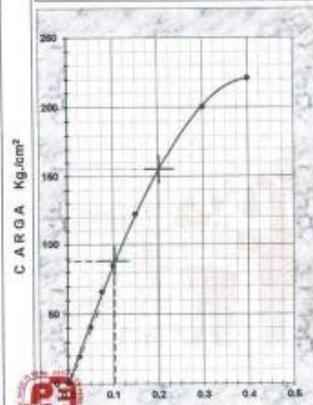
DATOS DEL PROCTOR

Densidad Seca	2.168	gr/cm ³
Humedad Optima	7.10	%

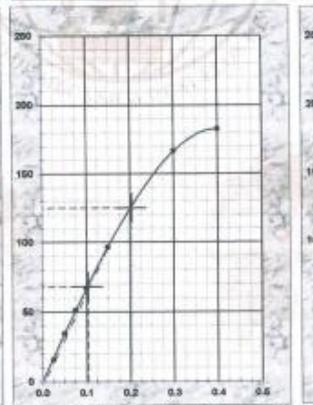
OBSERVACIONES:

OBSERVACIONES:
 MEZCLA DE SUELO GRANULAR TIPO AFIRMADO +
 CEMENTO PORTLAND - 7.0% +
 CAUCHO - 7.0%

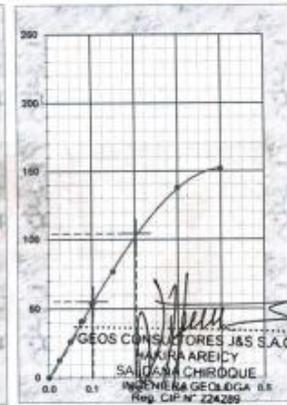
EC=55 GOLPES



EC=25 GOLPES



EC=10 GOLPES



PENETRACION EN PULGADAS



Peso autorizado

GEOS CONSULTORES J&S S.A.C.
 HANNA AREICY
 SAI DANA CHIRIQUE
 INGENIERA GEOLÓGICA I.E.
 Reg. Cof. N° 224289

Gracias por su Preferencia Confía en Dios

OFICINA Y ALMACEN CENTRAL

Calle José Melitón Rodríguez N° 120 Huáscar - Santa Anita - Lima

Cel.: 976 575 024 / 987 319 820 / 914 969 804

E-mail: GeosconsultoresJS@gmail.com

ANEXO 7 PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N°1



Fotografía N°2



Fotografía N°3



Fotografía N°4

En la fotografía N°1, N°2, N°3 y N°4, se observan las excavaciones de las calicatas de la etapa IV – CGL, para la realización de las pruebas correspondientes.



Fotografía N°5



Fotografía N°6



Fotografía N°7



Fotografía N°8

En la fotografía N°5, N°6, N°7 y N°8, se observan el tamizado y la elaboración del LL y LP adicionando el 3%, 5% y 7% de cemento + caucho al material del suelo natural.



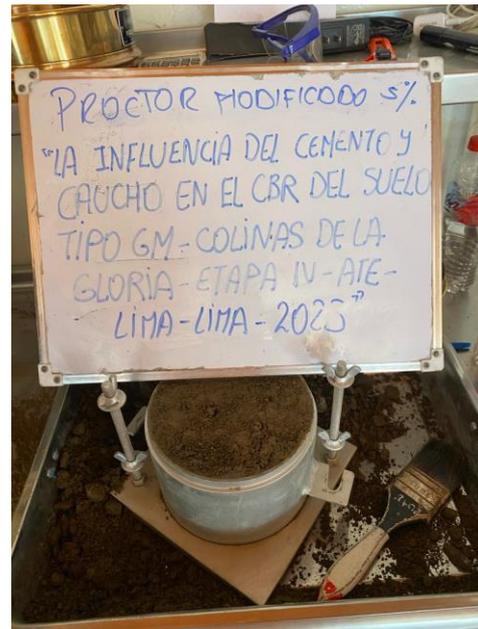
Fotografía N°9



Fotografía N°10



Fotografía N°11



Fotografía N°12

En la fotografía N°9, N°10, N°11 y N°12, se observan que se realiza el Proctor Modificado adicionando el 3%, 5% y 7% de cemento + caucho al material del suelo natural.



Fotografía N°13



Fotografía N°14



Fotografía N°15



Fotografía N°16



Fotografía N°17



Fotografía N°18



Fotografía N°19



Fotografía N°20

En la fotografía N°13 – N°20, se observan que se realiza el Proctor CBR para el valor de soporte en el suelo incluyendo el 3%, 5% y 7% de cemento + caucho al material del suelo natural.

ANEXO 8 PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

