

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
COMPORTAMIENTO ENTRE
ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS
PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES
ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022**

PRESENTADO POR:

BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías y Procesos

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

Huancayo – Perú

2022

FALSA PORTADA

ASESOR

ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO

DEDICATORIA

Dedicado a mi hermana, por el impulso emocional para lograr realizar mis metas.

A mi amiga Sofia, por ser guía inherente durante mi etapa profesional.

A mis grandes amigos, por formar mi motivación en los estudios.

Bach. Huaman Romero, Jose Saul.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la vida, por darme más motivos de decir gracias.

A mi alma mater, por aceptarme y hacerme parte de ella, en la formación como profesional.

Agradezco a mi asesor de tesis, por haberme brindado el apoyo con su capacidad y conocimiento científico.

Mi agradecimiento especial a mi gran amigo Arnold, por ser partícipe con su capacidad técnica en la presente investigación.

Bach. Huaman Romero, Jose Saul.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg. Jeannelle Sofía Herrera Montes
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza
Jurado

Ing. Nataly Lucia Córdova Zorrilla
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE	7
INDICE DE TABLAS.....	10
INDICE DE FIGURAS.....	11
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	12
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación del problema	18
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Justificación de la investigación	19
1.3.1. Justificación práctica	19
1.3.2. Justificación científica	19
1.3.3. Justificación metodológica	20
1.4. Delimitación de la investigación.....	20
1.4.1. Espacial.....	20
1.4.2. Temporal.....	21
1.4.3. Económica	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos de la investigación	21
1.6.1. Objetivo general.....	21
1.6.2. Objetivos específicos.....	22

CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Antecedentes nacionales	23
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	26
2.2. Marco conceptual	29
2.3. Definición de términos	45
2.4. Hipótesis	46
2.4.1. Hipótesis general	46
2.4.2. Hipótesis específica	47
2.5. Variables	47
2.5.1. Definición conceptual de las variables	47
2.5.2. Definición operacional de la variable	48
2.5.3. Operacionalización de variables	49
CAPÍTULO III.....	50
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	50
3.1. Método de investigación.....	50
3.2. Tipo de investigación.....	50
3.3. Nivel de la investigación.....	51
3.4. Diseño de la investigación	51
3.5. Población y muestra.....	52
3.5.1. Población	52
3.5.2. Muestra	52
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	52
3.6.1. Técnicas	53
3.6.2. Instrumentos	57
3.7. Procesamiento de la información.....	58
3.8. Técnicas y análisis de datos	63
CAPÍTULO IV	67

RESULTADOS	67
4.1. Descripción de Resultados	67
4.1.1. Consistencia del suelo	67
4.1.2. Valor de soporte del suelo.....	69
4.1.3. Grado de acidez o alcalinidad del suelo	74
4.2. Contrastación de hipótesis.....	77
4.2.1. Hipótesis específica “a”.....	77
4.2.2. Hipótesis específica “b”.....	79
4.2.3. Hipótesis específica “c”.....	81
CAPÍTULO V.....	84
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
5.1. Consistencia del suelo	84
5.2. Valor de soporte del suelo.....	85
5.3. Grado de acidez o alcalinidad del suelo.....	85
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS.....	96
Anexo N°01: Matriz de consistencia.....	97
Anexo N°03: Fichas de laboratorio y Certificados de ensayos.	99
Anexo N°04: Ficha técnica de aceite sulfonado y polímero.....	157
Anexo N°04: Registros fotográficos.....	159

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis de cemento por tipo de suelo.	32
Tabla 2. Dosis de cemento de acuerdo a la clasificación AASHTO.	34
Tabla 3. Requerimiento de cemento para los suelos arenosos horizonte B y C.	34
Tabla 4. Requerimiento promedio de cemento para los suelos limosos y arcillosos horizonte B y C.	35
Tabla 5. Características según la flexibilidad de la arcilla.....	38
Tabla 6. Clasificación de suelos de acuerdo a la dimensión de partículas	39
Tabla 7. Taxonomía de suelos según dimensión de partículas.	41
Tabla 8. Característica de subrasante según IP	43
Tabla 9. Valores de carga unitaria.	45
Tabla 10. Clasificación típica según valores de CBR.....	45
Tabla 11. Operacionalización de variables	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. mejoramiento por compactación aplicando rodillo “pata de cabra”.	30
Figura 2. Esquema de separación de capas empleando geotextil.	32
Figura 3. Mejoramiento con cemento.	32
Figura 4. Mejoramiento con Oxido de calcio.	36
Figura 5. Mejoramiento con asfalto.	37
Figura 6. Concha de abanico (arriba) y concha pico de pato (abajo).	38
Figura 7. Suelo arcilloso.	39
Figura 8. El aparato de Casagrande.	42
Figura 9. Carta de Plasticidad de Casagrande.....	43
Figura 10: Ubicación de la zona de muestreo.....	59
Figura 11: Resumen de valores alcanzados en los ensayos realizados.....	62
Figura 12: Consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.	68
Figura 13: Variación de consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.69	
Figura 14: Valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.....	71
Figura 15: Variación del valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.	72
Figura 16: Clasificación del valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.	73
Figura 17: Grado de acidez o alcalinidad del suelo, de muestras de subrasante patrón y de subrasantes mejoradas.....	75
Figura 18: Variación del grado de acidez o alcalinidad del suelo, de muestras de subrasante patrón y de subrasantes mejoradas.....	77

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Análisis granulométrico, referencia norma MTC E 107.....	160
Fotografía N° 2: Determinación del Limite Líquido, referencia de la norma MTC E 110.160	
Fotografía N° 3: Determinación del Limite Plástico; referencia de la norma MTC E 111.161	
Fotografía N° 4: Compactación del suelo en laboratorio con el uso de energía modificada, referencia de la norma MTC E 115.....	161
Fotografía N° 5: Compactación del material, dentro del molde en 5 capas, con 25 golpes, referencia de la norma MTC E 115.....	162
Fotografía N° 6: Preparación de especímenes CBR - norma MTC E 132.....	162
Fotografía N° 7: Especímenes elaborados para ensayo de CBR (antes de rotura), norma MTC E 132.....	163
Fotografía N° 8: Determinación de la resistencia del suelo, referencia de la norma MTC E 132.....	163
Fotografía N° 9: Registro de penetración de especímenes de CBR, referencia de la norma MTC E 132.....	164
Fotografía N° 10: Determinación del pH de suelos, norma MTC E129.....	164

RESUMEN

La presente tesis planteó como problema general: ¿Cuáles son los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?, siendo el objetivo general: Determinar los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022. Y como hipótesis general: Los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas son principalmente las variaciones entre plasticidad, resistencia y alteración de ph en los suelos.

El método empleado fue científico, tipo de investigación aplicado, nivel de investigación explicativa. La población: comprendida por suelos en la provincia de Huancayo, región Junín y la muestra fue no probabilística del tipo homogénea considerando a la muestra de suelo del Jr. La Unión, comprendido entre los jirones Manco Cápac y Jr. Miguel Grau – Anexo de Cochabamba, distrito de El tambo, provincia de Huancayo.

La conclusión principal: Se realizaron las respectivas evaluaciones en dosificaciones mínimas y máximas para cada estabilizador químico, teniéndose los siguientes ítems: índice de plasticidad, valor de soporte CBR y ph de suelos, conforme a los resultados, se puede afirmar que el cemento, cal y polímeros son aptos y de gran ventaja en la estabilización de suelos arcillosos.

PALABRAS CLAVES: Estabilizadores químicos, mejoramiento, subrasantes arcillosas, suelos.

ABSTRACT

This thesis raised as a general problem: What are the results between chemical stabilizers applied for the improvement of Clay subgrades, Huancayo 2022?, being the general objective: Determine the results between chemical stabilizers applied for the improvement of Clay subgrades, Huancayo 2022. And as a general hypothesis: The results between chemical stabilizers applied for the improvement of Clay subgrades are mainly the variations between plasticity, resistance and pH alteration in the soils.

The method used was scientific, type of research applied, level of explanatory research. The population: comprised of soils in the province of Huancayo, Junín region and the sample was non-probabilistic of the homogeneous type considering the soil sample of Jr. La Unión, comprised between the Manco Cápac and Jr. Miguel Grau shreds – Cochabamba Annex Chico, district of El tambo, province of Huancayo.

The main conclusion: The respective evaluations were carried out in minimum and maximum dosages for each chemical stabilizer, having the following items: plasticity index, CBR support value and soil pH, according to the results, it can be affirmed that the cement, lime and polymers are suitable and of great advantage in the stabilization of clay soils.

KEY WORDS: Chemical stabilizers, improvement, clayey subgrades, soils.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: “Análisis Comparativo Del Comportamiento Entre Estabilizadores Químicos Aplicados Para El Mejoramiento De Subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022”, nace de la problemática ¿Cuáles son los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?, por lo que busca la solución del problema en el desarrollo de teorías en las que están relacionadas con las variables estabilización de suelos arcillosos y agentes estabilizadores, por lo que es de gran importancia estudiar las características del suelo para los diferentes proyectos, este estudio es fundamental para el planteamiento de criterio que le permitan evaluar la potencialidad de un determinado tipo de estabilizador químico, además, la presencia de subrasantes deficientes es la razón por la cual se buscan métodos innovadores que busque mejorar las dificultades, por lo que uno de los procesos que se utiliza es la estabilización de suelos arcillosos incorporando diferentes agentes, donde se somete así mismo al cierto tratamiento para servir al máximo de sus cualidades, logrando que el suelo sea capaz de soportar mejor las condiciones de carga.

La investigación es de importancia, debido a que a través del análisis de la propuesta se busca determinar la mejor elección del agente estabilizador por parte del profesional responsable.

Por consecuente, se ha capitulado de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I.- El problema de investigación, se exhibe el planteamiento del problema; formulación y sistematización del problema, donde describimos al problema general con sus respectivos problemas específicos; justificación tales como práctica o social y la metodológica; delimitaciones espacial, temporal y finalmente, objetivo general y objetivos específicos.

EL CAPÍTULO II.- Se desarrolla Marco teórico, donde se contempla los antecedentes de aspectos internacionales y nacionales; marco conceptual; definición de términos; hipótesis

tanto general como las específicas y finalmente las variables las cuales ciñen la definición conceptual de la

variable, definición operacional de la variable y la operacionalización de las variables.

EL CAPÍTULO III.- Se detalla la Metodología, en el cual envuelve el método de investigación; tipo de investigación; nivel de investigación; diseño de investigación; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos; procesamientos de la información y por último las técnicas y análisis de datos.

EL CAPÍTULO IV.- Presenta el desarrollo de los Resultados, confeccionado en sustento a los problemas general y específicos, objetivos; general y específicos y las hipótesis tanto general como específicas.

EL CAPÍTULO V.- Se presenta la discusión de resultados elaborado a través de la confrontación de los resultados logrados en el presente trabajo y los resultados de los antecedentes internacionales y nacionales, donde se posicionaron como referentes para la presente investigación.

concluyentemente, se exhibe las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos

Bach. Huaman Romero, Jose Saul.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el contexto internacional, las vías desarrollan una función primordial en el desarrollo de un país, por ser parte del movimiento de la economía mundial, por ello, un deficiente soporte vial, es el fundamental actor que impide la expansión socioeconómica de un territorio. En nuestro territorio nacional, el 99% correspondiente a su red vial vecinal o rural no se encuentran pavimentadas, imposibilitando el aumento del turismo y comercio, lo cual es imprescindible para el desarrollo de las regiones (GRLL, 2017).

El estudio de las aplicaciones correspondientes a estabilizaciones químicas se empezó a contemplar entre los años 1930 y 1940; el primer registro de empleo de ceniza en pavimentación se produjo durante el año 1938, en los estados unidos, en el distrito de Santiago de Chicago, donde se hizo uso de un 20% a 50% de cenizas volantes como un sustituto del cemento de pavimento en una vía de aproximadamente media milla de una carretera local. (Terrones Cruz, 2018)

En el Perú, existe una gran tipología geológica de suelos entre ellos arcillosos que en estado natural no son recomendables para la utilización en la construcción, por

ello la normativa peruana propone mejorar un suelo haciendo uso de distintas técnicas, una de ellas es la estabilización de suelos, la cual se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos (MTC, 2013). En el proceso de mejoramiento de subrasantes lo que se busca es aumentar la capacidad de soporte y mejorar el comportamiento del suelo frente a la acción del agua. La estabilización de suelos con estabilizadores corresponde a soluciones prácticas. (Terrones Cruz, 2018)

A nivel local existen estudios en el que se utilizan diferentes estabilizantes de los suelos, para la construcción de los pavimentos y afirmados, el cual es contar con suelos con una inadecuada subrasante, cuyo CBR sea menor al 6%, estos necesitan ser estabilizados o mejorados, antes de que se cimiente sobre ellos. Según el terreno y lugar donde se encuentre el estudio del suelo de subrasante se utilizan muchos tipos de materiales para ser mejorados, tal es el caso de productos químicos como, cemento, cal, emulsión asfáltica, enzimas, polímeros, etc. Los cuales logran mejorar las propiedades de las subrasantes encontradas originalmente. Mencionando la mayoría de estabilizadores, se desconoce la eficiencia de cada uno de ellos frente a otro.

Entonces como un medio de mostrar una adecuada comparativa entre los diferentes estabilizadores empleados actualmente y sobre todo demostrar el impacto ambiental ocasionados en suelos, se plantea la presente investigación como solución frente a la elección adecuada del agente estabilizador por parte profesional responsable ante problemas de subrasantes pobres en su mayoría arcillosas, el presente trabajo de investigación añade un valor en cuanto aporte a la ingeniería civil a través de la comparativa de soluciones que se puedan emplear

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera varía la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?
- b) ¿En qué medida varía el valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?
- c) ¿De qué manera altera el grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

“Se ambiciona en la investigación el poder sentenciar un problema real y de ser el caso tenga ligación con otros problemas prácticos” (Hernández, Fernández, & Lucio, 2006).

La presente investigación nos posibilita poder determinar variaciones entre los diferentes estabilizadores químicos encontrados comercialmente, determinando características principalmente en la forma de actuar al ser aplicados en una subrasante deficiente.

1.3.2. Justificación científica

Según (Méndez, 2012) la justificación teórica o científica es aquella intención del estudio, que se encarga de ocasionar debate académico sobre el conocimiento existente, cotejar una teoría, contrastar resultados y desarrollar epistemología del conocimiento existente.

La justificación científica estará basada en el manual de ensayo de materiales y el documento técnico de carreteras no pavimentadas; la cual nos menciona sobre la aplicación de estabilizadores, con diferentes dosificaciones recomendadas, asimismo nos permitirá obtener los valores mínimos de serviciabilidad de la subrasante con el fin de que pueda cumplir con los estándares de resistencia y durabilidad.

1.3.3. Justificación metodológica

Según Méndez Álvarez (2020), La justificación metodológica se da cuando se realiza un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable. Esto propone buscar nuevos métodos o técnicas para generar conocimientos.

El desarrollo de esta investigación conlleva una justificación metodológica, a razón de la necesidad de conocer, evaluar y describir el comportamiento funcional de los diferentes estabilizadores comúnmente empleados en el mejoramiento de subrasantes, asimismo poder determinar una buena elección para el fin deseado.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Espacial

El estudio fue ejecutado en el Jr. La Unión, comprendido entre los jirones Manco Cápac y Jr. Miguel Grau, los cuales son vías pertenecientes al Anexo de Cochabamba, distrito de El Tambo, provincia de Huancayo.

Ilustración 1: Mapa de Ubicación.



Fuente: Google Earth.

1.4.2. Temporal

La presente tesis se llevó a cabo entre los meses de junio a julio del año 2022.

1.4.3. Económica

La presente investigación se realizó sin financiamiento externo, limitado solo a los recursos propios del investigador.

1.5. Limitaciones

Se encontró limitaciones debido a la limitada variedad de bibliografía específica sobre estabilizadores químicos para suelos a nivel nacional por lo que se recurrió a material de otros países y a algunas tesis de maestría realizadas en el país.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Determinar los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022.

1.6.2. Objetivos específicos

- a. Analizar la variación de la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022.

- b. Evaluar la variación del valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022.

- c. Determinar la alteración del grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

(Palomino Terán, 2018) expuso el trabajo de investigación **denominado:** “Capacidad portante de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxseal 100”, el cual fija a manera de **objetivo general:** Determinar la capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso con incorporación de 2%,4% y 6% del estabilizador Maxxseal 100, empleando la **metodología:** tipo experimental **resultado:** se llegó a resolver que la capacidad portante (CBR) del suelo limo arcilloso donde se alcanzó un valor de 5.10%, añadiéndole el estabilizador Maxxseal 100 en las dosificaciones de 2%, 4%, y 6%, se alcanzó los siguientes valores para un CBR a 0.1”, con la muestra convencional un CBR de 5.10%, añadiéndole el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7%, añadiéndole el 4% de MaxxseaL 100 un CBR de 9.60%, añadiendo 6% de MaxxseaL 100 un CBR de 11%; para un CBR al 0.2”, con la muestra convencional un CBR de 5.40%, incorporando el 2% de Maxxseal 100 un CBR de 7.30%, incorporando el 4% de Maxxseal 100 un CBR de 10.10%, incorporando 6% de Maxxseal 100 un CBR de 11.70%. **concluye:** Se

estableció la variación del índice de plasticidad, el cual fue reduciendo al añadirle mayor porcentaje del estabilizador, teniendo así un índice de plasticidad: con suelos naturales un IP de 19%, incorporándole 2% de aditivo un IP de 16%, incorporándole 4% de aditivo un IP de 13%, incorporándole 6% aditivo un IP de 10%.

(Castillo Briceño, 2018), presento la tesis de posgrado **Titulado:** Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, la Libertad, 2018, el cual fija el **objetivo general:** Determinar la influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018, aplicando la **metodología:** de tipo de investigación Aplicada, nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** que el LL oscila entre 30%-45% y el LP se encuentra entre 5%-20%, con un contenido de humedad entre 4% al 7%. La aplicación del Proctor Modificado con un CBR al 95 %, nos presenta una densidad máxima que oscila entre 1.3 a 1.7 gr/cm³ y una humedad óptima entre 14 % a 19% , y finalmente **concluye:** Mencionando que la adición de Proes mejora las propiedades mecánicas del suelo con una dosificación de 0.27 L/m² del aditivo PROES y 45 Kg/m³ de cemento Portland. Esto se vio reflejado en los tramos Km2+500 que en el CBR de 6.90% aumento a 109.80% y en el Km 5+500 este valor paso de 7.57% a 116.40%. Esta a su vez disminuye los costos de elaboración de una carretera.

(Moreno Varas & Rodríguez Iparraguirre, 2019) muestra la tesis de pregrado **Titulado:** “Estabilización de suelos para atenuar efectos de plasticidad del material de subrasante de la carretera Cáceres del Perú – Tara – Distrito de Cáceres del Perú”, donde toma como **objetivo general:** Evaluar la causa incrementando el aditivo (cal o cemento) en el suelo

por encima de la disminución de la plasticidad, para la mejora de su comportamiento como subrasante de carretera, aplicando la metodología: Desde un enfoque cuantitativa de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, llegando a obtener el resultado: que al adicionar el 1.5 % de cal el CBR =7.44 , con una dosificación de 2.5 % el CBR=11.40 y de una dosificación de 3.5 % de cal el CBR=11.25 con una reducción en el IP de 29.98 % a 11.75 % y IP de 29.98 % a 11.75 % a consecuencia disminuyendo el IP en 60.81 %,y finalmente concluyo: Mencionando que al aplicar el agente estabilizante en distintas proporciones (1.5 %, 2.5% y 3.5 %) a la superficie terrestre en su estado natural llegando a estabilizar la superficie terrestre con el fin de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas a favor de un comportamiento más eficaz.

(Ravines Merino, 2010), expuso la tesis **Titulada:** Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras, el cual fija como **objetivo general:** Probar la nueva tecnología para la estabilización de suelos utilizando el producto prezyme 22x como agente estabilizante, haciendo uso de la **metodología:** Desde un enfoque cuantitativo-Experimental a través de estudios de laboratorio, obteniendo como **resultado:** El ph del suelo se encuentra del amplio rango establecido en las especificaciones técnicas , el suelo original presenta un potencial de hidrogeno de 8.64 siendo un suelo alcalino y con el aditivo el ph es de 8.67, además los especímenes poseen una gran concentración de sales solubles 1425 lo cual trae una alta conductividad eléctrica , y finalmente **concluyo:** que en el ensayo de CBR los resultados mejoraron en un 200%, los mejores resultados fueron presentados por las muestras con mayor cantidad de aditivo los cuales tuvieron un secado de 72 hrs antes de ser colocados en la poza de curado.

(Lalangue Córdova, 2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI- 114

Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019”, el cual fija como **objetivo general:** Mejorar la resistencia en la carretera con la estabilización de la subrasante con aceite sulfonado de la carretera departamental de Pariñas en el km: 08+000.00 - 09+000.00, Talara- Piura 2019, empleando la **metodología:** estudio experimental , obteniendo como **resultado:** que el aceite sulfonado incrementa la capacidad de soporte CBR con una dosificación de 0.35l/m³ y actúa mucho mejor al mezclarse con el aditivo solido cal, disminuyendo su nivel de expansión de una forma rápida, y finalmente **concluyo:** que el mejoramiento con aceite sulfonado mejora la resistencia de la subrasante con un porcentaje inicial de CBR 2.1% incrementando su capacidad de soporte a 8.8% de la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Castillo Parra, 2018) expuso el estudio **Titulado:** “Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras”, donde presenta el **objetivo general:** Estabilizar con la aplicación de la cal viva los suelos arcillosos encontrados en el Km 3+000 del paso lateral de Macas con valores de CBR inferiores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para emplearlos como subrasantes estabilizadas en sitio, en carreteras de pavimento flexible, asimismo aplicó la **metodología:** Cuantitativa, tipo de investigación fue aplicada, nivel explicativo además empleando un diseño experimental, y llegando a determinar como **resultado:** El mejoramiento de estos suelos con cal viva en especímenes que no han sido expuestas a etapas de secado previo produce una disminución del LL, esta disminución es de gran significancia que hasta

con un 20% de cal añadida, con esta dosificación se logró una reducción del 169% al 153.9% en el LL, sobre esta dosificación de cal viva la reducción del LL no es de manera significativa, asimismo **concluye que:** El valor del CBR se incrementa de manera apreciable al tratar estos suelos con cal, el incremento es alrededor de un 15.8% por cada porcentaje de cal añadida.

(Guaman Iler, 2018) presento el trabajo de investigación **Titulado:** “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)”, el cual fija como **objetivo general:** Analizar el comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio) en laboratorio, haciendo uso de una **metodología:** cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel Explicativo, obteniendo como **resultado:** Que el suelo mejorado con Cloruro de Sodio con una dosificación de 2,5% presentó una resistencia superior que con un suelo estabilizado con Cal con porcentajes del 2,5% y 7,5%, y finalmente **concluye:** mencionando sobre el El pH del suelo estabilizado con Cal en la dosificación de 7,5% y 12,5 es de 10,9 y 10,83 lo cual se aproxima al valor mínimo de 11.

(Gavilanes Bayas, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Estabilización y Mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur, el cual fija como **objetivo general:** Analizar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la modificación y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para determinar estabilización de plasticidad del material de sub-rasante en la vía., empleando la **metodología:** de enfoque Cuantitativo

con un tipo de investigación aplicado, y de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** que el LL aumento al presentar un mayor porcentaje de cemento del 4% con un valor de 30.85%, esto nos ayuda a verificar que el porcentaje de 4% es la mejor para nuestro suelo, y finalmente **concluyo:** Las características en la compactación de suelos naturales y para suelos de estabilización son muy similares , debido a que se presentan un incremento en la densidad seca máxima y una disminución en el contenido óptimo de humedad, el uso de cemento es ventajoso por que al momento de direccionar la estructura de rodadura nos prioriza una disminución en los costos.

(Perez Collantes, 2018) presento la tesis de posgrado **Titulado:** “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar de manera precisa y mecánica el estudio de investigación de estabilización de suelos cohesivos con arenas volcánicas y cal viva, empleando la **metodología** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo, logrando un **resultado:** donde las dosificaciones oscilan del 10%, 25% y 50% de arena sobre el material a mejorar obteniendo alcanzar desde un CBR de 52,6% a 91,5%, y **finaliza que:** el empleo de cualquiera de las dos arenas; sílice como la arena azul, se logra obtener valores de CBR similares.

(Olaya Bulla, 2018) expuso el trabajo de investigación **denominado:** “Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías”, el cual fija como **objetivo general:** Estudiar la aplicación de cáscara de huevo pulverizado para la estabilización química de suelos arcillosos en la construcción de las vías 4G en el departamento de Antioquia, haciendo uso de una **metodología** de investigación descriptivo y explicativo, así mismo **resultó:** que la dosificación óptima de mezcla de cal viva-ESP se llegó a dosificar a una relación de 4% de ESP y 3% de cal viva, lo cual sirvió de control, y finalmente **concluye:** mencionando que la

estabilización del suelo es una técnica dirigida a aumentar o mantener la integridad de la masa de material y química con el objetivo de mejorar sus propiedades de ingeniería.

2.2. Marco conceptual

2.1.1.1. Tipos de estabilización de suelos

De acuerdo con (Quezada Osoria, 2017 pág. 11), menciona que la estabilización de un suelo natural se llega a lograr al realizar manera física, mecánica o química.

a) Estabilización física

Es aquella estabilización aplicada con el fin de perfeccionar ciertas características en la superficie terrestre, realizando modificaciones físicas in situ. Algunos de los tipos de estabilización física incrementada con las combinaciones del suelo, vibroflotación, geotextiles y estabilización preliminar. Se dice que es un mejoramiento físico-mecánica cuando se logre una perfección de la superficie terrestre a través de la incrementación de otro suelo procedente de un sitio adecuado. (2017 pág. 11)

b) Estabilización mecánica

• Estabilización por compactación

Es aquella estabilización que se ubica dentro de la mecánica debido a la compactación que presenta con el fin del lograr el mejoramiento de la superficie terrestre en la cual se va a tener que construir, sin modificar su composición ni estructura inicial. Para ello, se usa la técnica o método de la compactación, la cual consiste en la disminución de volumen de los espacios existentes en el terreno llegando obtener una máxima densidad y una buena división de las fuerzas actuantes en el suelo, así poder lograr un máximo equilibrio, evitando la creación de hundimientos. Este tipo de mejoramiento es el más aplicado debido a que se desarrolla in situ, aplicando maquinaria y equipos, que

transporten a la superficie terrestre, los esfuerzos mediante el amasado, presión, impacto o vibraciones. (págs. 11-12)

Figura 1. mejoramiento por compactación aplicando rodillo “pata de cabra”.



Fuente: Santiago Quezada, Osoria-2017

- **Estabilización por cambio de granulometría**

La estabilización mecánica por modificación granulométrica, el cual consiste en la mezcla de uno o más materiales de óptima calidad, llegando al fin de tener un elemento de buena calidad en relación a la plasticidad y a la granulometría. Particularmente, las ventajas más notorias del mejoramiento mecánico es que logra tenerse a cabo in situ, o en aquel centro de procedimiento de los suelos y su proceso es lo que se detalla a continuación: (pág. 12)

- ✓ Extensión y ajuste de la mezcla.
- ✓ Mezcla uniforme entre elementos. Se aplica una grada de discos si se desarrolla en obres, y se usan en las tolvas dosificadoras si se desarrolla en un centro de utilización de suelos.
- ✓ Escarificación y pulverización de la superficie terrestre, si el proceso se desarrolla en in situ, o pulverización de forma única si se desarrolla en una central de proceso de suelos.

✓ Humectación y compactación de la misma hasta llegar a la densidad menor que se encuentra ordenada en la obra, en la cual en lo general es el 95 o 100% del Proctor modificado. (Quezada Osoria, 2017).

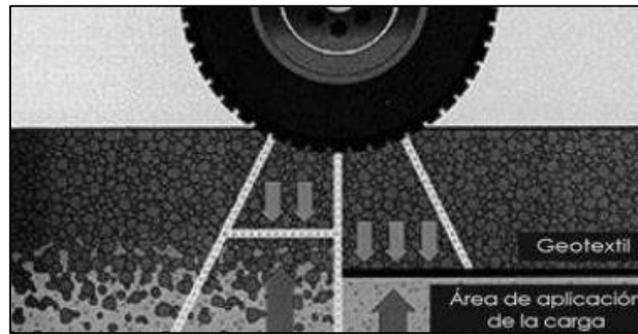
- **Estabilización con geosintéticos**

Para (Quezada Osoria, 2017) la estabilización con geosintéticos de refuerzo, logra aumentar la capacidad portante del elemento en la que está compuesta la estructura de un pavimento, en pocas palabras quiere decir que coexiste una buena mejora de las particularidades mecánicas de los materiales, en la que ocasionan una incrementación de la vida útil del pavimento, es por ello que al acrecentar las especificaciones mecánicas de la estructura del pavimento se logre tener una incrementación del tránsito, en la que se analiza con la cierta cantidad de ejes semejantes que llegan a pasar por el tiempo de operación de la vía.

Ventajas para la aplicación de un geosintéticos:

- Aumento del soporte de carga,
- Incremento de las particularidades mecánicas de los elementos en la cual está compuesto la estructura del pavimento.
- Aumento de la vida útil de la vía.
- Incremento de ejes semejantes del diseño de la vía. (pág. 13)

Figura 2. Esquema de separación de capas empleando geotextil.



Fuente: Manual de diseño con geosintéticos, Geosoft Pavco, Novena Edición.

c) Estabilización química

- Estabilización con cemento

Este tipo de estabilización tiene como fin cambiar el suelo suelto de a otro con gran endurecimiento, el cual llegue a soportar más cargas. Para ello se recomienda una excelente compactación y un curado correspondiente. El contenido óptimo de agua se calcula con el ensayo Proctor, los suelos más correspondientes para estabilidad son las granulares tipos A-1, A-2 Y A-3 del sistema de clasificación AASHTO. (pág. 13)

Figura 3. Mejoramiento con cemento.



Fuente: Quezada Osoria, Santiago-2017.

Tabla 1. Dosis de cemento por tipo de suelo.

Clasificación de suelos AASHTO	Intervalo común de cemento solicitado en % del peso de la superficie terrestre.
--------------------------------	---

A-1-a	3 a 5
A-1-b	5 a 8
A-2	5 a 9
A-3	7 a 11
A-4	7 a 12
A-5	8 a 13
A-6	9 a 15
A-7	10 a 16

Fuente: MTC, 2014.

Los contenidos generales del (MTC, 2013) , detalla que algunos materiales deben realizar o cumplir algunos requisitos en general, por lo que se muestra a continuación:

➤ **Agregados**

- Tamaño de partículas: La granulometría del elemento o material a estabilizar logra tener los diferentes tipos de suelos tales como el A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7.
- La dimensión mayor nunca será mayor a 2” o 1/3 del grosor de la capa elaborada.
- Estructura química: Es la parte de sulfatos del suelo, en la cual se le conoce como SO₄, en la cual no logra pasar del 0.2% en peso.
- Plasticidad: La fracción baja del tamiz de 425 un en la cual logra tener en cuenta un límite líquido menor a 40 y un índice plástico no mayor a 18%, respecto a las normativas de los ensayos MTC E 100 y MTC E 111.
- Solidez: Cuando los materiales a mejorar llegan a componer capas estructurales y aquel material que llega a presentar una altitud superior a 3000 m.s.n.m, en la cual los áridos gruesos no llegan a obtener pérdidas en el sulfato de magnesio mayores al 18% y en los elementos finos mayores al 15%. (pág. 117)

➤ **Cemento**

Es aquel material aplicado conocido como portland, con lo que se logra realizar. De acuerdo con los fines de uso; el cual tiene una tipología en relación a sus características: Tenemos al portland tipo I, portland tipo II, portland tipo III, portland tipo IV y portland tipo V. (pág. 117)

➤ **Agua**

El líquido elemento en su totalidad debe de ser limpia y encontrarse fuera de materiales álcalis y diferentes sustancias deletéreas, por lo que su Ph es medido de acuerdo a NTP 339.073. (pág. 117)

Tabla 2. Dosis de cemento de acuerdo a la clasificación AASHTO.

Tipo de suelo AASHTO	Intervalo común de cemento necesario		Contenido de cemento para ser aplicado en el ensayo de densidad humedad % en peso.	Contenido de cemento para el ensayo de congelamiento y descongelamiento húmedo y seco % en peso.
	% por volumen	% por peso		
A-1-a	5 a 7	3 a 5	5	3-4-5-7
A-1-b	7 a 9	5 a 8	6	4-6-8
A-2	7 a 10	5 a 9	7	5-7-9
A-3	8 a 12	7 a 11	9	7-9-11
A-4	8 a 12	7 a 12	10	8-10
A-5	8 a 12	8 a 13	10	8-10-12
A-6	10 a 14	9 a 15	12	10-12-14
A-7	10 a 14	10 a 16	13	11-13-15

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

Tabla 3. Requerimiento de cemento para los suelos arenosos horizonte B y C.

Material recluido en la malla N°4	Material no más de 0.05 mm	Contenido de cemento en % del peso en mayor densidad seca en lb/pie ³					
		105 a 109	110 a 114	115 a 119	120 a 124	125 a 129	130 a más
0 a 14	0 a 19	10	9	8	7	6	5

	20 a 39	9	8	7	7	5	5
	40 a 50	11	10	9	8	6	5
	0 a 19	10	9	8	6	5	5
15 a 29	20 a 39	9	8	6	6	6	5
	40 a 50	12	10	9	8	7	6
	0 a 19	10	8	7	6	5	5
30 a 45	20 a 39	11	9	8	7	6	5
	40 a 50	12	11	10	9	8	6

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

Tabla 4. Requerimiento promedio de cemento para los suelos limosos y arcillosos horizonte B y C.

Índice de grupo	Material entre el 0.05 mm y 0.005 mm	Contenido de cemento en % del peso Máxima densidad seca en libras/pie ³					
		90 a 94	95 a 99	100 a 104	105 a 109	110 a 114	115 a 119
0 a 3	0 a 19	12	11	10	8	8	7
	20 a 39	12	11	10	9	8	8
	40 a 59	13	12	11	9	9	8
	60 o más	---	---	---	---	---	---
4 a 7	0 a 19	13	12	11	9	8	7
	20 a 39	13	12	11	10	9	8
	40 a 59	14	13	12	10	10	9
	60 o más	15	14	12	11	10	9
8 a 11	0 a 19	14	13	11	10	9	8
	20 a 39	15	14	11	10	9	9
	40 a 59	16	14	12	11	10	10
	60 o más	17	15	13	11	10	10
12 a 15	0 a 19	15	14	13	12	11	9
	20 a 39	16	15	13	12	11	10
	40 a 59	17	16	14	12	12	11
	60 o más	18	16	14	13	12	11
16 a 20	0 a 19	17	16	14	13	12	11
	20 a 39	18	17	15	14	13	11
	40 a 59	19	18	15	14	14	12
	60 o más	20	19	16	15	14	13

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2016.

- **Estabilización con cal**

En este tipo de mejoramiento, se desarrolla mezclando el suelo con cal anhidra o cal viva llegando a causas muy fundamentales como el de modificar la plasticidad del

suelo, por lo cual se usa para suelos de IP menor a 15 e incrementa los límites de atterberg y de forma liviana su índice de plasticidad, y para suelos con IP mayor a 15 por el cual reduce su IP. Otra causa es el de incrementar la humedad óptima de compactación del suelo, en la que se logra la densificación de los suelos de alta humedad natural. Los suelos más adecuados para mejorar con cal son los de granulometría fina, dado que le ponen más granulares y deleznales, por lo que al incrementar su límite plástico y humedad óptima de compactación por lo que considera que su puesta en obra se desarrolle con máxima facilidad. (pág. 14)

Figura 4. Mejoramiento con Oxido de calcio.



Fuente: Quezada Osoria, Santiago-2017.

- **Estabilización con asfalto**

Se alcanza a mejorar el suelo aplicando productos derivados del asfalto con el fin de incrementar su equilibrio y llegar a una impermeabilidad de la superficie terrestre de tal forma que sea lo poco sensible a las modificaciones por factores de humedad. En los suelos no plásticos o arenosos se mejora con asfalto para realizar una acción ligante unido a la fricción de la superficie terrestre en la cual no ocasione alteraciones de la capa mejorada en la parte inferior de la acción del tránsito. En superficies cohesivas, se tiene que el estabilizante impermeable a la superficie terrestre lo proteja de efectos de humedad. En lo general la mayoría de suelos presentan un excelente resultado a la

mejora con asfalto sin embargo las arenas y las gravas arenosas los que dan buenos rendimientos. (pág. 15)

Figura 5. Mejoramiento con asfalto.



Fuente: Quezada Osoria, Santiago-2017

d) Estabilización de suelos con elementos no convencionales

Según Quezada Osoria, Santiago (2017) considera ciertos elementos que pueden aplicarse directamente al suelo, como son los productos agrícolas, marinos e industriales en las cuales se presenta lo siguiente:

- **Estabilización de suelos con productos marinos**

Es aquella en que comprueba que los restos de las conchas chancadas sin incinerar actúan como áridos gruesos para lograr mejorar los suelos, ocasionando un cambio del tamaño de las partículas y descendencia del IP, añadiendo a su vez la aptitud de resistencia del suelo en relación a la cantidad de concha chancada añadida a la mezcla. (2017)

- **Estabilización de suelos con concha pico de pato y concha de abanico**

Son aquellas conchas de pico de pato y las conchas de abanico que son productos en las que se sacan en demasiada porción en la costa peruana, sobre todo en la sección norte, en la cual su dicha composición es básicamente carbonato de calcio. Se logra detallar que las valvas presentan maneras generalmente diferentes al igual que en su

dimensión, como en la forma de su caparazón, forma, grosor y dureza. (2017 pág. 16)

Figura 6. Concha de abanico (arriba) y concha pico de pato (abajo).



Fuente: Quezada Osoria, Santiago-2017.

e) Suelos arcillosos

Según (Mamani Barriga, y otros, 2017), algunos de los suelos arcillosos padecen alteraciones de humedad que tienden a existir alteraciones de volumen. La formación de los suelos arcillosos por algunos minerales activos como la montmorillonita en extensas divisiones y en bajas divisiones o nulas es la clorita y la vermiculita. Algunos de estos minerales no se presentan activas como son las caolinitas y las illitas, estos, pero logran aportar a las características extensas de las superficies terrestres cuando presenten cantidades considerables.

Tabla 5. Características según la flexibilidad de la arcilla.

Índice de Plasticidad	Característica
IP mayor a 20	Suelos demasiados arcillosos.
20 mayor al IP mayor a 10	Suelos arcillosos.
10 mayor al IP mayor a 4	Suelos bajos arcillosos.
IP igual a cero	Suelos libres de arcilla.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales.

Tabla 6. Clasificación de suelos de acuerdo a la dimensión de partículas.

Tipo de material	Dimensión de partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.005 mm
Limo	0.005 mm – 0.0005 mm
Arcilla	No más de 0.005 mm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales.

Figura 7. Suelo arcilloso.



Fuente: López Sumarriva, José Johel y Ortiz Pinares, Grely– 2018.

Subrasante

Es aquella que según (Perez Collantes, 2018) define como aquella superficie acabada de la vía a nivel de corte de terreno por el cual se ubica la configuración del pavimento o afirmado, y está compuesta por suelos selectos de propiedades considerables y densificados por las capas para realizar un cuerpo considerable con una gran perfección de tal modo que no llegue estar dañada por la carga de diseño que procedente del tránsito.

- Características principales de la subrasante

- ✓ La labor principal de la subrasante, es apoyar, transmitir y distribuir uniformemente el efecto de las cargas de tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento.

En el suceso de que el terreno de la subrasante es malo, por ejemplo:

- ✓ Posee un alto volumen de fracción orgánico, conformado por materiales vegetales igualmente carbonizadas o fangosas, se tiende a eliminar este material y sustituir por otro de excelente condición y que sea superior a lo que probamos.
- ✓ La subrasante es considerada como la cimentación del pavimento, y de una calidad alta de partes con los que se tiene en esta capa, apoyara al decrecimiento de las capas de la estructura del pavimento, logrando así una preservación de vida útil de la misma. (Taípe Sarmiento, y otros, 2012 pág. 15)

2.2.1.1. Propiedades de la subrasante

(Perez Collantes, 2018) menciona a continuación lo siguiente:

a) Propiedades físicas

Son aquellas que se obtienen a través de los ensayos límites de consistencia, límite de contracción y la clasificación de suelos, así como para tener la relación de humedad – densidad en la que se tiene a través del ensayo de Proctor modificado. (pág. 27)

b) Propiedades ingenieriles

Son aquellos que miden el resultado de la subrasante para resistir cargas como es el ensayo de CBR.

2.1.1.1.1. Propiedades de la estabilización de suelos

a) Propiedades físicas

Según (Aliaga Rezza, y otros, 2019) se detalla lo siguiente:

- **Granulometría**

La granulometría de una superficie terrestre o suelo es aquella que presenta una idea de cómo se encuentran divididos de acuerdo al tamaño de las partículas de este, se

aplican mallas o tamices discriminadores en la que algunos materiales no son considerados, pasantes y retenidos.

El tamiz es aquella herramienta principal para determinar el ensayo, en la que se presenta un utensilio conformado por un marco duro al que se logre unir a una malla en la que se diferencia por aquel espaciamiento homogéneo entre hilos en la cuál es nombrado como abertura, se realiza mediante la muestra de la superficie terrestre o el suelo a evaluar. La designación de los tamices se realiza a través de las medidas de las aberturas en pulgadas hasta el de 3/8” y los más pequeños por el número de aberturas en una pulgada lineal. El análisis granulométrico por tamizado se logra determinar teniendo en cuenta una cierta cuantía o porción medida de la superficie terrestre seca, bien rociado y llegando mediante una serie de tamices moviendo al grupo. La porción del partículas retenidas en cada malla se pesa y se halla el porcentaje acumulado del material que logra pasar por cada tamiz, el porcentual de material que pasa por cada tamiz, hallando de la manera anterior, por lo que se traza un gráfico semilogarítmico. El diámetro del grano se figura en una escala abscisa, el porcentaje del material que pasa lo detalla en escala ordenada. (pág. 65)

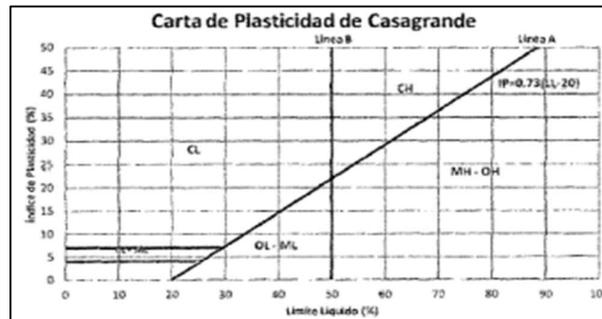
Tabla 7. Taxonomía de suelos según dimensión de partículas.

Tipo de material		Dimensión 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
		0.075 mm - 0.005 mm
Material fino	Limo	mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2014).

también que una línea conocida como línea U se coloca en la parte superior de la línea A, la línea U es próximamente el límite superior a la relación del índice de plasticidad en relación al límite líquido para diferentes tipos de suelos en las que se encuentra hasta ahora. La fórmula para la línea U se representa como $IP = 0.9 (LL - 8)$. Se logra observar en la figura 10 como se derivan las demás fórmulas de acuerdo a la carta de plasticidad de Casagrande. (pág. 67)

Figura 9. Carta de Plasticidad de Casagrande.



Fuente: DAS, 1985.

Tabla 8. Característica de subrasante según IP

IP	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos.
$7 < IP < 20$	Media	Suelos arcillosos.
$IP < 7$	Baja	Suelos pocos arcilloso.
$IP = 0$	No plástica	Suelos exentos de arcilla.

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones.

a) Propiedades mecánicas

- **Contenido óptimo de humedad**

De acuerdo con (MTC, 2016) el contenido óptimo de humedad es aquella que varía en el 2%. Es por ello que como mínimo es fundamental dos contenidos de agua en el

lado seco y húmedo del óptimo para así lograr definir de manera precisa la curva de compactación del peso seco unitario.

En algunos suelos con elevado óptimo contenido de humedad o la curva de compactación totalmente plana en la que necesitan inmensos aumentos de contenido de humedad para así lograr tener un peso unitario seco máximo bien especificado. Los incrementos de contenido de agua no deben pasar del 4%.

- **Capacidad de soporte CBR**

El Manual de Ensayo de Materiales (2016) menciona el desarrollo del ensayo de CBR (California Bearing Ratio), de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El ensayo se desarrolló por parte de la División de Carreteras de California en 1929 como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como sub-base o material de base en construcciones de carreteras y aeropuertos.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje CBR (o simplemente CBR), definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, una muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad. La expresión que define al CBR es la siguiente:

$$\% \text{ CBR} = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patròn}} \times 100$$

Los valores de carga unitaria que se utilizan en la ecuación son:

Tabla 9. Valores de carga unitaria.

Penetración		Carga unitaria patrón		Carga estándar
mm	plg	Mpa	lb/plg ²	lb
2.5	1	6.9	1,000	3,000
5	0.2	10.3	1,500	4,500
7.5	0.3	13	1,900	5,700
10	0.4	16	2,300	6,100

Fuente: “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la Esperanza – Malconga, 5 km Matamarca - 2018”

Tabla 10. Clasificación típica según valores de CBR.

N° CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de Clasificación	
			Unificado	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	Pobre a Regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-25	Bueno	Base; Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la Esperanza – Malconga, km 5 Matamarca - 2018”

2.3. Definición de términos

Estabilización de suelos: Se define como acrecentar el terreno respecto sus propiedades físico-mecánicas, mediante la adición de químicos o de forma mecánica (MTC, 2018).

Propiedades físicas del suelo: Son las particularidades del suelo en relación a su uso, donde generalmente se consideran: humedad natural, granulometría y la consistencia del suelo, con el fin de poder clasificar el tipo de suelo (Gonzales, 2018).

Propiedades mecánicas del suelo: Hace referencia a las particularidades de resistencia que tiene el terreno por efecto de la colocación de fuerzas externas sobre este, todo ello determinado bajo condiciones controladas de ensayos (Huancoillo, 2017).

Compactación: Es aquella que tiene como fin aumentar las características de resistencia de un suelo que será utilizado para la construcción de carreteras. (Astorayme Salazar, y otros, 2021)

Contenido de humedad óptimo: Se define por ser aquel contenido de humedad al cual el suelo o material granular es aplicado un esfuerzo especificado. (López Sumarriva, y otros, 2018)

Subrasante: Es la capa de suelo de una carretera que apoya la estructura de pavimento, compactada y preparada, que se dispersa hasta una profundidad que no provoque la carga de diseño que pertenece al tránsito previsto. (Alatraste Cruz, 2018)

Suelo arcilloso: Es aquel suelo que predomina la arcilla por encima de otras partículas de distintas dimensiones, por lo son sólidas y presentan un diámetro no más del 0.005 mm. (Alvarez Benites, y otros, 2020)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas son principalmente las variaciones entre plasticidad, resistencia y alteración de ph en los suelos.

2.4.2. Hipótesis específica

- a) La variación de la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, será de acuerdo al tipo de estabilizador por su propiedad de intercambiar cationes en las partículas.
- b) La variación del valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, será de acuerdo al tipo de estabilizador siendo de manera creciente o decreciente.
- c) La alteración del grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, será mayormente de grado alcalino, alterando el ph de un suelo natural

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Estabilizadores Químicos

Producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento. (Norma Técnica De Estabilizadores Químicos, 2004).

b) Variable dependiente (Y)

Mejoramiento de Subrasantes arcillosas

La estabilización es el proceso físico o químico por el que se mejoran las propiedades – mecánicas del suelo natural en este caso en corte o de los materiales de préstamo en relleno, con la intención de hacerlos estables (Norma CE.010, P.30).

2.5.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Estabilizadores químicos

Dimensiones:

- ✓ D1: Tipología.
- ✓ D2: Dosificación.
- ✓ D3: Densidad.

b) Variable Dependiente (Y)

Estabilización de suelos arcillosos

Dimensiones:

- ✓ D1: Consistencia del Suelo.
- ✓ D2: Capacidad de Soporte.
- ✓ D3: Grado de acidez y/o alcalinidad de suelo.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 11. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
1: Variable Independiente Estabilizadores químicos	Producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento. (Norma Técnica De Estabilizadores Químicos, 2004).	La aplicación de los diferentes estabilizadores químicos en sus óptimos porcentajes de dosificación ayudara a evaluar los distintos parámetros para realizar una adecuada comparación.	TIPOLOGIA	Estabilización Con Cemento	Adición De Cemento Al Suelo Natural
				Estabilización Con Cal	Adición De Cal Al Suelo Natural
				Estabilización Con Sales	Adición De Cloruro De Sodio Al Suelo Natural
				Estabilización Con Aceite Sulfonado	Adición De Aceite Sulfonado Al Suelo Natural
				Estabilización Con Polímeros	Adición De Aditivo polímero Al Suelo Natural
			DOSIFICACION	Lt/M3 O Kg/M3	Ficha Técnica Y/O Documento Técnico De Estabilizadores
DENSIDAD	Gr/Cm3	Ficha Técnica Y/O Documento Técnico De Estabilizadores			
2: Variable Dependiente Mejoramiento de Subrasantes arcillosas	La estabilización es el proceso fisico o químico por el que se perfeccionan las características – mecánicas del suelo natural en este caso en corte o de los materiales de préstamo en relleno, con la intención de hacerlos estables (Norma CE.010, P.30).	En el mejoramiento de Subrasantes blandas, se llevará a cabo un análisis de las características físicas y mecánicas del material con adición, determinar los parámetros de incidencia química en suelos naturales, asimismo establecer una relación de propiedades.	CONSISTENCIA DEL SUELO	Plasticidad	Índice Plástico E Índice De Liquidez
			MEJORA DE CAPACIDAD DE SOPORTE	Cbr	Cbr De Suelos
			ALTERACION DEL GRADO DE ACIDEZ Y/O ALCALINIDAD DE SUELO	Potencial De Hidrogeno	Ph En Los Suelos

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Según Tamayo Tamayo (2012), “El método científico es un proceso para manifestar las condiciones donde se exhiben sucesos específicos, siendo caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica. (pág. 18)

En la presente investigación se pretende indagar los efectos en la estabilización de suelos arcillosos mediante la aplicación de estabilizadores químicos, asimismo, se empezará la investigación partiendo de la observación directa de las propiedades actuantes, verificando las hipótesis planteadas y finalmente llegando a las conclusiones respectivas.

Según estas consideraciones, la presente investigación aplicó el *método científico*.

3.2. Tipo de investigación

De acuerdo con Lozada (2014), se dice que la investigación aplicada tiene por propósito la concepción de conocimiento con aplicación directa. Este tipo de

estudios presenta un gran valor agregado por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica (p. 35).

En la presente investigación, se evaluó de qué manera los agentes estabilizadores mejoran las propiedades de los suelos arcillosos.

Según estas consideraciones, la presente investigación es de tipo **aplicada**

3.3. Nivel de la investigación

Según Espinoza Montes (2014), estima que el nivel de investigación Explicativo “adrede encontrar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio”. Por lo tanto, el investigador no manipula las variables. En algunas investigaciones se determinará la correlación de las variables sin encontrar causalidad, aunque desde el punto de vista sistémico, existe relación entre las variables que conforman un objeto o sistema” (pág. 90)

En la investigación se procura dar a conocer los efectos del empleo de estabilizadores químicos para evaluar las propiedades durante la estabilización de suelos arcillosos.

Según el análisis, el nivel que se empleó en la presente investigación es *nivel explicativo*.

3.4. Diseño de la investigación

Según (Sierra Bravo, 2014) ; la investigación Experimental, agrupa variables para predecir su comportamiento se ha pretendido establecer las causas de los fenómenos, generar un sentido de entendimiento teniendo en cuenta las características del estudio y la estructuración de la investigación como uno de los puntos fundamentales.

En la presente investigación evaluaremos la estabilización de suelos arcillosos a través del comportamiento de diferentes estabilizadores, de los cuales se obtendrán resultados que serán analizados y comparados entre sí, luego explicados; y así llegar a cumplir los objetivos planteados y probar la hipótesis de la investigación.

Según el análisis, el diseño que se empleará en la presente investigación será *diseño experimental*.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Según Carrasco Díaz (2016) la población “Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla la investigación” (p.15)

La población está comprendida por suelos en la provincia de Huancayo, región Junín.

3.5.2. Muestra

Conforme con Carrasco Díaz (2016), quien hace mención que la muestra “Es un fragmento simbólico de la población, cuyas características primordiales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población”. (pág. 237)

La muestra está conformada por muestra de suelo del Jr. La Unión, comprendido entre los jirones Manco Cápac y Jr. Miguel Grau – Anexo de Cochabamba, distrito de El tambo, provincia de Huancayo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

(Vásquez Vélez, 2011) menciona que las técnicas vienen siendo conocidas igual que un grupo de: medios, mecanismos, recursos, procesos, formas que se emplean y tienen la utilidad de recoger, preservar, acomodar toda la investigación y la data que es desarrollada.

Para la recolección de la información se consideró las normativas de laboratorio.

a) Análisis de documentos

Los documentos que se emplearon, fueron aquellos que dieron sustento a la investigación, teniéndose en cuenta principalmente:

Se ha empleado para llegar a profundizar, en referencia a los saberes logrados como investigador, en función al problema de investigación y de la misma manera poder satisfacer el sustento ante dicho tema investigado.

b) Pruebas estandarizadas:

✓ ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO – MTC E107

El análisis granulométrico se realizó para poder determinar el tamaño de partículas del suelo, posteriormente para poder realizar la respectiva clasificación.

Equipos y/o materiales:

- Balanzas; sensibilidad 0.01gr y 0.1% del peso
- Estufa
- Tamices

Procedimiento:

Obtener la muestra de suelo y cuartearlo. Realizar el análisis granulométrico de la fracción fina mediante el método de sedimentación, posteriormente realizar el análisis granulométrico de la fracción retenida en el tamiz número 4, anotar los pesos para su posterior calculo.

✓ **DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS – MTC E110**

La determinación del límite liquido de suelos es una parte integral para los sistemas de clasificación SUCS y AASHTO.

Equipos y/o materiales:

- Aparato Casagrande
- Acanalador
- Balanzas; sensibilidad 0.01gr
- Recipientes para secado
- Estufa
- Tamiz número 40.

Procedimiento:

Obtener la muestra de suelo previamente tamizado por la malla número 40. Realizar la determinación de golpes por medio del método de multipunto, colocando la muestra sobre la copa de bronce, acanalar suavemente hasta obtener una ranura en medio de la muestra, girar la manivela y contar los números necesarios de golpe para poder juntar las dos partes de la muestra, extraer la muestra y realizar el secado para poder determinar la humedad, anotar los pesos para su posterior calculo.

✓ **DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) – MTC E111**

La determinación del ensayo de límite plástico es fundamental para los sistemas de clasificación.

Equipos y/o materiales:

- Espátula
- Tara para mezcla
- Vidrio esmerilado
- Agua destilada
- Balanzas; sensibilidad 0.01gr
- Recipientes para secado
- Estufa
- Tamiz número 40.

Procedimiento:

Obtener la muestra de suelo previamente tamizado por la malla número 40.

Se toma una muestra representativa hecha bola, posteriormente se realiza barras de 3.2mm de espesor sobre el vidrio, se tomarán las barras y se colocarán dentro de los recipientes de secado, realizar el secado para poder determinar la humedad, anotar los pesos para su posterior cálculo

✓ **PROCTOR MODIFICADO – MTC E115**

El ensayo permite la determinación de la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación), para la presente investigación se determinó realizar por el método A.

Equipos y/o materiales:

- Molde de 4"
- Pisón
- Tara para mezcla

- Balanzas; sensibilidad 0.01gr y 0.1% de peso
- Recipientes para secado
- Estufa

Procedimiento:

Obtener la muestra de suelo previamente tamizado según el método seleccionado. Se realizan combinaciones con distintos porcentajes de agua, dejar reposar previamente cuidado sin poder perder la humedad, posteriormente realizar el armado del molde completo, llenar con la muestra preparada, compactar según el método, enrasar y pesar.

Posteriormente extraer la muestra compactada y determinar el contenido de humedad.

✓ **CBR DE SUELOS – MTC E132**

El ensayo permite la determinación de la resistencia potencial de la subrasante.

Equipos y/o materiales:

- Molde de metal cilíndrico
- Disco espaciador
- Pisón de compactación
- Aparato medidor de expansión
- Pozas de curación
- Balanzas; sensibilidad 0.01gr y 0.1% de peso
- Prensa CBR
- Recipientes para secado
- Estufa

Procedimiento:

Preparación de la muestra de acuerdo al óptimo contenido de humedad obtenido del ensayo de Proctor, posteriormente se realiza la compactación con 56 golpes, 25 golpes, 12 golpes.

Saturación de los especímenes por 72 horas mínima, tomando lecturas de la expansión del material.

Posteriormente se somete la prensa, donde la velocidad de rotura será de 1.27mm/min, tomando lecturas a 0.1” y 0.2”

Posteriormente extraer la muestra compactada y determinar el contenido de humedad.

✓ **PH EN LOS SUELOS – MTC E129**

El ensayo permite la determinación del potencial de hidrogeno en suelos.

Equipos y/o materiales:

- Ph meter
- Tamiz numero 10
- Frascos y recipientes de vidrio
- Agua destilada
- Soluciones
- Balanzas; sensibilidad 0.01gr y 0.1% de peso

Procedimiento:

Tomar 30 gr de suelo adicionando 75 ml de agua destilada, dejar reposar por 8 horas.

Calibrar el ph meter, y sumergir en las muestras preparadas, tomar lecturas y proceder a calcular.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron para la presente investigación fueron fichas de laboratorio para la realización de ensayos referenciados por normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.7. Procesamiento de la información

De acuerdo con Giraldo Huertas (2016), exhibe que: El procesamiento de la información tiene el fin de crear datos organizados que logren facilitar al investigador el análisis de la información según objetivos, hipótesis y preguntas del estudio.

En la presente investigación para la etapa del procesamiento de información en la etapa laboratorio, se muestran figuras y tablas para el orden de datos. Teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por el Manual de carreteras-Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, capítulo III, asimismo antecedentes internacionales y fichas técnicas, se tomó en consideración dosificaciones mínimas y máximas para cada estabilizador. En ese sentido se las siguientes muestras de subrasante y de subrasante estabilizada, en conformidad al detalle de la Tabla 12.

Tabla 12: Muestras de subrasante consideradas para la investigación.

Muestra	Estabilizante	Denominación
Subrasante natural	No corresponde	Muestra patrón
Subrasante estabilizada	Cemento	Muestra +2% cemento Muestra +10% cemento
	Cal	Muestra +2% cal Muestra +10% cal
	Sales	Muestra +0.25% sales Muestra +1.0% sales
	Aceite sulfonado	Muestra +0.25lt/m ³ aceite sulfonado Muestra +0.35lt/m ³ aceite sulfonado
	Polímeros	Muestra +5.0gal/m ³ polímeros Muestra +7.5gal/m ³ polímeros

Fuente: Elaboración propia.

Se extrajo suelo proveniente del Jr. La Unión, tramo Jr. Manco Cápac y Jr. Miguel Grau, ubicado en Anexo de Cochabamba, específicamente el punto de muestreo correspondió a las coordenadas -12.005154893752865E y -75.19282825576656 N, como lo muestra la **Figura 10**, el procedimiento de muestreo para suelos se realizó en conformidad a la NTP 400.010.

Figura 10: Ubicación de la zona de muestreo.



Fuente: Google Maps 2022.

Prosiguiendo los pasos de cada ensayo, se llegaron a determinar las particularidades de la subrasante natural, como; LL, LP e IP (según MTC E 110-111), con lo que se puede establecer que la subrasante natural es de clasificación CL (Arcilla ligera con arena), según SUCS y A-6(0) según AASHTO. También se conoció el grado de acidez o alcalinidad, que fue ligeramente ácido según la escala de pH obtenida de 6.5 (según MTC 129).

Tabla 13: Características de la subrasante natural, muestra patrón.

Características	Valor
Granulometría	5.73% grava 15.82% arena 78.45% finos
Índice de plasticidad	11.54
Límite líquido	30.05
Límite plástico	18.51

Clasificación SUCS	CL Arcilla ligera con arena
Clasificación AASHTO	A-6
Índice de grupo	(0)
Ph	6.5
Grado de acidez o alcalinidad	Ligeramente ácido

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se realizó el ensayo de Proctor y CBR en laboratorio, en conformidad al ensayo MTC E 115 y MTC E 132 respectivamente, obteniendo los resultados mostrados líneas abajo, además se llegó a determinar que la subrasante natural es insuficiente, puesto que el valor de CBR es de 4.6%. De esta forma, el material es viable para realizar un mejoramiento o estabilización de suelos.

Tabla 14: *Propiedades de la subrasante natural, muestra patrón.*

Propiedades	Valor
Máxima densidad seca	1.775 gr/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.91%
Valor de CBR (95% MDS) (0.1")	4.6%
Valor de CBR (100% MDS) (0.1")	6.9%
Categoría	Subrasante insuficiente

Fuente: Elaboración propia.

Se prosiguió a cuantificar las particularidades del suelo en estudio de las muestras de subrasante mejoradas con los estabilizantes químicos definidos (según **Tabla 12**), obteniéndose los resultados que se detallan de forma ordenada y resumida en la **Tabla 15**.

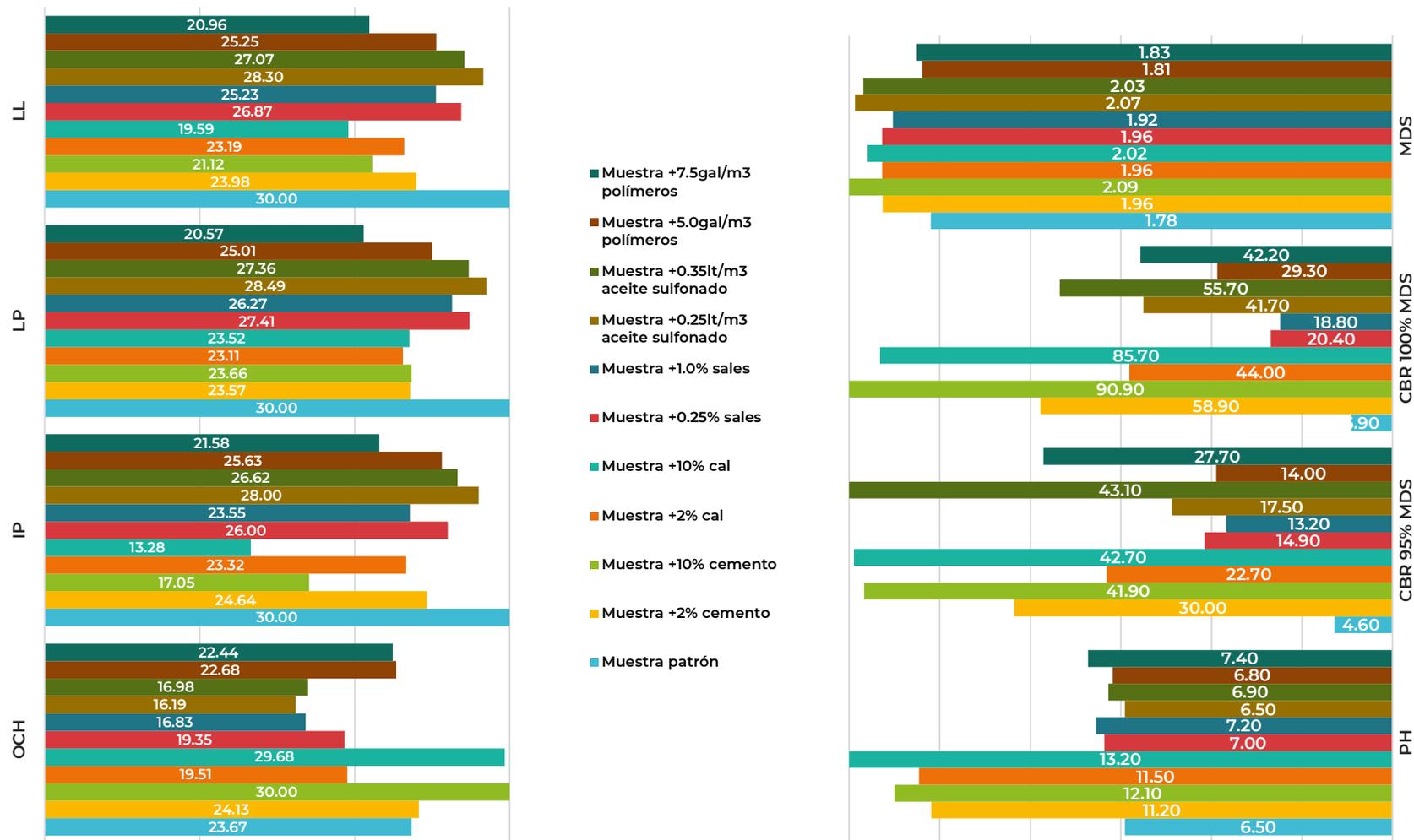
Tabla 15: Resumen de valores alcanzados en los ensayos realizados.

Muestra	Dosis de aditivo químico	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Óptimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca (gr/cm ³)	Valor de CBR 95% MDS 0.1" penetración (%)	Valor de CBR 100% MDS 0.1" penetración (%)	Valor PH
Patrón	Ninguna	30.05	18.51	11.54	14.91	1.775	4.6	6.9	6.5
Mejorada con Cemento	+2% cemento	24.02	14.54	9.48	15.20	1.960	30.0	58.9	11.2
	+10% cemento	21.16	14.60	6.56	18.90	2.089	41.9	90.9	12.1
Mejorada con Cal	+2% cal	23.23	14.26	8.97	12.29	1.962	22.7	44.0	11.5
	+10% cal	19.62	14.51	5.11	18.70	2.018	42.7	85.7	13.2
Mejorada con Sales	+0.25% sales	26.91	16.91	10.00	12.19	1.962	14.9	20.4	7.0
	+1.0% sales	25.27	16.21	9.06	10.60	1.920	13.2	18.8	7.2
Mejorada con Aceite sulfonado	+0.25lt/m ³ aceite sulfonado	28.35	17.58	10.77	10.20	2.066	17.5	41.7	6.5
	+0.35lt/m ³ aceite sulfonado	27.12	16.88	10.24	10.70	2.034	43.1	55.7	6.9
Mejorada con Polímeros	+5.0gal/m ³ polímeros	25.29	15.43	9.86	14.29	1.808	14.0	29.3	6.8
	+7.5gal/m ³ polímeros	20.99	12.69	8.30	14.14	1.828	27.7	42.2	7.4

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, con el fin de comprender los valores mencionados en la tabla anterior, se procedió a elaborar la **Figura 11** que presente un gráfico, donde se aprecian los valores alcanzados por las diferentes muestras de suelo, los cuales fueron agrupadas por propiedades.

Figura 11: Resumen de valores alcanzados en los ensayos realizados.



Fuente: Elaboración propia.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Recurriendo a la estadística de tipo descriptiva, donde el experimento fue diseñado para que se logre satisfacer con las expectativas deseadas empleando el mínimo número de experimentos, de tal forma se empleó el análisis de regresión lineal o poligonal (dependiendo cual represente mejor los datos), en los resultados de las propiedades en estudio (consistencia, valor de soporte y grado de acidez o alcalinidad), ensayos que se desarrollaron de acuerdo al Manual de ensayos de materiales del MTC. Asimismo, en lo que corresponde al análisis invariado, se utilizó el promedio y la desviación estándar, mientras que en lo que corresponde al análisis bivariado se elaboraron tablas cruzadas y gráficos.

Consecuentemente, se recurrió a la estadística de tipo inferencial, donde se establece el estadístico de prueba para la contratación de las hipótesis. Razón de determinar la normalidad de los datos por medio del estadístico Shapiro Wilk, prueba utilizada porque la cantidad de datos es menor a 30. Donde se plantean las siguientes hipótesis:

Ho: La normalidad de los datos corresponde a una distribución gaussiana.

Hi: La normalidad de los datos no corresponde a una distribución gaussiana.

En ese sentido, la tabla siguiente muestra que el valor de significancia es en su mayoría mayor a 0.05 (confiabilidad 95%), lo que indica que las series de datos presentan una distribución gaussiana, es decir que son datos paramétricos.

Tabla 16: Normalidad de los datos alcanzados en consistencia.

Propiedad	Muestra	Shapiro-Wilk		
		estad.	gl	Sig.
Consistencia	Muestra patrón	0.964	3	0.637
	Muestra +2% cemento	0.842	3	0.220
	Muestra +10% cemento	0.750	3	0.000
	Muestra +2% cal	1.000	3	1.000
	Muestra +10% cal	0.842	3	0.220
	Muestra +0.25% sales	0.915	3	0.433
	Muestra +1.0% sales	0.750	3	0.000
	Muestra +0.25lt/m3 aceite sulfonado	0.992	3	0.826
	Muestra +0.35lt/m3 aceite sulfonado	1.000	3	1.000
	Muestra +5.0gal/m3 polímeros	0.992	3	0.826
	Muestra +7.5gal/m3 polímeros	0.842	3	0.220

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Normalidad de los datos alcanzados en valor de soporte.

Propiedad	Muestra	Shapiro-Wilk		
		estad.	gl	Sig.
Valor de soporte	Muestra patrón	0.992	3	0.826
	Muestra +2% cemento	0.842	3	0.220
	Muestra +10% cemento	1.000	3	1.000
	Muestra +2% cal	0.750	3	0.000
	Muestra +10% cal	0.915	3	0.433
	Muestra +0.25% sales	0.915	3	0.433
	Muestra +1.0% sales	0.992	3	0.826
	Muestra +0.25lt/m3 aceite sulfonado	1.000	3	1.000
	Muestra +0.35lt/m3 aceite sulfonado	1.000	3	1.000
	Muestra +5.0gal/m3 polímeros	0.964	3	0.637
	Muestra +7.5gal/m3 polímeros	0.750	3	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Normalidad de los datos alcanzados en grado de acidez o alcalinidad.

Propiedad	Muestra	Shapiro-Wilk		
		estad.	gl	Sig.
Grado de acidez o alcalinidad	Muestra patrón	0.750	3	0.000
	Muestra +2% cemento	1.000	3	1.000
	Muestra +10% cemento	1.000	3	1.000
	Muestra +2% cal	1.000	3	1.000
	Muestra +10% cal	1.000	3	1.000
	Muestra +0.25% sales	0.893	3	0.363
	Muestra +1.0% sales	1.000	3	1.000

	Muestra +0.25lt/m3 aceite sulfonado	1.000	3	1.000
	Muestra +0.35lt/m3 aceite sulfonado	0.750	3	0.000
	Muestra +5.0gal/m3 polimeros	0.893	3	0.363
	Muestra +7.5gal/m3 polimeros	0.750	3	0.000

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber determinado la naturaleza paramétrica de los datos, se establece por tal razón que debe de emplearse el estadístico de ANOVA de un factor (si se tiene homogeneidad de varianzas) o el test de Welch (si no se tiene homogeneidad de varianzas). Ambos estadísticos tienen la finalidad de determinar si las medias se diferencian entre sí de forma significativa. En tal sentido se determinó por medio del estadístico de Levene la homogeneidad de varianzas de los datos, planteándose las siguientes hipótesis:

Ho: Existe homogeneidad de varianzas entre los grupos de datos.

Hi: No existe homogeneidad de varianzas entre los grupos de datos.

Consecuentemente, la siguiente tabla nos presenta los resultados de la aplicación de tal estadístico.

Tabla 19: Homogeneidad de varianzas, estadístico de Levene.

Propiedad	Estadístico de Levene	g1	g2	Sig.
Consistencia del suelo	1.529	10	22	0.195
Valor de soporte del suelo	2.868	10	22	0.019
Grado de acidez o alcalinidad suelo	1.880	10	22	0.104

Fuente: Elaboración propia.

Se logra observar, que los valores de la consistencia y del grado de acidez o alcalinidad presentan significancias mayores a 0.05, lo que se traduce en que, si existe homogeneidad de varianzas en ambos casos, por lo que se aplicaría la prueba del ANOVA en tales propiedades. Por otro lado, los valores de valor de soporte exponen

una significancia que es menor a 0.05, lo cual significa, que no existe homogeneidad de varianzas, lo que conllevaría a emplear la prueba de Welch, en tal propiedad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Se expone los resultados alcanzados en relación a las propiedades de consistencia, valor de soporte y grado de acidez o alcalinidad del suelo de subrasante natural en estudio que se denominó como muestra convencional y de las muestras de suelo de subrasante mejoradas con los distintos estabilizantes químicos (cemento, cal, sales, aceite sulfonado y polímeros).

4.1. Descripción de Resultados

4.1.1. Consistencia del suelo

Se cuantificó la consistencia de la subrasante por medio de la plasticidad, es decir se empleó el índice de plasticidad para definir este parámetro. En ese sentido se alcanzaron los valores que se presentan en la **Tabla 20**, en conformidad al ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

Observándose que, la muestra patrón presenta un IP de 11.54%, mientras que las muestras estabilizadas presentan valores menores al patrón. Siendo el IP igual a 9.48% y 6.56%

para la muestra +2% y +10% de cemento respectivamente, IP igual a 8.97% y 5.11% para la muestra +2% y +10% de cal respectivamente, IP igual a 10.00% y 9.06% para la muestra +0.25% y +1.0% de sales respectivamente, IP igual a 10.77% y 10.24% para la muestra +0.25 lt/m³ y +0.35 lt/m³ de aceite sulfonado respectivamente y finalmente IP igual a 9.86% y 8.30% para la muestra +5.0 gal/m³ y +7.5 gal/m³ de polímeros respectivamente.

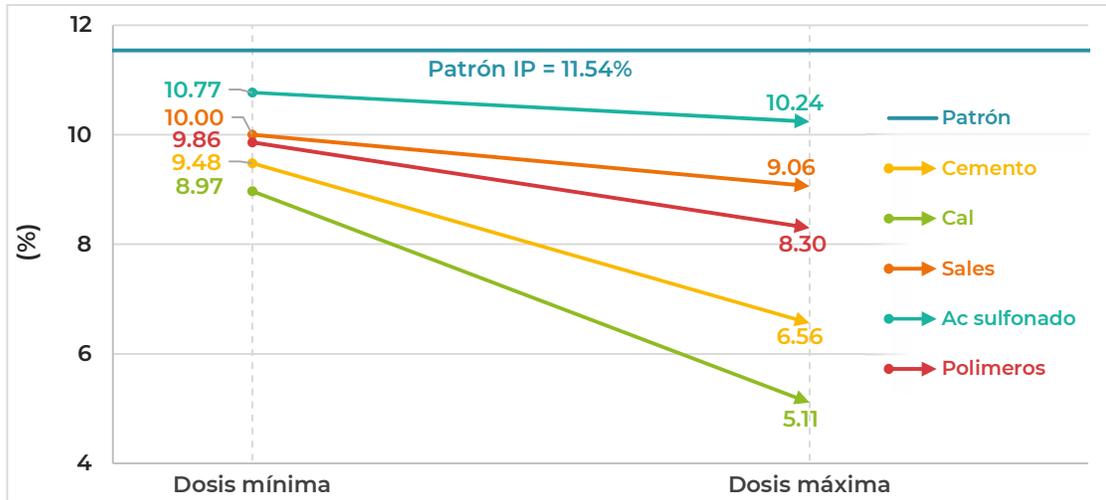
Tabla 20: Consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.

Muestra	Consistencia (%)	Variación (%)
Muestra patrón	11.54	0.0%
Muestra +2% cemento	9.48	-17.9%
Muestra +10% cemento	6.56	-43.2%
Muestra +2% cal	8.97	-22.3%
Muestra +10% cal	5.11	-55.7%
Muestra +0.25% sales	10.00	-13.3%
Muestra +1.0% sales	9.06	-21.5%
Muestra +0.25 lt/m ³ aceite sulfonado	10.77	-6.7%
Muestra +0.35 lt/m ³ aceite sulfonado	10.24	-11.3%
Muestra +5.0 gal/m ³ polímeros	9.86	-14.6%
Muestra +7.5 gal/m ³ polímeros	8.30	-28.1%

Fuente: Elaboración propia.

De los datos anteriormente mencionados (**Tabla 20:** Consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas. **Tabla 20**), se elaboró la **Figura 12** que representa los mismos datos en un gráfico de dispersión, donde se aprecia con mayor claridad que todos los agentes estabilizantes generan que la plasticidad de la subrasante se reduzca, generando mayores resultados en sus dosis máximas. Asimismo, los valores mínimos registrados corresponden al cemento y la cal en su dosis máxima (+10% de cemento y +10% de cal).

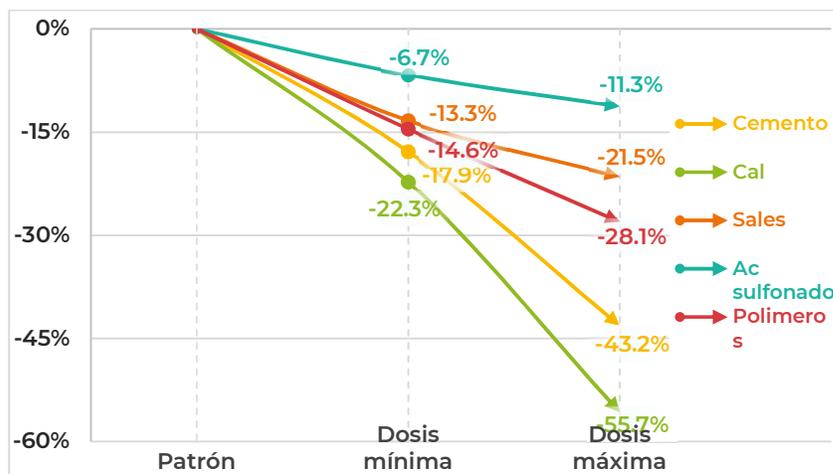
Figura 12: Consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.



Fuente: Elaboración propia.

De igual forma la **Figura 13**, muestra gráficamente las variaciones porcentuales que experimenta la propiedad de consistencia del suelo, siendo una de las más notables las muestras con aceite sulfonado, puesto que presentan las menores reducciones de -6.7% y -11.3% (+0.25 y +0.75 lt/m³ de aceite sulfonado respectivamente). Así como la cal y el cemento, puesto que son los que generan la mayor reducción de la consistencia del suelo, siendo para la cal -22.3% y -55.7% (+2% y +10% de cal respectivamente) y para el cemento -17.9% y -43.2% (+2% y +10% de cemento respectivamente).

Figura 13: Variación de consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Valor de soporte del suelo

Se estableció el valor de soporte de la subrasante a través del valor de CBR. En tal sentido se obtuvieron los resultados que se muestran en la **Tabla 21**, según el ensayo MTC E 132. Contemplando así que la muestra patrón presenta un CBR de 4.6% (subrasante insuficiente), mientras que las muestras estabilizadas presentan valores mayores al patrón. Siendo el CBR igual a 30.0% y 41.9% para la muestra +2% y +10% de cemento respectivamente, CBR igual a 22.7% y 42.7% para la muestra +2% y +10% de cal respectivamente, CBR igual a 14.9% y 13.2% para la muestra +0.25% y +1.0% de sales respectivamente, CBR igual a 17.5% y 43.1% para la muestra +0.25 lt/m³ y +0.35 lt/m³ de aceite sulfonado respectivamente y finalmente CBR igual 14.0% y 27.7% para la muestra +5.0 gal/m³ y +7.5 gal/m³ de polímeros respectivamente.

Tabla 21: Valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.

Muestra	Valor de soporte (%)	Variación (%)
Muestra patrón	4.6	0.0%
Muestra +2% cemento	30.0	+552.2%
Muestra +10% cemento	41.9	+810.9%
Muestra +2% cal	22.7	+393.5%
Muestra +10% cal	42.7	+828.3%
Muestra +0.25% sales	14.9	+223.9%
Muestra +1.0% sales	13.2	+187.0%
Muestra +0.25lt/m ³ aceite sulfonado	17.5	+280.4%
Muestra +0.35lt/m ³ aceite sulfonado	43.1	+837.0%
Muestra +5.0gal/m ³ polímeros	14.0	+204.3%
Muestra +7.5gal/m ³ polímeros	27.7	+502.2%

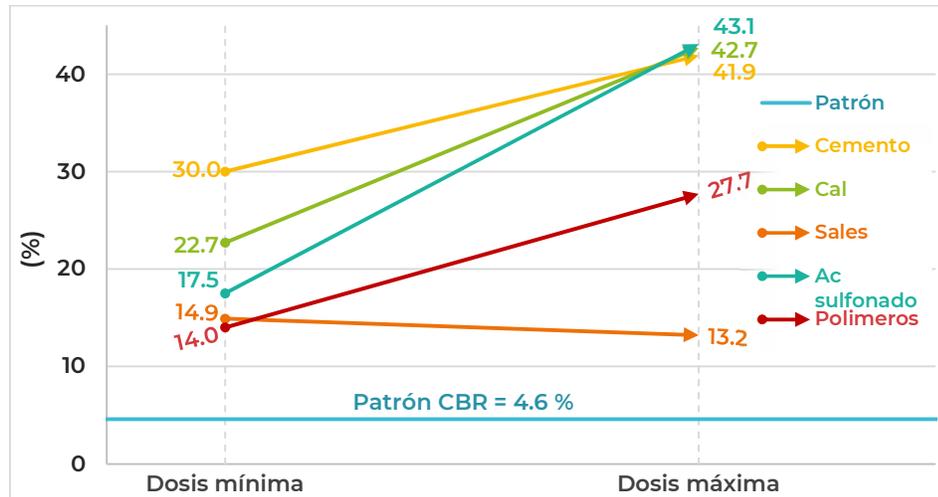
Fuente: Elaboración propia.

Según los parámetros mencionados en la **Tabla 21** **Tabla 20:** Consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas. **Tabla 20**, se preparó la

Figura 14 que muestra tales resultados en una gráfica de dispersión, en la cual se aprecia con mayor facilidad que todos los agentes estabilizantes logran que el valor del CBR de la subrasante se incremente de forma sobresaliente, generando los mayores resultados en sus dosis máximas, a excepción de las muestras con sales donde el a la dosis máxima es

menor en relación a su dosis mínima, lo que supondría que su dosis óptima se encuentre en un punto medio. Asimismo, los valores máximos registrados corresponden al cemento, la cal y el aceite sulfonado en su dosis máxima (+10% de cemento, +10% de cal y +0.35 lt/m³ de aceite sulfonado).

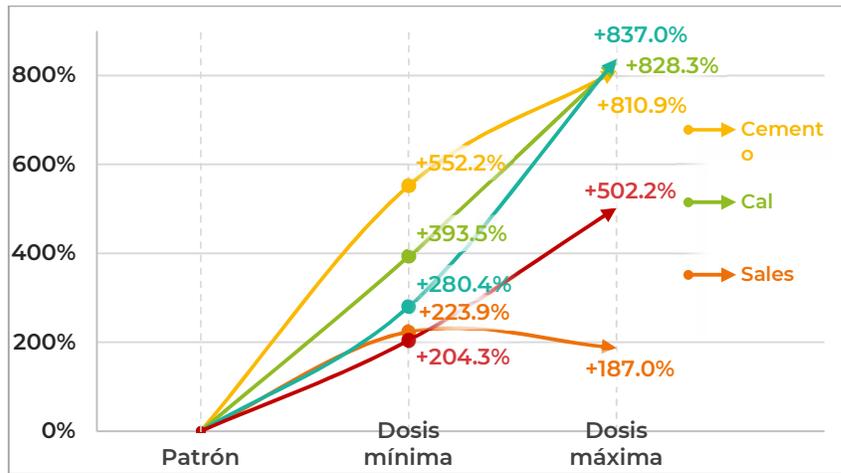
Figura 14: Valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.



Fuente: Elaboración propia.

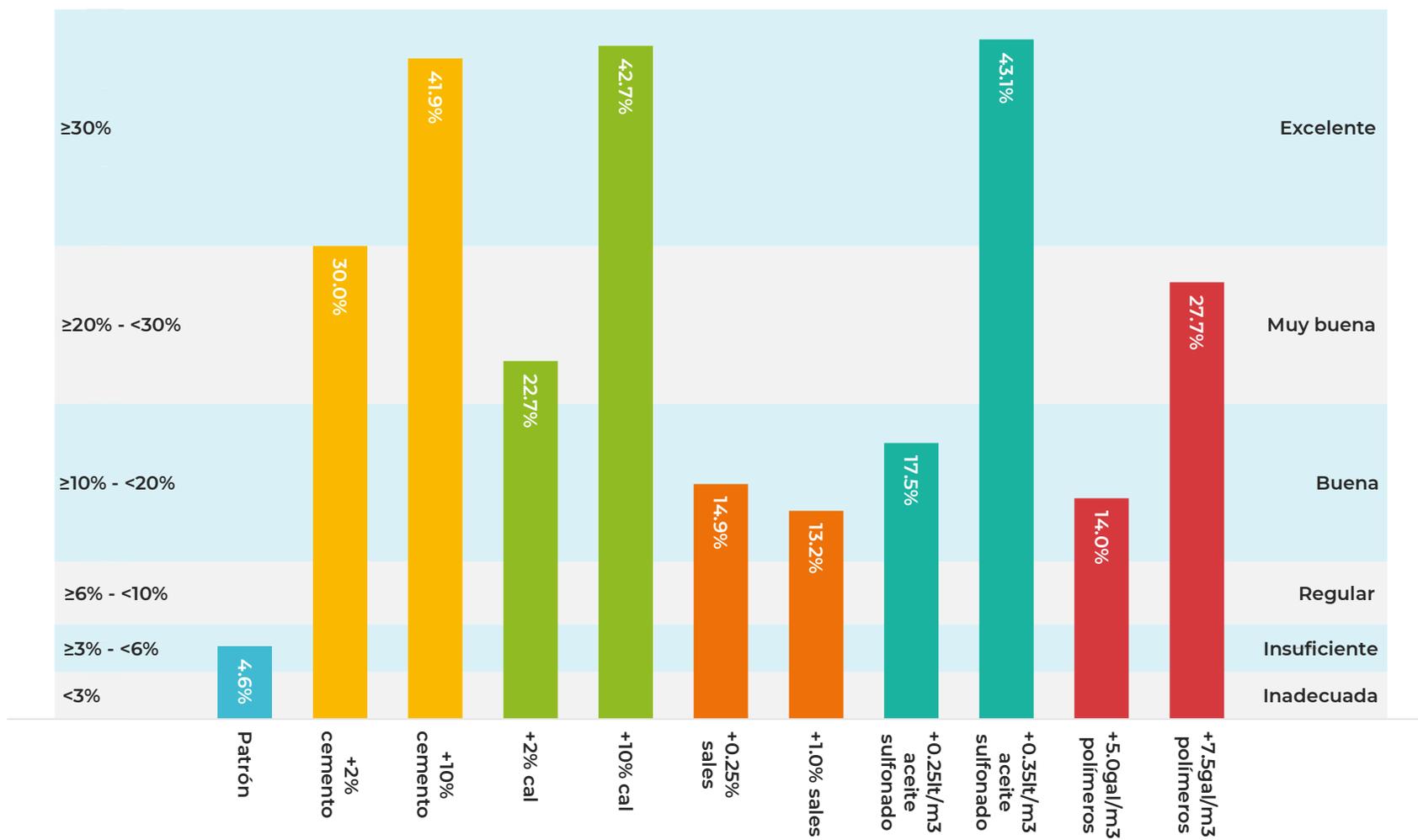
De forma consecutiva, en la **Figura 15** presenta de manera gráfica las variaciones porcentuales que experimenta la propiedad de valor de soporte del suelo, siendo una de las más importantes la muestra con sales, puesto que presenta los menores incrementos de +223.9% y +187.0% (+0.25% y +1.0% de sales respectivamente). Así como la cal, el cemento y el aceite sulfonado son los que generan el mayor incremento del valor de soporte del suelo, siendo para el cemento +810.9% (+10% de cemento), para la cal +828.3% (+10% de cal) y para el aceite sulfonado +837.0% (+0.35lt/m³ de aceite sulfonado).

Figura 15: Variación del valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Clasificación del valor de soporte del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Grado de acidez o alcalinidad del suelo

Se determinó el grado de acidez o alcalinidad de la subrasante a través del valor de Ph. En este sentido se consiguieron los resultados que se presentan en la **Donde se** aprecia que, la muestra patrón presenta un PH de 6.5, mientras que las muestras estabilizadas presentan valores superiores al patrón. Siendo el PH igual a 11.2 y 12.1 para la muestra +2% y +10% de cemento respectivamente, PH igual a 11.5 y 13.2 para la muestra +2% y +10% de cal respectivamente, PH igual a 7.0 y 7.2 para la muestra +0.25% y +1.0% de sales respectivamente, PH igual a 6.5 y 6.9 para la muestra +0.25 lt/m³ y +0.35 lt/m³ de aceite sulfonado respectivamente y finalmente PH igual a 6.8 y 7.4 para la muestra +5.0 gal/m³ y +7.5 gal/m³ de polímeros respectivamente.

Tabla 22 **Tabla 21**, el cual se realizó en conformidad al ensayo MTC E 129.

Donde se aprecia que, la muestra patrón presenta un PH de 6.5, mientras que las muestras estabilizadas presentan valores superiores al patrón. Siendo el PH igual a 11.2 y 12.1 para la muestra +2% y +10% de cemento respectivamente, PH igual a 11.5 y 13.2 para la muestra +2% y +10% de cal respectivamente, PH igual a 7.0 y 7.2 para la muestra +0.25% y +1.0% de sales respectivamente, PH igual a 6.5 y 6.9 para la muestra +0.25 lt/m³ y +0.35 lt/m³ de aceite sulfonado respectivamente y finalmente PH igual a 6.8 y 7.4 para la muestra +5.0 gal/m³ y +7.5 gal/m³ de polímeros respectivamente.

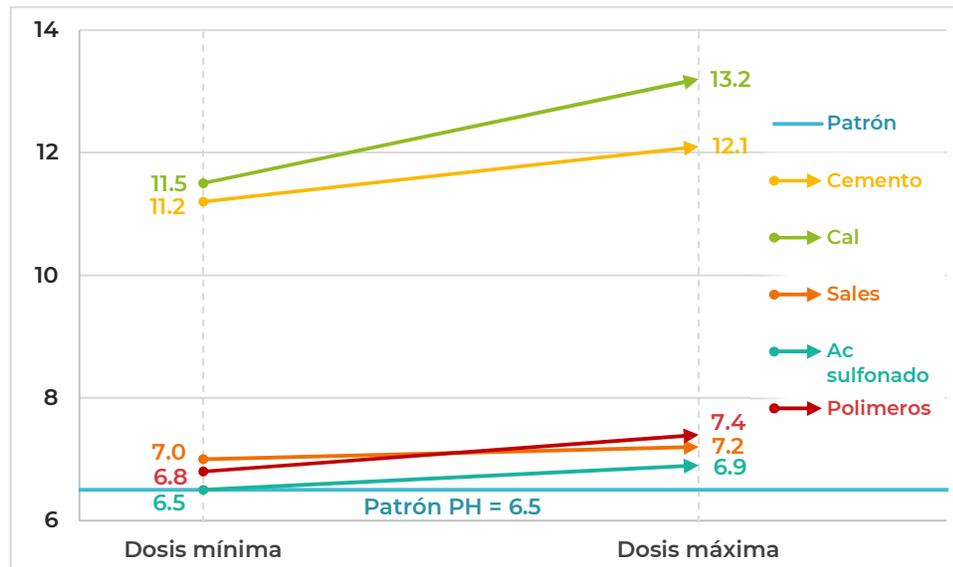
Tabla 22: *Grado de acidez o alcalinidad del suelo, de muestras de subrasante patrón y de subrasantes mejoradas.*

Muestra	PH	Variación (%)
Muestra patrón	6.5	0.00%
Muestra +2% cemento	11.2	+72.3%
Muestra +10% cemento	12.1	+86.2%
Muestra +2% cal	11.5	+76.9%
Muestra +10% cal	13.2	+103.1%
Muestra +0.25% sales	7.0	+7.7%
Muestra +1.0% sales	7.2	+10.8%
Muestra +0.25lt/m ³ aceite sulfonado	6.5	0.0%
Muestra +0.35lt/m ³ aceite sulfonado	6.9	+6.2%
Muestra +5.0gal/m ³ polímeros	6.8	+4.6%
Muestra +7.5gal/m ³ polímeros	7.4	+13.8%

Fuente: Elaboración propia.

Con datos ya indicados en la **Tabla 20**: Consistencia del suelo, subrasante patrón y subrasantes mejoradas. **Tabla 22**, se elaboró la **Figura 17** que grafica los resultados mencionados en un esquema de dispersión, se elaboró la **Figura 17** que grafica los resultados mencionados en un esquema de dispersión, donde se logra percibir con mayor simpleza que todos los agentes estabilizantes provocan que el grado de acidez o alcalinidad de la subrasante (expresado en la escala de Ph) se incremente, generando incrementos modestos al emplearse polímeros, sales y aceite sulfonado, al contrario se generan incrementos destacados al emplearse cemento y cal.

Figura 17: Grado de acidez o alcalinidad del suelo, de muestras de subrasante patrón y de subrasantes mejoradas.

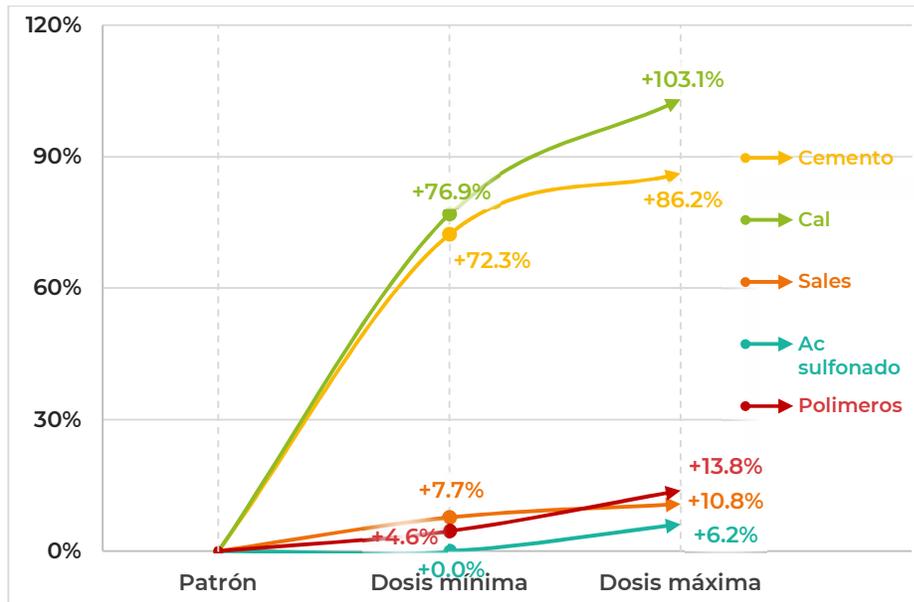


Fuente: Elaboración propia.

En este aspecto, la **Figura 18** **Figura 13**, presenta las variaciones porcentuales de forma gráfica que experimenta la propiedad de grado de acidez o alcalinidad del suelo, siendo una de las más notables las muestras con cemento y cal, puesto que son los que generan la mayor variación del grado de acidez o alcalinidad del suelo, siendo para la cal +79.6% y +103.1% (+2% y +10% de cal respectivamente) y para el cemento +72.3% y +86.2% (+2% y +10% de cemento respectivamente). Mientras que, por otro lado, los polímeros, el aceite sulfonado y las sales, son los que generan variaciones mínimas en la escala Ph,

siendo las variaciones para los polímeros +4.6% y +13.8% (+5.0 y +7.5 gal/m³ de polímeros respectivamente), para el aceite sulfonado 0.0% y +6.2% (+0.25 y +0.75 lt/m³ de aceite sulfonado respectivamente) y para las sales +7.7% y +10.8% +0.25% y +1.0% de sales respectivamente).

Figura 18: Variación del grado de acidez o alcalinidad del suelo, de muestras de subrasante patrón y de subrasantes mejoradas.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Contrastación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis específica “a”

Con respecto al problema específico:

- a) *¿De qué manera varía la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes arcillosas, Huancayo 2022?*

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Hi: Existen diferencias significativas entre las medias de los datos de consistencia del suelo según los estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes arcillosas, Huancayo 2022.

Ho: No existen diferencias significativas entre las medias de los datos de consistencia del suelo según los estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes arcillosas, Huancayo 2022.

Prosiguiendo, en la siguiente tabulación, se muestra la prueba del ANOVA de un factor, estadístico que analiza las varianzas para determinar si existen diferencias significativas, del catálogo dado se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula, es decir que si existen diferencias significativas entre las medias de los datos de consistencia del suelo en los once grupos propuestos.

Tabla 23: ANOVA de un factor, consistencia del suelo.

Propiedad	Grupo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Consistencia del suelo	Inter - grupos	103.80	10	10.38	45.04	0.000
	Intra - grupos	5.07	22	0.23		
	Total	108.87	32			

Fuente: Elaboración propia.

Se procede, además, a establecer la diferencia que existen entre los datos de la muestra patrón con los datos de las muestras estabilizadas, y cuál de tales grupos es el que presenta la mayor diferencia con respecto al patrón. Para este fin se empleó la prueba de Post Hoc, específicamente el estadístico de Tukey (porque si existe homogeneidad de varianzas). En conformidad a lo mostrado en la tabla siguiente, se puede indicar que las muestras con +10% cemento, con +2% cal, con +10% cal, con +1.0% cal y con +7.5gal/m³ polímeros son los grupos que presentan la significancia menor (sig, igual a 0.000), por lo que se puede afirmar que tales muestras son las que generan la mayor diferencia en la propiedad de consistencia del suelo. Asimismo, que según la diferencia de medias (i-J) la muestra con +2% cal, es la que muestra con la mayor diferencia en relación a la muestra patrón.

Tabla 24: Post Hoc - Tukey, consistencia del suelo.

Comparación entre grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Muestra +2% cemento	2.06	0.392	0.001	0.659	3.461
	Muestra +10% cemento	4.98	0.392	0.000	3.579	6.381
	Muestra +2% cal	2.57	0.392	0.000	1.169	3.971
	Muestra +10% cal	6.43	0.392	0.000	5.029	7.831
	Muestra +0.25% sales	1.54	0.392	0.023	0.139	2.941
	Muestra +1.0% sales	2.48	0.392	0.000	1.079	3.881
	Muestra +0.25lt/m ³ aceite sulfonado	0.77	0.392	0.673	-0.631	2.171
	Muestra +0.35lt/m ³ aceite sulfonado	1.30	0.392	0.085	0-.101	2.701
	Muestra +5.0gal/m ³ polímeros	1.68	0.392	0.011	0.279	3.081
	Muestra +7.5gal/m ³ polímeros	3.24	0.392	0.000	1.839	4.641

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Hipótesis específica “b”

Con respecto al problema específico:

- b) *¿En qué medida varía el valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?*

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Hi: Existen diferencias significativas entre las medias de los datos de valor de soporte del suelo según los estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022.

Ho: No existen diferencias significativas entre las medias de los datos de valor de soporte del suelo según los estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022.

Seguidamente, la tabla siguiente exhibe la prueba de Welch, de este se puede observar que el nivel de significancia igual a 0.000, valor que es menor a 0.05, por lo que se refuta la hipótesis nula, indicando así que existen en sus once grupos diferencias significativas entre las medias del valor de soporte del suelo.

Tabla 25: Welch, valor de soporte del suelo.

Propiedad	Grupo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Consistencia del suelo	Inter - grupos	207.68	10	20.77	713.91	0.000
	Intra - grupos	0.64	22	0.03		
	Total	208.32	32			

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, se estableció las diferencias que existen entre los datos de la muestra patrón y los datos de las muestras estabilizadas, y que grupo es el que mostró la mayor diferencia en relación al patrón. Con esa finalidad se aplicó la prueba de Post Hoc, exactamente el estadístico de Games-Howel (porque no existe homogeneidad de varianzas). De acuerdo a la tabla siguiente, se puede indicar que todas las muestras estabilizadas presentan la significancia menor a 0.05, por lo que se puede afirmar que las muestras con estabilizadores químicos tienen impacto significativo sobre en la propiedad de valor de soporte del suelo. Asimismo, que las muestras con +10% cemento, con +10% cal y con +0.35lt/m³ aceite sulfonado, son las que tiene mayor diferencia en relación a la muestra patrón. Siendo con +0.35lt/m³ aceite sulfonado la mayor diferencia obtenida.

Tabla 26: Post Hoc – Games Howel, valor de soporte del suelo.

Comparación entre grupos		Diferencia de medias (I- J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Muestra +2% cemento	-25.40	0.417	0.001	-29.040	21.760
	Muestra +10% cemento	-37.30	1.160	0.005	-48.851	25.749
	Muestra +2% cal	-18.10	0.709	0.007	-24.914	11.286
	Muestra +10% cal	-38.10	0.151	0.000	-38.957	37.243
	Muestra +0.25% sales	-10.30	0.233	0.000	-11.875	-8.725
	Muestra +1.0% sales	-8.60	0.246	0.000	-10.319	-6.881

Muestra +0.25lt/m ³ aceite sulfonado	-12.90	0.475	0.004	- 17.178	-8.622
Muestra +0.35lt/m ³ aceite sulfonado	-38.50	0.160	0.000	- 39.407	- 37.593
Muestra +5.0gal/m ³ polímeros	-9.40	0.854	0.039	- 17.753	-1.047
Muestra +7.5gal/m ³ polímeros	-23.10	1.006	0.009	- 33.049	- 13.151

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Hipótesis específica “c”

En relación al problema específico:

- c) *¿De qué manera altera el grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?*

Se plantearon las siguientes hipótesis:

Hi: Existen diferencias significativas entre las medias de los valores del grado de acidez o alcalinidad del suelo según los estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes arcillosas, Huancayo 2022.

Ho: No existen diferencias significativas entre las medias de los valores del grado de acidez o alcalinidad del suelo según los estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes arcillosas, Huancayo 2022.

Finalmente, en el cuadro posterior se muestra la prueba ANOVA de un factor, estadístico que examina las varianzas para establecer la existencia de diferencias significativas, de la tabla se observa que el nivel de significancia no es mayor a 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula, lo que se traduce en que, entre las medias de los datos de grado de acidez o alcalinidad del suelo, si existen diferencias significativas en los once grupos propuestos.

Tabla 27: ANOVA de un factor, grado de acidez o alcalinidad del suelo.

Propiedad	Grupo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Consistencia del suelo	Inter - grupos	207.68	10	20.77	713.91	0.000
	Intra - grupos	0.64	22	0.03		
	Total	208.32	32			

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se procedió a conocer la diferencia que hay entre los datos de la muestra patrón y los datos de las muestras estabilizadas, y que grupo es el que presenta la menor diferencia en relación al patrón. Con ese objetivo se ejecutó la prueba de Post Hoc, exactamente el estadístico de Tukey (porque si existe homogeneidad de varianzas). Según lo mostrado en la tabla siguiente, se puede indicar que las muestras con +0.25lt/m³ aceite sulfonado y con +5.0gal/m³ polímeros, son los grupos que presentan la significancia mayor (sig, igual a 1.000 y 0.555 respectivamente), por lo que se puede afirmar que tales muestras son las que tienen el menor impacto sobre en la propiedad de grado de acidez o alcalinidad del suelo. Asimismo, que la muestra con +0.25lt/m³ aceite sulfonado, es la que muestra con una diferencia nula en relación a la muestra patrón.

Tabla 28: Post Hoc - Tukey, grado de acidez o alcalinidad del suelo.

Comparación entre grupos		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Muestra patrón	Muestra +2% cemento	-4.70	0.139	0.000	-5.198	-4.202
	Muestra +10% cemento	-5.60	0.139	0.000	-6.098	-5.102
	Muestra +2% cal	-5.00	0.139	0.000	-5.498	-4.502
	Muestra +10% cal	-6.70	0.139	0.000	-7.198	-6.202
	Muestra +0.25% sales	-0.50	0.139	0.048	-0.998	-0.002
	Muestra +1.0% sales	-0.70	0.139	0.002	-1.198	-0.202
	Muestra +0.25lt/m ³ aceite sulfonado	0.00	0.139	1.000	-0.498	0.498
	Muestra +0.35lt/m ³ aceite sulfonado	-0.40	0.139	0.195	-0.898	0.098
	Muestra +5.0gal/m ³ polímeros	-0.30	0.139	0.555	-0.798	0.198

	Muestra +7.5gal/m ³ polímeros	-0.90	0.139	0.000	-1.398	-0.402
--	---	-------	-------	-------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Consistencia del suelo

De acuerdo al análisis realizado en relación a la consistencia del suelo, parámetro cuantificado por medio del IP, según lo presentado en la **Tabla 20** se tiene que el IP de la muestra de subrasante patrón fue igual a 11.54%, que clasificaría a la subrasante con plasticidad media (en conformidad al Manual de carreteras MTC, sección suelos y pavimentos, pág. 32). Tal IP, al estabilizarse con los diferentes estabilizadores químicos, se reduce de forma notoria, siendo el cemento y la cal los estabilizadores que producen los mayores resultados, se tiene la reducción del -43.2% para el 10% de cemento y la reducción del -55.7% para el 10% de cal. Estas reducciones se deben a la naturaleza cementante y cohesiva que tienen estos 2 estabilizadores. Esta afirmación concuerda con lo obtenido por Castillo Parra (2018), que sostiene que la particularidad de los materiales cementantes, como la cal y el cemento, es que logran una mayor cohesión en el suelo, lo que consecuentemente conlleva a una consistencia más alta de la subrasante. Por otro lado, el investigador Guaman Iler (2018) menciona que los elementos con propiedades cementantes favorecen de forma directa a la estabilización de suelos, puesto que observa que la subrasante disminuye su índice de plasticidad, con lo que dejaría con considerar a la subrasante como elemento riesgoso como estructura.

5.2. Valor de soporte del suelo

De acuerdo al análisis de la propiedad de valor de soporte del suelo, parámetro expresado por el valor California Bearing Ratio (CBR), en conformidad a lo expuesto en la **Tabla 21** se tiene que el CBR de la muestra de subrasante patrón fue igual a 4.6%, clasificando así a la subrasante de insuficiente (en conformidad al Manual de carreteras MTC, sección suelos y pavimentos, pág. 35), material que al ser no apto para la capa de subrasante de una estructural vial, puede ser considerado para estabilización de suelos. En tal sentido, al emplearse los estabilizadores, se tiene que el CBR, se incrementa de forma radical, siendo el cemento, la cal y el aceite sulfonado los estabilizadores que producen los resultados más altos, se tiene el incremento de +41.9% para el 10% de cemento, el incremento de +42.7% para el 10% de cal y el incremento de +43.1% para el +0.35lt/m³ de aceite sulfonado. Estos incrementos son los esperados y demuestran el correcto funcionamiento de los agentes estabilizadores convencional. Por otro lado, las sales fue el estabilizador que presentó los incrementos más modestos en comparación a los demás estabilizadores. Este resultado contradice a lo concluido por Guaman Iler (2018), que afirma que las sales (dosis de 2.5%) produce resultados mayores a la cal (dosis de 7.5%), esta incompatibilidad puede ser causada por la clase de material predominante en la subrasante de estudio. No obstante, el autor castillo Parra (2018) indica en su investigación que la cal como agente estabilizador genera que los CBR alcancen valores cercanos al 80%.

5.3. Grado de acidez o alcalinidad del suelo

Con respecto al grado de acidez o alcalinidad del suelo y su análisis realizado, parámetro expresado por la escala de potencial de hidrogeno (PH), de acuerdo a lo presentado en la **Tabla 22** se tiene que el PH de la muestra de sub-rasante patrón fue igual a 6.5 (ligeramente ácido). Dado que el PH, al estabilizarse con los diversos estabilizadores

químicos, aumentan en la escala de Ph de forma notoria, siendo el cemento y la cal los estabilizadores que producen los mayores aumentos en la escala de Ph, se tiene el incremento del +103.2% para el 10% de cal y el incremento del +86.2% para el 10% de cemento. Estos aumentos en la escala del Ph son consecuencia a la naturaleza alcalina de estos materiales, mostrando resultados esperados. Por otro lado, el aceite sulfonado es el estabilizador que tiene menos impacto sobre la propiedad de Ph, puesto que presente un incremento del 0.0% para el +0.25lt/m³ aceite sulfonado y un incremento del +6.2% al +0.35lt/m³ aceite sulfonado. Estos resultados concuerdan con lo sostenido por Olaya Bulla (2018), que indica que el aceite sulfonado es una alternativa viable para mantener la integridad química del material, por su poca repercusión en el Ph del suelo estabilizado.

CONCLUSIONES

- a) Se realizaron las respectivas evaluaciones en dosificaciones mínimas y máximas para cada estabilizador químico, teniéndose los siguientes ítems: índice de plasticidad, valor de soporte CBR y ph de suelos, conforme a los resultados, se puede afirmar que el cemento, cal y polímeros son aptos y de gran ventaja en la estabilización de suelos arcillosos.
- b) Se concluye que después del análisis de plasticidad realizado para cada estabilizador químico, el cemento y la cal llegan a ser los estabilizadores que reducen notablemente la plasticidad del suelo, y en segunda instancia se tiene la aplicación de polímero que reduce significativamente.
- c) Los valores máximos registrados de CBR, corresponden principalmente a los siguientes estabilizadores: cemento, cal y aceite sulfonado, teniéndose en cuenta una dosis máxima (+10% de cemento, +10% de cal y +0.35 lt/m³ de aceite sulfonado).
- d) El suelo presenta mayores alteraciones con los estabilizadores: cal y cemento, siendo elementos alcalinos, y menores alteraciones con los estabilizadores: aceite sulfonado y polímeros, dándose a entender que son más eco amigables.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios complementarios con diferentes estabilizadores no mencionados en esta presente investigación.
- Se recomienda realizar una posible investigación haciendo uso del límite de contracción para poder evaluar los cambios del suelo ante efectos ambientales atmosféricos.
- Se recomienda evaluar la expansión producida durante la saturación de los especímenes de CBR.
- Se recomienda realizar investigaciones ligadas a los impactos ambientales producidos en suelos por aplicación de estabilizadores químicos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alatraste Cruz, Pablo Jhonny. 2018. *Aplicación del diseño del MTC 2014 para optimizar la transitabilidad vehicular en pavimentos* . Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Aliaga Rezza, Fredy Richard y Soriano Ochoa, Carlos Enrique. 2019. *Ánàlisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

Alvarez Benites, Nicols Cristina y Gutierrez Gallegos, Julio Alvaro. 2020. *Estudio experimental del efecto en el comportamiento mecánico al adicionar caucho triturado en un suelo arcilloso de baja plasticidad proveniente del caserío de Callampampa Llama-Cajamarca.* Programa Académico de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

Apolinarez Tovar, Alex Emerson. 2018. *Estabilización de la sub-rasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja.* Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Astorayme Salazar, Leo Marini y Ramón Díaz, Franco William. 2021. *Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con PET para obras geotécnicas, proveniente de botellas plásticas recicladas, en el distrito de Ricuricocha -Tarapoto.* Programa Académico de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.

Cañar Tiviano, Edwin Santiago. 2017. *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AL CORTE Y ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS FINOS Y ARCILLOSOS COMBINADAS CON CENIZA DE CARBÓN.* FACULTAD DE INGENIERÍA

CIVIL Y MECÁNICA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato : s.n., 2017.
Tesis de pregrado.

Castillo Briceño, Paola Emperatriz. 2018. *Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, la Libertad, 2018.* Escuela de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. 2018. Tesis de Pregrado.

Castillo Parra, Byron Fernando. 2018. *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas. **Camacho Tauta, Javier Fernando, y otros. 2006.** Bogotá : s.n., 30 de septiembre de 2006, Ciencia Ingeniería Neogranadina, pág. 9.

Gavilanes Bayas, Erick Giovanny. 2018. *Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur.* Escuela de Ingeniería Civil, Universidad internacional de Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

Giraldo Huertas, Juan José. 2016. *Manual para los seminarios de Investigación en Psicología.* 2016.

Guaman Iler, Israel Isaias. 2018. *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio).* Escuela Profesional de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Hidalgo Ramírez, Fernando y Saavedra Salazar, José Antonio. 2020. *Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para*

la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.

Hoyle Vega, Priscila Maria y Rodriguez Lopez, Carlos Alberto. 2019. *Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019.* Facultad de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo. Chimbote : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

Hoyle Vega, Priscila María y Rodríguez Lopez, Carlos Alberto. 2019. *Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019.* Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Chimbote : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. **Lozada, José. 2014.** 2014, Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, pág. 35.

Lalangue Córdova, óscar Elmer. 2019. “*Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019*”. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Piura : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

López Sumarriva, José Johel y Ortiz Pinares, Grely. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la Ciudad de Abancay.* Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica de los Andes. Apurímac : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Mamani Barriga, Lux Eva y Yataco Quispe, Alejandro Jesús. 2017. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en*

el departamento de Ayacucho. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Martín De Porres. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020. *Research Methodology fifth edition.* s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.

Méndez, Carlos. 2012. Research Induction. *Justificación de la Investigación.* [En línea] 2012.

Metodología de la Investigación. **Carrasco Díaz, Sergio. 2016.** 2016.

—. **Hernández Sampieri, Roberto. 2018.** 2018.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MTC. 2014. *Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos .* Lima : s.n., 2014.

—. **2013.** *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima : 2 da edición, 2013.

MTC E 107, Ministerio de Transporte y comunicaciones. 1999. *Análisis granulométrico de suelos por tamizado.* 1999.

MTC E 110, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000. *Determinación del límite líquido de los suelos.* 2000.

MTC E 111, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000. *Determinación del límite plástico e índice de plasticidad.* 2000.

MTC E 115, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000. *Proctor modificado .* 2000.

MTC E 129, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000. *Ph de los suelos.* 2000.

MTC E 132, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000. *CBR de suelos.* 2000.

MTC E 906, Ministerio de transporte y comunicaciones. 2000. *Permeability.* 2000.

MTC. 2013. *Especificaciones técnicas generales para construcción.* Lima : Setiembre de 2015, 2013.

—. **2016.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima : Edición mayo de 2016, 2016.

—. 2016. *Manual de ensayo de materiales*. Lima : Edición Mayo de 2016, 2016.

Olaya Bulla, Andres Paul. 2018. *Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional abierta y a distancia. Bucaramanga : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

Páez Ruano, John Eduard y Díaz Cruz, Luis Fernando. 2019. *Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás. Bogotá : s.n., 2019. Tesis de Grado.

Palomino Terán, Karen Estefany. 2018. *Capacidad portante (CBR) de un suelo arcilloso, con la incorporación del estabilizador maxxseal 100*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte. Cajamarca : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Perez Collantes, Carolina Alejandra. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Perez Collantes, Carolina Alejandro. 2018. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Pérez Mantilla, Yenner. 2018. *Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*)*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Pedro. Chimbote : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.

Quezada Osoria, Santiago Ernesto. 2017. *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

Quezada Osoria, Santiago. 2017. *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación.* Facultad de Ingeniería, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

Ravines Merino, María Alejandra. 2010. *Tests with an enzyme product as soil stabilizer agent for highways.* Facultad de ingeniería, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2010. pág. 247, Tesis de pregrado.

Relloso Chacin, Rafael. 2021. Investigation methodology. *Metodologia de la Investigacion.* Estados Unidos. : s.n., 2021, pág. 13.

research methodology. **Espinoza Montes, Ciro. 2014.** 2014.

Research methodology. **Tamayo Tamayo, Mario. 2012.** 2012.

Rodriguez, Daniela. 2020. *Applied research: characteristics, definition, examples.* Argentina : Lifeder, 2020.

Sierra Bravo, Restituto. 2014. *Social Research Techniques.* Madrid : s.n., 2014.

Taipe Sarmiento, Walter y Salas Tocasca, Edson. 2012. *Comportamiento del Pavimento Flexible con el uso de Geomallas en el distrito de Lircay KM 0+010 Camino a Ocopa departament de Huancavelica.* Facultad de ingeniria de Minas - Civil, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2012. Tesis Pregrado.

Terrones Cruz, Andrea Thatiana. 2018. *Stabilization of clay soils by adding cane bagasse ashes for the improvement of the subgrade in the Barraza sector, Trujillo - 2018.* Trujillo : s.n., 2018.

Valderrama Aparicio, Pedro Fernandez. 2013. *MODEL FOR THE MANAGEMENT OF THE RISK ASSOCIATED WITH THE GLOBAL COSTS IN THE POST-CONSTRUCTION PHASE IN MULTI-FAMILY BUILDINGS INTENDED FOR LEASING.* 2013.

Vallejo Espinoza, Jorge David. 2015. SCRIBD.
<https://es.scribd.com/document/266342950/Accion-Del-Aceite-Sulfonado-Sobre-Las-Particulas-Del-Suelo>. [En línea] 23 de Mayo de 2015.

Vásquez Rodríguez, War Antonio. 2020. *Metodología de la investigación*. Unidad Académica de Estudios Generales, Universidad de San Martín de Porres. Ciudad Universitaria Santa Anita : s.n., 2020.

Vásquez Vélez, Luz América. 2011. *"Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de Cuenca"*. FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.

Vilcas de la Cruz, Ever. 2022. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de ladrillo en vías no pavimentadas*. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2022. Tesis de Pregrado.

Zambrano, Silvana. 2019. SCRIBD. *<https://es.scribd.com/document/437037021/Ficha-Tecnica-Eucalipto>*. [En línea] 26 de Noviembre de 2019.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia



Anexo 1 – Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general: ¿Cuáles son los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?	Objetivo general: Determinar los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022	Hipótesis general: Los resultados entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas son principalmente las variaciones entre plasticidad, resistencia y alteración de ph en los suelos.	1: Variable Independiente Estabilizadores químicos	TIPOLOGIA	Estabilización Con Cemento	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental. POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN. La población estará comprendida por suelos en la provincia de Huancayo, región Junín. MUESTRA: La muestra será determinada según el tipo de muestreo no probabilístico dirigido, y corresponderá como unidad de muestra al suelo del Jr. La Unión, comprendido entre los jirones Manco Cápac y Jr. Miguel Grau – Anexo de Cochas Chico, distrito de El tambo, provincia de Huancayo. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio, procesamiento de ensayos, análisis de resultados. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS: Estadístico y probabilístico.
				Estabilización Con Cal Sales		
				Estabilización Con Aceite Sulfonado		
				Estabilización Con Polímeros		
				DOSIFICACION	Lt/M3 O Kg/M3	
DENSIDAD	Gr/Cm3					
Problemas específicos: a) ¿De qué manera varía la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022? b) ¿En qué medida varía el valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022? c) ¿De qué manera altera el grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022?	Objetivos específicos a) Analizar la variación de la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022 b) Evaluar la variación del valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022. c) Determinar la alteración del grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, Huancayo 2022	Hipótesis específicas a) La variación de la consistencia del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, será de acuerdo al tipo de estabilizador por su propiedad de intercambiar cationes en las partículas. b) La variación del valor de soporte de suelos entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, será de acuerdo al tipo de estabilizador siendo de manera creciente o decreciente. c) La alteración del grado de acidez o alcalinidad del suelo entre estabilizadores químicos aplicados para el mejoramiento de subrasantes Arcillosas, será mayormente de grado alcalino, alterando el ph de un suelo natural	2: Variable Dependiente Mejoramiento de Subrasantes arcillosas	CONSISTENCIA DEL SUELO	Plasticidad	
				MEJORA DE CAPACIDAD DE SOPORTE	Cbr	
				ALTERACION DEL GRADO DE ACIDEZ Y/O ALCALINIDAD DE SUELO	Potencial Hidrogeno	De

Anexo N°03: Fichas de laboratorio y Certificados de ensayos.



Código: AG-HS-001
2021-I

Elaborado por el laboratorio

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (NTP 339.128
(1999) -ASTM D 422-MTC E 107) Y CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(ASTM D 2216-MTC E 108-NTP 339.127)**

Proyecto: _____

Calicata: _____ Estrato: _____

Fecha de recepción: _____ Fecha del ensayo: _____

Elaborado por: _____

CONTENIDO DE HUMEDAD	Peso de la muestra
Código del recipiente	
Masa de recipiente (g)	
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	
Masa del recipiente + suelo seco (g)	

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)
3"	75.00	
2"	50.00	
1 1/2"	37.50	
1"	25.00	
3/4"	19.00	
3/8"	9.50	
Nº 4	4.75	
Nº 8	2.36	
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.18	
Nº 20	0.85	
Nº 30	0.60	
Nº 40	0.43	
Nº 50	0.30	
Nº 60	0.25	
Nº 100	0.15	
Nº 140	0.16	
Nº 200	0.075	
FONDO	-----	

Masa total de la muestra

Masa inicial (g):

Masa final (g):



Código: LLP-001
2021-I

Elaborado por el laboratorio

**ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO
DE LOS SUELOS
NTP 339.129 (2014)-ASTM D 4318-MTC E 110-111**

Proyecto: _____

Calicata: _____ Estrato: _____

Fecha de recepción: _____ Fecha del ensayo: _____

Elaborado por: _____

T° del ambiente =

T° del horno =

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)			LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)	
Nº de capsula					
Masa de la tara					
Masa tara + Suelo húmedo					
Masa tara + Suelo seco					
Nº de golpes				-----	-----



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



Código: PHS-001
2021-I
Elaborado por el laboratorio

ENSAYO DEL PH DE SUELOS
NTP 339.176/MTC E 129

Proyecto: _____
Calicata: _____ Estrato: _____
Fecha de recepción: _____ Fecha del ensayo: _____
Elaborado por: _____

PH-01	
PH-02	
PH-03	
Promedio	



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



Código: PM-CBR-002
2021-I
Elaborado por el laboratorio

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE SUELOS
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Proyecto: _____
Calicata: _____ Estrato: _____
Fecha de recepción: _____ Fecha del ensayo: _____
Elaborado por: _____

TIPO DE MÉTODO	CANTIDAD (gr)	PORCENTAJE (%)
Retenido Tamiz 1"		
Retenido Tamiz 3/4"		
Retenido Tamiz 3/8"		
Retenido Tamiz N°4"		
Pasante del tamiz N°4"		
Suma		

Método = _____
OCH = _____
MDS = _____

COMPACTACIÓN				
ENSAYO N°	1	2	3	4
N° de capas	5	5	5	5
N° de golpes				
Masa del molde (g)				
Volumen del molde (cm ³)				
% de agua				
Masa suelo húmedo + molde (g)				
HUMEDAD (%)				
N° de tara				
Masa de tara (g)				
Masa de tara + suelo húmedo (g)				
Masa de tara + suelo seco (g)				



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



ENSAYO CBR DE SUELOS (NTP 399.140-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193)

ENSAYO N°	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N° de capas	5		5		5	
N° de golpes	56		25		12	
Masa del molde (g)						
Volumen del molde (cm ³)						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Masa suelo húmedo + molde (g)						
N° de tara						
Masa de tara (g)						
Masa de tara + suelo húmedo (g)						
Masa de tara + suelo seco (g)						

EXPANSIÓN					
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL (mm)		
			MOLDE N°1	MOLDE N°2	MOLDE N°3
		0			
		24			
		48			
		72			
		96			

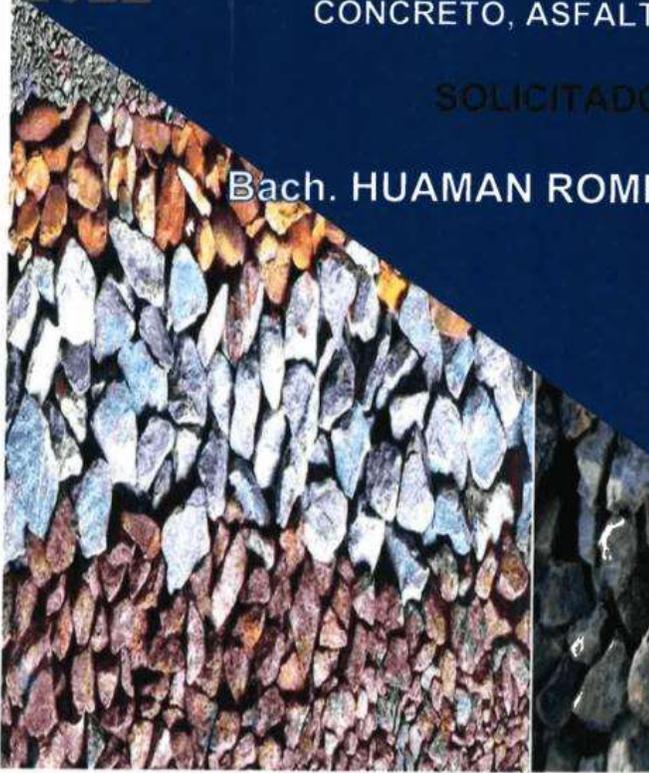
PENETRACIÓN (PLG)	LECTURA DEL DIAL (mm)		
	MOLDE N°1	MOLDE N°2	MOLDE N°3
0.000			
0.025			
0.050			
0.075			
0.100			
0.150			
0.200			
0.250			
0.300			
0.400			
0.500			

2022

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

SOLICITADO POR:

Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL



**TESIS: " ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES
QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO
DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"**



GEO TEST V S.A.C.





LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA



• RUC: 20606529229
• Psj. GRAU #211- CHILCA
• 980329953 / 952525151

• GEO TEST V S.A.C.
• GEOTEST.V@GMAIL.COM
• LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO- JUNIN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : MATERIAL DE CALICATA
 N° de muestra : -
 Clase de material : SUELO NATURAL
 Fecha de emisión : JULIO - 2022

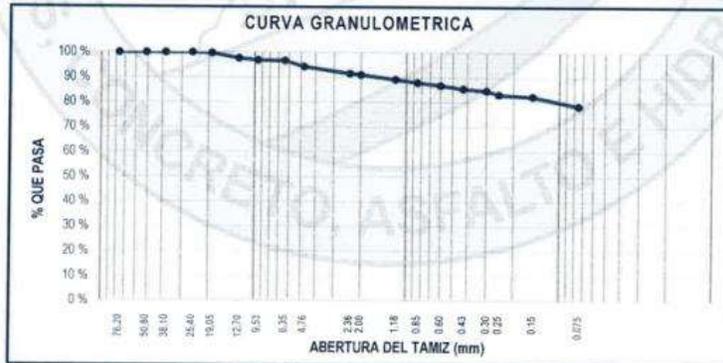
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	15.00	0.24	0.24	99.76
1/2"	12.70	130.10	2.09	2.33	97.67
3/8"	9.53	51.10	0.82	3.15	96.85
1/4"	6.35	10.00	0.16	3.31	96.69
N° 4	4.76	150.90	2.42	5.73	94.27
N° 8	2.36	166.06	2.65	8.39	91.61
N° 10	2.00	32.01	0.51	8.91	91.09
N° 16	1.18	120.04	1.93	10.83	89.17
N° 20	0.85	78.30	1.26	12.09	87.91
N° 30	0.60	72.03	1.16	13.25	86.75
N° 40	0.43	78.30	1.26	14.50	85.50
N° 50	0.30	54.02	0.87	15.37	84.63
N° 60	0.25	90.50	1.45	16.82	83.18
N° 100	0.15	50.60	0.81	17.63	82.37
N° 200	0.075	244.09	3.92	21.55	78.45
FONDO		4889.4	78.45	100.00	0.00
TOTAL		6232.40	100.00 %		

GRUPOS SEGÚN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	5.73 %
ARENA	15.82 %
FINO	78.45 %
TOTAL	100.00 %

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127)	
Código de recipiente	-
Masa de recipiente (g)	85.20 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	395.95 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	345.10 g
Masa de agua (g)	50.85 g
Masa de suelo seco (g)	259.90 g
Contenido de humedad %	19.57 %



Símbolo del grupo (SUCS) = CL
 Nombre del grupo (SUCS) = ARCILLA LIGERA CON ARENA
 AASHTO = A-6 (0)

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 P.S.J. GRAU #211- D.HILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

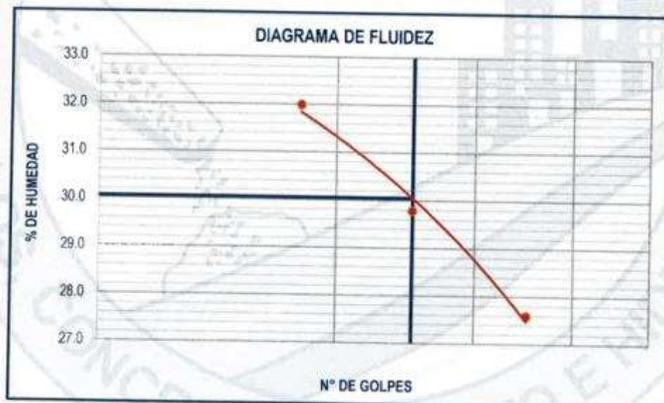
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.		
Expediente N°	: EXP-188-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: MATERIAL DE CALICATA
Peticionario	: BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL	N° de muestra	: -
Ubicación	: HUANCAYO- JUNIN	Clase de material	: SUELO NATURAL
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: JULIO - 2022
Fecha de recepción	: JUNIO 2022		

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	73.20	53.00	46.70	22.50	23.80
Masa cápsula + Suelo seco (g)	59.31	43.59	39.26	21.64	22.77
Masa cápsula (g)	15.90	12.00	12.30	17.00	17.20
Masa del agua (g)	13.89	9.41	7.44	0.86	1.03
Masa del suelo seco (g)	43.41	31.59	26.96	4.64	5.57
Contenido de humedad %	32.00 %	29.79 %	27.60 %	18.53 %	18.49 %
Nro. De golpes	18	25	35	I	II



LÍMITE LÍQUIDO
LL.: 30.05 %

LÍMITE PLÁSTICO
LP.: 18.51 %

ÍNDICE PLÁSTICO
IP.: 11.54 %


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. GRAU #211- CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
 Estructura : VARIOS
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : Material de calicata
 N° de muestra : -
 Clase de material : SUELO NATURAL
 Norma : MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,601.0	5,680.0	5,715.0	5,700.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,841.0	1,920.0	1,955.0	1,940.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.929	2.012	2.048	2.033

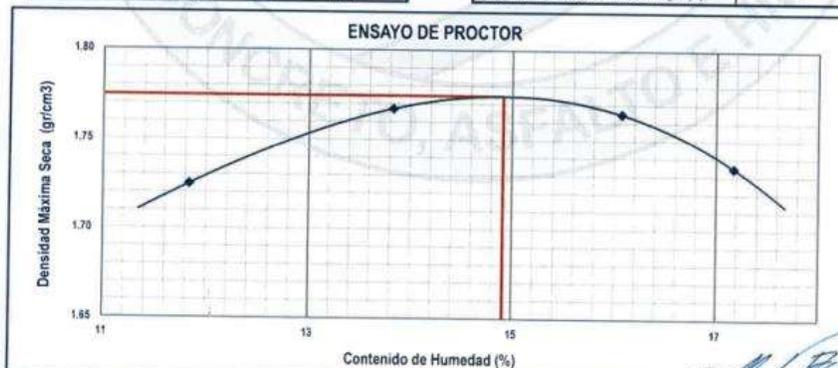
HUMEDAD (%)				
Tara N°	172	117	167	193
Tara + suelo húmedo (gr.)	78.4	71.9	66.0	70.3
Tara + suelo seco (gr.)	71.9	65.3	59.2	62.6
Peso de agua (gr.)	6.5	6.6	6.8	7.7
Peso de tara (gr.)	17.1	17.6	16.9	17.6
Peso de suelo seco (gr.)	54.8	47.7	42.3	45.0
Humedad (%)	11.84	13.83	16.07	17.18
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.725	1.767	1.765	1.735

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	5"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.775
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.91

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%)	-



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. GRAU #211- CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV@2@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO NATURAL

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		4		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11356.0	11501.0	11165.0	11601.0	11081.0	11526.0
Peso de molde (g)	7036.0	7036.0	6991.0	6991.0	7012.0	7012.0
Peso del suelo húmedo (g)	4320.0	4465.0	4174.0	4610.0	4069.0	4514.0
Volumen del molde (cm ³)	2117.8	2117.8	2118.3	2118.3	2119.5	2119.5
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.040	2.108	1.970	2.176	1.920	2.130
Tara (N°)	**	**	**	**	**	**
Peso suelo húmedo + tara (g)	108.6	128.0	106.1	124.3	107.1	112.6
Peso suelo seco + tara (g)	96.3	108.9	93.9	104.0	95.1	93.5
Peso de tara (g)	13.8	13.1	12.7	14.6	14.6	13.9
Peso de agua (g)	12.4	19.1	12.2	20.4	12.0	19.1
Peso de suelo seco (g)	82.5	95.8	81.2	89.4	80.5	79.6
Contenido de humedad (%)	14.98	19.97	14.98	22.78	14.96	23.99
Densidad seca (g/cm ³)	1.774	1.757	1.714	1.773	1.670	1.718

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/06/2022	12:21pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
6/06/2022	12:21pm	24	0.078	0.078	0.07	0.029	0.029	0.02	0.088	0.088	0.07
7/06/2022	12:21pm	48	0.078	0.078	0.07	0.069	0.069	0.06	0.186	0.186	0.16
8/06/2022	12:21pm	72	0.176	0.176	0.15	0.108	0.108	0.09	0.215	0.216	0.18
9/06/2022	12:21pm	96	0.225	0.225	0.19	0.137	0.137	0.11	0.255	0.255	0.21

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.003	1.78			0.001	1.55			0.001	1.55		
0.050		0.012	2.80			0.009	2.46			0.005	2.01		
0.075		0.020	3.83			0.014	3.06			0.009	2.50		
0.100	70.31	0.028	4.85	4.8	6.9	0.021	3.97	3.8	5.4	0.014	3.11	3.0	4.2
0.150		0.040	6.26			0.026	4.58			0.017	3.48		
0.200	105.46	0.049	7.42	7.6	7.2	0.037	5.94	6.1	5.8	0.025	4.42	4.6	4.4
0.250		0.061	8.82			0.048	7.30			0.033	5.48		
0.300		0.066	9.33			0.054	8.05			0.037	5.94		
0.400		0.077	10.87			0.069	9.87			0.051	7.60		
0.500		0.097	13.29			0.093	12.74			0.068	9.72		



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

▲ RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 📍 Ps.J. GRAU # 211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📞 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV@2@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

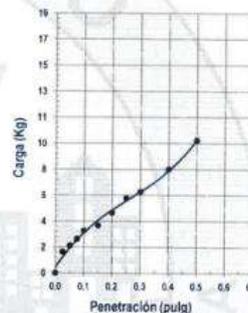
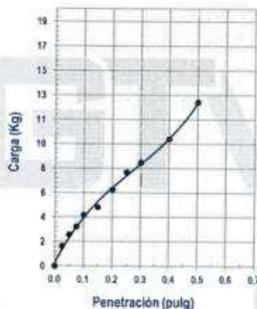
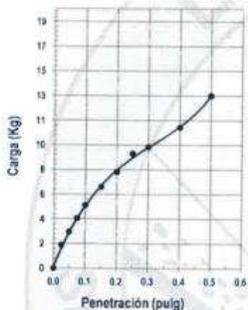
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO NATURAL
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

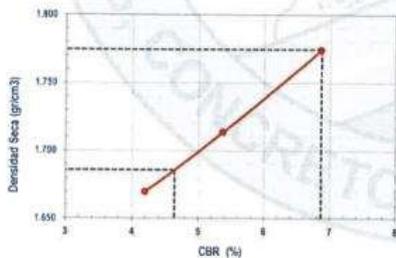
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	6.9 %
CBR (0.2")	7.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.774

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	5.4 %
CBR (0.2")	5.8 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.714

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	4.2 %
CBR (0.2")	4.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.670



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Maxima densidad seca (g/cm³) : 1.775
 Optimo contenido de humedad (%) : 14.9
 95% maxima densidad seca (g/cm³) : 1.686

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 6.9 0.2" 7.2
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 4.6 0.2" 5.0

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 6.9 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.6 (%)



Luis Gamara Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. BRAU #211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA



📍 RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211- CHILCA
📞 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.
✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉️ LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

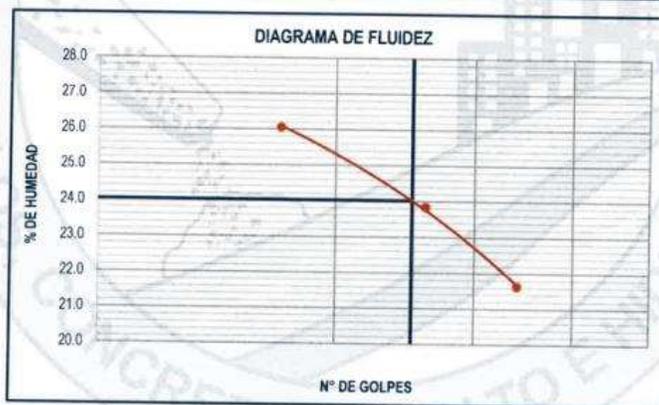
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 Cantera : MATERIAL DE CALICATA
 Peticionario : BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL N° de muestra : -
 Ubicación : HUANCAYO- JUNIN Clase de material : SUELO CON ADICION DE 2% DE CEMENTO
 Estructura : SUBRASANTE Fecha de emisión : JULIO - 2022
 Fecha de recepción : JUNIO 2022

Hoja: 02 de 62

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	17	26	34	I	II
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	40.47	42.95	38.95	19.86	18.81
Masa cápsula + Suelo seco (g)	34.85	37.64	34.32	19.22	18.09
Masa cápsula (g)	13.30	15.39	12.92	14.82	13.11
Masa del agua (g)	5.62	5.31	4.63	0.64	0.72
Masa del suelo seco (g)	21.55	22.25	21.40	4.40	4.98
Contenido de humedad %	26.06 %	23.85 %	21.65 %	14.54 %	14.54
Nro. De golpes	17	26	34		



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	24.02

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	14.54

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	9.49


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

▲ RUC: 20606529229 📍 GEO TEST V S.A.C.
 📍 P5J.GRAU #211- CHILCA ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📞 980329953 / 952525151 ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



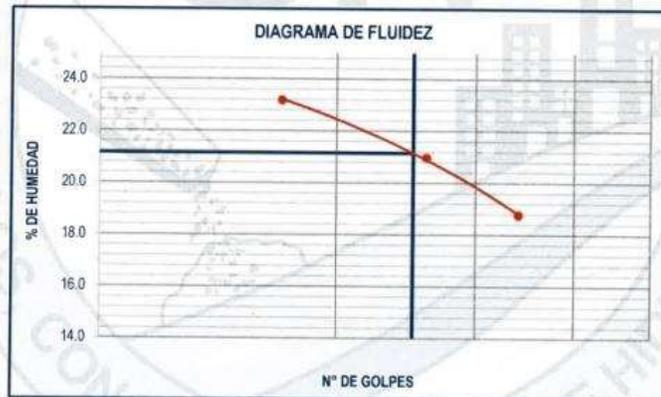
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.		
Expediente N°	: EXP-188-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: MATERIAL DE CALICATA
Peticionario	: BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL	N° de muestra	: -
Ubicación	: HUANCAYO- JUNIN	Clase de material	: SUELO CON ADICION DE 10% DE CEMENTO
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: JULIO - 2022
Fecha de recepción	: JUNIO 2022		

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De capsula	-	-	-	-	-
Masa capsula + Suelo húmedo (g)	42.60	45.21	41.00	20.90	19.81
Masa capsula + Suelo seco (g)	37.22	40.18	36.67	20.22	19.04
Masa capsula (g)	14.00	16.20	13.60	15.60	13.80
Masa del agua (g)	5.38	5.03	4.33	0.68	0.77
Masa del suelo seco (g)	23.22	23.98	23.07	4.62	5.24
Contenido de humedad %	23.19 %	20.98 %	18.78 %	14.60 %	14.60 %
Nro. De golpes	17	26	34	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	21.16

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	14.60

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	6.56


 Luis Camarraz Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. GRAU #211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



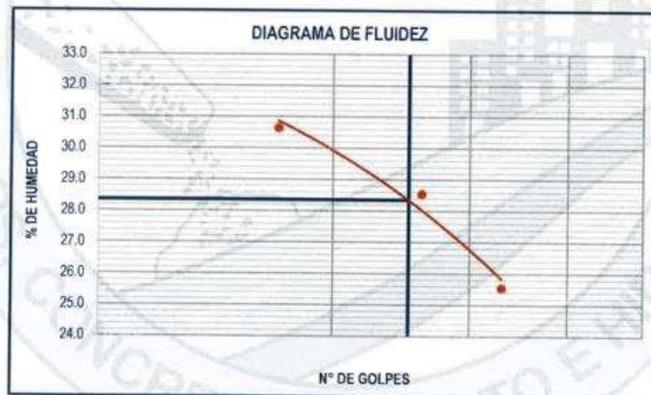
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.		
Expediente N°	: EXP-188-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: MATERIAL DE CALICATA
Peticionario	: BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL	N° de muestra	: -
Ubicación	: HUANCAYO- JUNIN	Clase de material	: SUELO CON ADICION DE 0,25 lt/m3 DE ACEITE
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: JULIO - 2022
Fecha de recepción	: JUNIO 2022		

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	69.54	50.35	44.37	21.38	22.61
Masa cápsula + Suelo seco (g)	56.77	41.70	37.71	20.59	21.67
Masa cápsula (g)	15.11	11.40	11.69	16.15	16.34
Masa del agua (g)	12.77	8.65	8.65	0.78	0.94
Masa del suelo seco (g)	41.67	30.30	26.03	4.44	5.33
Contenido de humedad %	30.65 %	28.55 %	25.55 %	17.58 %	17.58 %
Nro. De golpes	17	26	33	I	II



LÍMITE LÍQUIDO
LL. : 28.35 %

LÍMITE PLÁSTICO
LP. : 17.58 %

ÍNDICE PLÁSTICO
IP. : 10.77 %


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

▲ RUC: 20606529229
 ● Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 ☎ 980329953 / 952525151
 ● GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



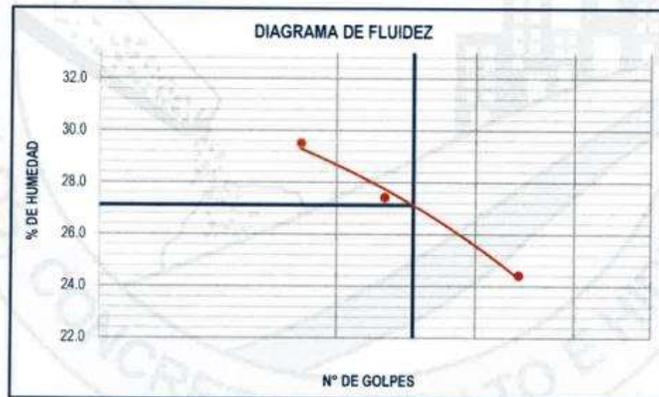
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO- JUNIN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : MATERIAL DE CALICATA
 N° de muestra : -
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.35 lt/m3 DE ACEITE
 Fecha de emisión : JULIO - 2022

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	Nro. De cápsula	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	58.20	42.14	37.13	17.89	18.92
Masa cápsula + Suelo seco (g)	47.82	35.13	31.77	17.26	18.17
Masa cápsula (g)	12.64	9.54	9.78	13.52	13.68
Masa del agua (g)	10.36	7.01	5.37	0.63	0.76
Masa del suelo seco (g)	35.18	25.59	21.99	3.74	4.49
Contenido de humedad %	29.52 %	27.42 %	24.42 %	16.88 %	16.88 %
Nro. De golpes	18	23	34	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	27.12 %

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	16.88 %

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	10.24 %

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

▲ RUC: 20606529229
 📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
 ☎ 980329953 / 952525151
 🏢 GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



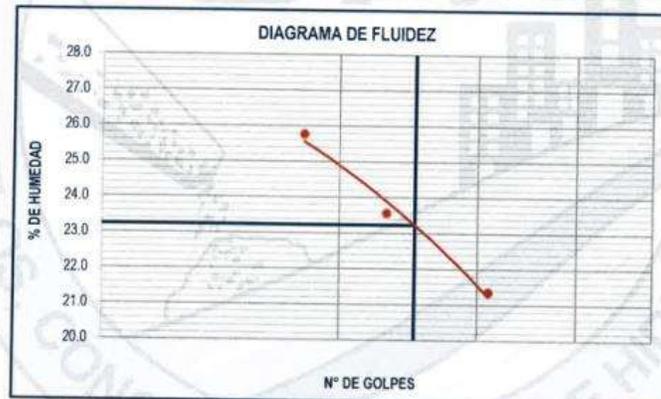
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO- JUNIN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera :
 N° de muestra :
 Clase de material :
 Fecha de emisión :
 MATERIAL DE CALICATA :
 SUELO CON ADICIÓN DE 2% DE CAL :
 JULIO - 2022 :

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	43.32	43.91	38.53	19.87	18.81
Masa cápsula + Suelo seco (g)	37.79	38.65	34.11	18.87	18.10
Masa cápsula (g)	16.32	16.34	13.40	11.88	13.11
Masa del agua (g)	5.53	5.26	4.42	1.00	0.71
Masa del suelo seco (g)	21.47	22.31	20.71	6.99	4.99
Contenido de humedad %	25.77 %	23.56 %	21.36 %	14.37 %	14.16
Nro. De golpes	18	23	31	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	23.23

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	14.26

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	8.97


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 P.S.J. GRAU #211- CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

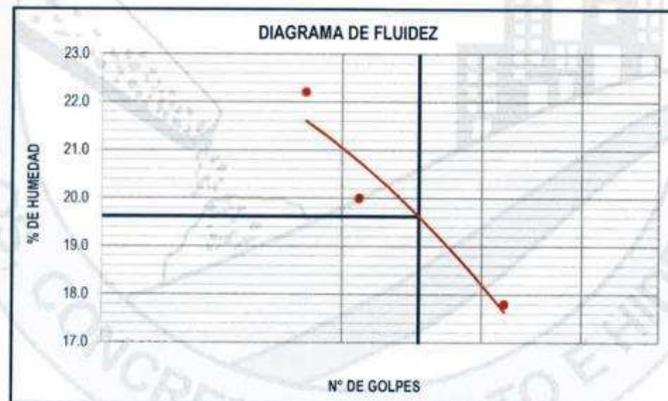
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO- JUNIN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : MATERIAL DE CALICATA
 N° de muestra : -
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE 10% DE CAL
 Fecha de emisión : JULIO - 2022

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	I	II	III	I	II
Nro. De capsula	-	-	-	-	-
Masa capsula + Suelo humedo (g)	74.32	53.00	46.00	22.52	23.80
Masa capsula + Suelo seco (g)	63.70	46.17	40.91	21.81	22.97
Masa capsula (g)	15.90	12.00	12.30	17.00	17.20
Masa del agua (g)	10.62	6.83	5.09	0.71	0.83
Masa del suelo seco (g)	47.80	34.17	28.61	4.81	5.77
Contenido de humedad %	22.21 %	20.00 %	17.80 %	14.72 %	14.30 %
Nro. De golpes	18	21	32	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	19.62

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	14.51

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	5.12


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

▲ RUC: 20606529229 📍 GEO TEST V S.A.C.
 📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ☎️ 980329953 / 952525151 ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

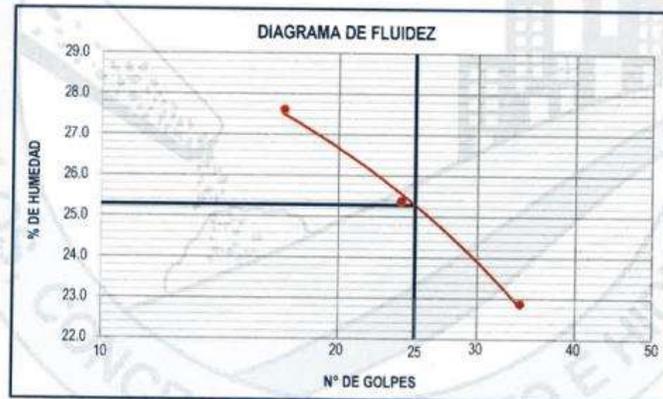
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.		
Expediente N°	: EXP-188-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: MATERIAL DE CALICATA
Peticionario	: BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL	N° de muestra	: -
Ubicación	: HUANCAYO- JUNIN	Clase de material	: SUELO CON ADICION DE 5 GAL/M3
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: JULIO - 2022
Fecha de recepcion	: JUNIO 2022		

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	41.42	38.19	35.06	24.53	25.65
Masa cápsula + Suelo seco (g)	35.71	33.69	31.59	23.36	24.39
Masa cápsula (g)	15.01	15.96	16.44	15.87	16.15
Masa del agua (g)	5.71	4.50	3.47	1.17	1.26
Masa del suelo seco (g)	20.70	17.73	15.15	7.50	8.24
Contenido de humedad %	27.61 %	25.37 %	22.87 %	15.56 %	15.29 %
Nro. De golpes	17	24	34	I	II



LÍMITE LÍQUIDO
LL. : 25.29 %

LÍMITE PLÁSTICO
LP. : 15.43 %

ÍNDICE PLÁSTICO
IP. : 9.86 %


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

📍 RUC: 20606529229 📞 GEO TEST V S.A.C.
 📍 Psj. GRAU #211- CHILCA ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📞 980329953 / 952525151 ✉️ LABGEOTESTV2@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V.S.A.C.

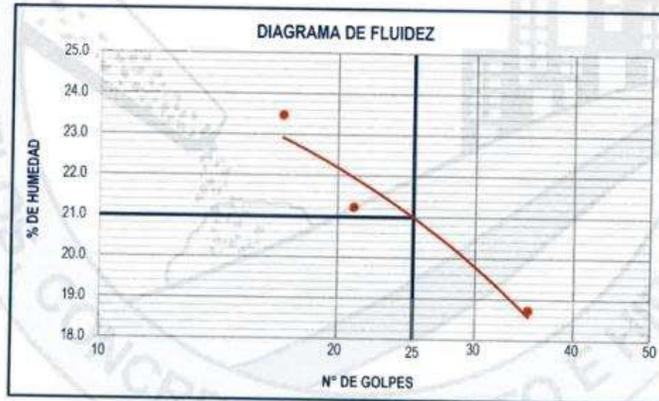
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.		
Expediente N°	: EXP-188-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: MATERIAL DE CALICATA
Peticionario	: BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL	N° de muestra	: -
Ubicación	: HUANCAYO- JUNIN	Clase de material	: SUELO CON ADICION DE 7.5 GAL/M3
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: JULIO - 2022
Fecha de recepcion	: JUNIO 2022		

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	Nro. De capsula	17	21	I	II
Masa capsula + Suelo humedo (g)	34.67	31.97	29.34	20.50	21.47
Masa capsula + Suelo seco (g)	30.47	28.71	26.68	19.69	20.57
Masa capsula (g)	12.56	13.36	13.76	13.28	13.52
Masa del agua (g)	4.20	3.26	2.46	0.81	0.90
Masa del suelo seco (g)	17.90	15.35	13.13	6.41	7.05
Contenido de humedad %	23.48 %	21.24 %	18.74 %	12.57 %	12.80 %
Nro. De golpes	17	21	35		



LÍMITE LÍQUIDO
LL : 20.99 %

LÍMITE PLÁSTICO
LP : 12.69 %

ÍNDICE PLÁSTICO
IP : 8.30 %


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

📍 RUC: 20606529229 📞 GEO TEST V S.A.C.
 📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📞 980329953 / 952525151 ✉️ LABGEOTESTV@2@GMAIL.COM



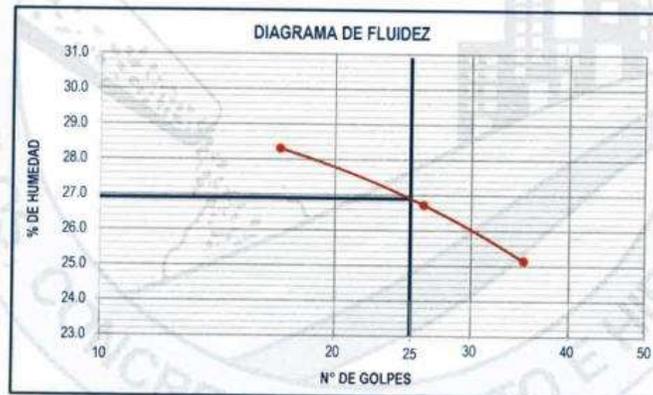
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO- JUNIN
 Estructura : SUBRASANTE
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera :
 N° de muestra :
 Clase de material :
 Fecha de emisión :
 MATERIAL DE CALICATA :
 SUELO CON ADICION DE 0.25% DE CLORURO DE SODIO :
 JULIO - 2022 :

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	53.10	53.87	52.80	25.50	25.00
Masa cápsula + Suelo seco (g)	45.20	46.20	44.50	24.10	24.00
Masa cápsula (g)	17.30	17.50	11.50	16.60	17.40
Masa del agua (g)	7.90	7.67	8.30	1.40	1.00
Masa del suelo seco (g)	27.90	28.70	33.00	7.50	6.60
Contenido de humedad %	28.32 %	26.72 %	25.15 %	18.67 %	15.15 %
Nro. De golpes	17	26	35	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL. :	26.91

LÍMITE PLÁSTICO	
LP. :	16.91

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP. :	10.00


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151
 GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



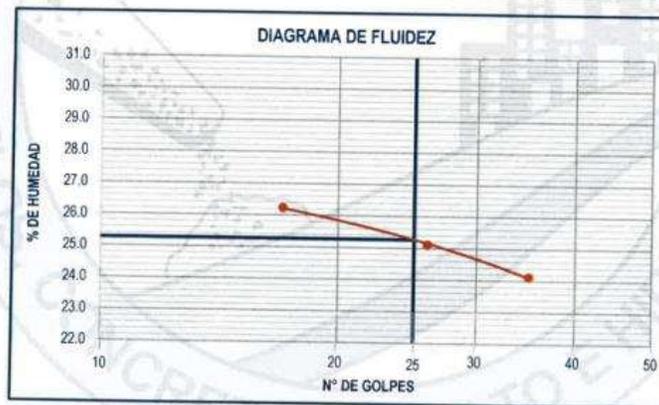
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022.		
Expediente N°	: EXP-188-GEO-TEST-V-2022		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: MATERIAL DE CALICATA
Peticionario	: BACH. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL	N° de muestra	: -
Ubicación	: HUANCAYO- JUNIN	Clase de material	: SUELO CON ADICION DE 1% DE CLORURO DE SODIO
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: JULIO - 2022
Fecha de recepción	: JUNIO 2022		

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS MTC E 110-111

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	17	26	35	I	II
Nro. De cápsula	-	-	-	-	-
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	42.70	41.50	50.30	25.40	22.30
Masa cápsula + Suelo seco (g)	37.40	35.38	43.40	24.18	21.51
Masa cápsula (g)	17.20	11.00	14.80	17.70	15.70
Masa del agua (g)	5.30	6.12	6.90	1.22	0.79
Masa del suelo seco (g)	20.20	24.38	28.60	6.48	5.81
Contenido de humedad %	26.24 %	25.10 %	24.13 %	18.83 %	13.60
Nro. De golpes	17	26	35	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	LL.:	25.27
----------------	------	-------

LÍMITE PLÁSTICO	LP.:	16.21
-----------------	------	-------

ÍNDICE PLÁSTICO	IP.:	9.06
-----------------	------	------


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 198181

▲ RUC: 20606529229
 📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 ☎ 980329953 / 952525151
 📍 GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
 Estructura : VARIOS
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : Material de calicata
 N° de muestra : -
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE 5GAL/M3
 Norma : MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,571.0	5,652.0	5,719.0	5,692.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,811.0	1,892.0	1,959.0	1,932.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.898	1.982	2.053	2.024

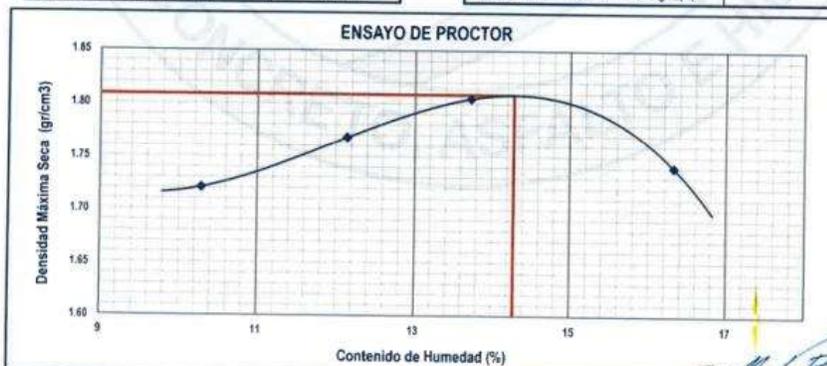
HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	63.1	66.7	65.7	79.2
Tara + suelo seco (gr.)	58.8	60.7	59.7	70.5
Peso de agua (gr.)	4.3	6.0	6.0	8.7
Peso de tara (gr.)	17.0	11.3	16.0	17.2
Peso de suelo seco (gr.)	41.8	49.4	43.7	53.3
Humedad (%)	10.29	12.15	13.73	16.32
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.721	1.768	1.805	1.740

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.808
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.29

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%)	-




 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV82@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 5 GAL/M3

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11415.0	11783.0	11482.0	11783.0	11230.0	12229.0
Peso de molde (g)	7014.0	7014.0	7301.0	7301.0	7157.0	7157.0
Peso del suelo húmedo (g)	4401.0	4769.0	4181.0	4482.0	4073.0	5072.0
Volumen del molde (cm ³)	2129.6	2129.6	2125.9	2125.9	2136.6	2136.6
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.067	2.239	1.967	2.108	1.906	2.374
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	72.2	72.9	68.2	89.7	81.1	77.7
Peso suelo seco + tara (g)	65.3	65.3	61.9	79.9	73.1	69.3
Peso de tara (g)	16.8	17.3	17.8	18.0	17.1	16.6
Peso de agua (g)	6.9	7.6	6.3	9.9	8.0	8.4
Peso de suelo seco (g)	48.5	48.0	44.1	61.9	56.0	52.7
Contenido de humedad (%)	14.27	15.83	14.29	15.93	14.29	15.96
Densidad seca (g/cm ³)	1.808	1.933	1.721	1.819	1.668	2.047

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/06/2022	12.26pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
10/06/2022	12.26pm	24	0.010	0.010	0.01	0.300	0.300	0.25	0.260	0.260	0.22
11/06/2022	12.26pm	48	0.010	0.010	0.01	0.300	0.300	0.25	0.270	0.270	0.23
12/06/2022	12.26pm	72	0.080	0.080	0.07	0.410	0.410	0.34	0.350	0.350	0.29
13/06/2022	12.26pm	96	0.150	0.150	0.13	0.440	0.440	0.37	0.370	0.370	0.308

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.024	4.32			0.014	3.10			0.008	2.37		
0.050		0.056	8.20			0.023	4.25			0.016	3.30		
0.075		0.108	14.54			0.068	9.69			0.021	3.98		
0.100	70.31	0.167	21.75	20.6	29.3	0.077	10.78	10.2	14.5	0.024	4.32	4.3	6.1
0.150		0.237	30.25			0.097	13.29			0.035	5.64		
0.200	105.46	0.278	35.23	34.9	33.1	0.111	14.98	15.6	14.8	0.041	6.38	6.4	6.1
0.250		0.313	39.46			0.127	16.88			0.046	7.03		
0.300		0.344	43.28			0.138	18.30			0.050	7.52		
0.400		0.397	49.64			0.160	20.94			0.056	8.25		
0.500		0.449	55.91			0.186	24.04			0.067	9.55		

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

📍 RUC: 20606529229

📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA

📞 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.

✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM

✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



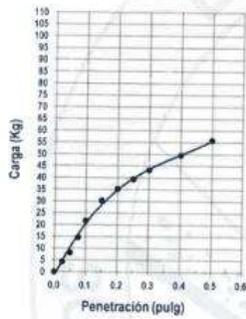
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

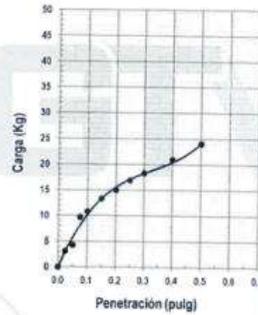
Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 5 GAL/M3
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

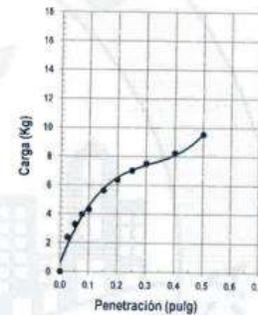
Hoja : 02 de 02



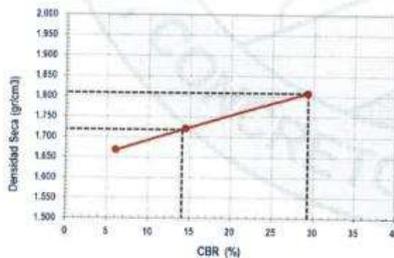
MOLDE N°1	
CBR (0.1")	29.3 %
CBR (0.2")	33.1 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.808



MOLDE N°2	
CBR (0.1")	14.5 %
CBR (0.2")	14.8 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.721



MOLDE N°3	
CBR (0.1")	6.1 %
CBR (0.2")	6.1 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.668



Método de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.808
 Óptimo contenido de humedad (%) : 14.3
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.718

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 29.3 0.2" 33.1
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 14.0 0.2" 14.3

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 29.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.0 (%)

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229
 P.S.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
 Estructura : VARIOS
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : Material de calicata
 N° de muestra : -
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE 7.5 GAL/M3
 Norma : MTC
 Ensayado por : A. Y. G.
 Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E.115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,805.0	5,726.0	5,749.0	5,690.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,845.0	1,966.0	1,989.0	1,930.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.933	2.060	2.084	2.022

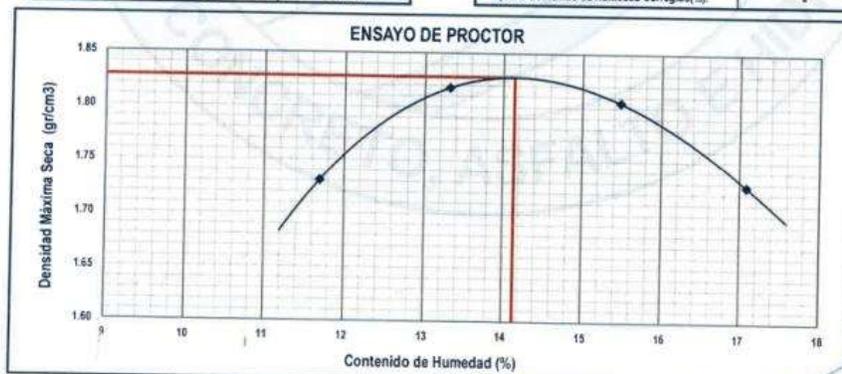
HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	55.2	68.3	63.0	77.5
Tara + suelo seco (gr.)	51.2	61.6	56.7	68.7
Peso de agua (gr.)	4.0	6.7	6.3	8.8
Peso de tara (gr.)	17.0	11.3	16.0	17.2
Peso de suelo seco (gr.)	34.2	50.3	40.7	51.5
Humedad (%)	11.70	13.32	15.48	17.09
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.731	1.818	1.805	1.727

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.828
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.14

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 108161

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-166-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 7.5 GAL/M3
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11477.0	11557.0	11157.0	11314.0	10896.0	11131.0
Peso de molde (g)	7040.0	7040.0	6995.0	6995.0	6942.0	6942.0
Peso del suelo húmedo (g)	4437.0	4517.0	4162.0	4319.0	3954.0	4189.0
Volumen del molde (cm ³)	2126.0	2126.0	2118.6	2118.6	2122.3	2122.3
Densidad húmeda (g/cm³)	2.087	2.125	1.965	2.039	1.863	1.974
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	76.6	76.8	69.9	71.0	63.2	83.0
Peso suelo seco + tara (g)	68.7	68.0	63.1	63.0	56.6	73.4
Peso de tara (g)	12.8	10.4	15.1	11.0	10.0	11.3
Peso de agua (g)	7.9	8.8	6.8	8.0	6.6	9.7
Peso de suelo seco (g)	55.9	57.6	48.0	52.0	46.6	62.1
Contenido de humedad (%)	14.13	15.28	14.17	15.38	14.16	15.55
Densidad seca (g/cm³)	1.829	1.843	1.721	1.767	1.632	1.708

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/06/2022	4.15pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
10/06/2022	4.15pm	24	0.280	0.280	0.23	0.350	0.350	0.29	0.310	0.310	0.26
11/06/2022	4.15pm	48	0.350	0.350	0.29	0.380	0.380	0.32	0.340	0.340	0.28
12/06/2022	4.15pm	72	0.510	0.510	0.43	0.460	0.460	0.38	0.390	0.390	0.33
13/06/2022	4.15pm	96	0.510	0.510	0.43	0.500	0.500	0.42	0.400	0.400	0.333

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.026	4.54			0.017	3.49			0.009	2.44		
0.050		0.107	14.48			0.070	9.91			0.030	5.06		
0.075		0.171	22.30			0.110	14.87			0.041	6.37		
0.100	70.31	0.225	28.80	29.8	42.4	0.138	18.26	17.9	25.4	0.064	9.25	9.2	13.1
0.150		0.332	41.74			0.193	24.90			0.094	12.91		
0.200	105.46	0.407	50.77	49.5	47.0	0.213	27.37	28.7	27.2	0.118	15.78	15.2	14.4
0.250		0.460	57.19			0.246	31.39			0.129	17.22		
0.300		0.490	60.78			0.278	35.28			0.137	18.13		
0.400		0.534	66.03			0.305	38.51			0.162	21.13		
0.500		0.620	76.24			0.332	41.74			0.180	23.34		



Luis Gambarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

📍 RUC: 20606529229
 📍 P.S.J. GRAU #211 - CHILCA
 📞 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
 ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉️ LABGEOTESTV2@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

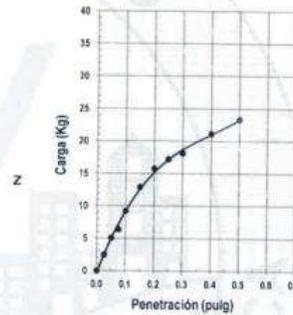
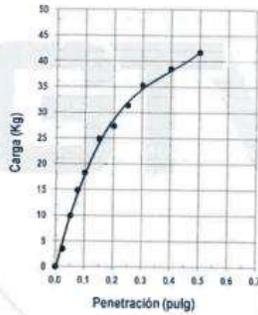
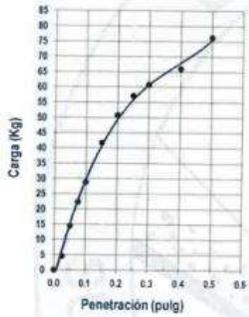
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 7.5 GAL/M3
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

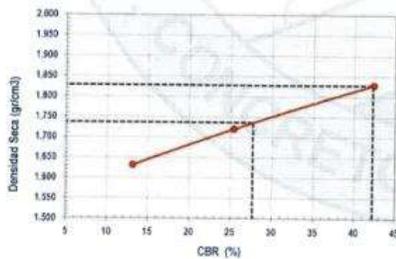
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	42.4 %
CBR (0.2")	47.0 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.829

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	25.4 %
CBR (0.2")	27.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.721

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	13.1 %
CBR (0.2")	14.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.632



Método de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.828
 Óptimo contenido de humedad (%) : 14.1
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.736

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	42.2	0.2"	46.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	27.7	0.2"	29.7

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 42.2 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 27.7 (%)

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 C/P 198181

📍 RUC: 20606529229
 📍 PSJ. GRAU #211 - QUILCA
 ☎ 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
 Estructura : VARIOS
 Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata
 N° de muestra : MUESTRA N° 01
 Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 2% DE CAL
 Norma : MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,715.0	5,834.0	5,873.0	5,826.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,955.0	2,074.0	2,113.0	2,066.0
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.048	2.173	2.214	2.165

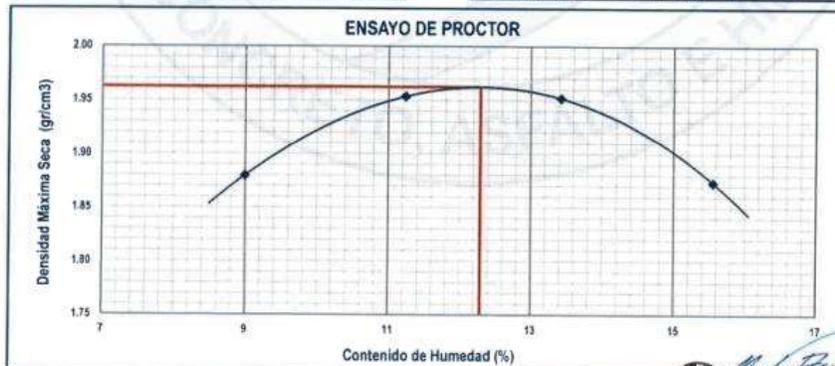
HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	69.9	75.6	68.0	57.5
Tara + suelo seco (gr.)	65.7	69.7	62.0	51.2
Peso de agua (gr.)	4.2	5.9	6.0	6.3
Peso de tara (gr.)	19.0	17.2	17.3	10.7
Peso de suelo seco (gr.)	46.7	52.5	44.7	40.5
Humedad (%)	8.99	11.24	13.42	15.56
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.879	1.954	1.952	1.873

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.962
Óptimo Contenido de Humedad (%):	12.29

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198101

📍 RUC: 20606529229
 📍 Psj. GRAU #211- CHILCA
 ☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 2% DE CAL

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Página: 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		4		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12788.0	12959.0	11903.0	12234.0	11812.0	11921.0
Peso de molde (g)	8100.0	8100.0	7294.0	7294.0	7151.0	7151.0
Peso del suelo húmedo (g)	4688.0	4859.0	4609.0	4940.0	4661.0	4770.0
Volumen del molde (cm ³)	2127.8	2127.8	2122.3	2122.3	2133.4	2133.4
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.203	2.284	2.172	2.328	2.201	2.236
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	69.1	89.6	98.8	61.2	65.8	73.2
Peso suelo seco + tara (g)	63.5	80.0	63.1	54.7	60.5	65.7
Peso de tara (g)	17.4	17.7	18.6	11.5	17.0	16.7
Peso de agua (g)	5.6	9.6	5.7	6.5	5.3	7.5
Peso de suelo seco (g)	46.1	62.3	46.5	43.2	43.5	49.0
Contenido de humedad (%)	12.27	15.41	12.28	15.05	12.29	15.31
Densidad seca (g/cm ³)	1.982	1.979	1.934	2.023	1.862	1.939

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIA MOLDE N°1			LECTURA DEL DIA MOLDE N°2			LECTURA DEL DIA MOLDE N°3		
			mm	EXPANSION		mm	EXPANSION		mm	EXPANSION	
7/06/2022	12.27pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
8/06/2022	12.27pm	24	0.310	0.310	0.26	0.870	0.870	0.73	0.530	0.530	0.44
9/06/2022	12.27pm	48	0.700	0.700	0.58	1.100	1.100	0.92	1.690	1.690	1.38
10/06/2022	12.27pm	72	0.980	0.980	0.82	1.680	1.680	1.40	1.980	1.980	1.65
11/06/2022	12.27pm	96	1.500	1.500	1.25	2.100	2.100	1.75	2.150	2.150	1.79

PENETRACION																
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1					MOLDE N°2				MOLDE N°3					
		CARGA		CORRECCION			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	mm	%
0.000		0.000	0.00				0.000	0.00				0.000	0.00			
0.025		0.100	13.59				0.076	10.75				0.041	6.40			
0.050		0.251	31.98				0.123	16.43				0.066	9.50			
0.075		0.291	35.61				0.163	21.29				0.086	11.88			
0.100	70.31	0.296	37.42	31.0	44.1		0.198	25.54	24.6	35.0		0.117	15.68	15.7	22.4	
0.150		0.309	39.03				0.241	30.78				0.146	19.24			
0.200	105.46	0.329	41.44	46.8	44.4		0.291	36.82	39.3	37.3		0.210	27.05	28.6	27.1	
0.250		0.366	45.85				0.362	45.45				0.302	38.14			
0.300		0.465	61.42				0.391	48.85				0.321	40.49			
0.400		0.519	64.21				0.441	54.85				0.331	41.67			
0.500		0.565	69.77				0.449	55.84				0.386	48.24			


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196161

1 RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
9 Ps.J. GRAU #211- CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
t 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV82@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICIÓN DEL 2% DE CAL

Norma : MTC

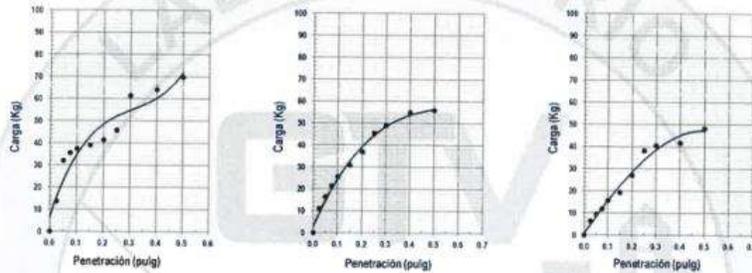
Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

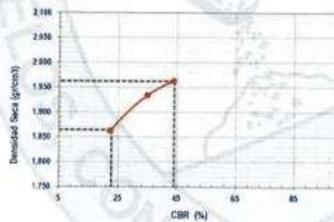
Página : 22 de 22



MOLDE Nº1	
CBR (0.1")	44.1 %
CBR (0.2")	44.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.962

MOLDE Nº2	
CBR (0.1")	35.0 %
CBR (0.2")	37.3 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.934

MOLDE Nº3	
CBR (0.1")	22.4 %
CBR (0.2")	27.1 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.862



Método de comparación : ASTM D1557

Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.962

Óptimo contenido de humedad (%) : 12.3

95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.884

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 44.9 0.2" 60.2

C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 22.7 0.2" 37.2

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.9 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 22.7 (%)


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229
Ps.J. GRAL #211- CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-168-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 10% DE CAL
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,868.1	5,975.2	6,042.5	5,933.3
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	2,104.1	2,211.2	2,278.5	2,169.3
Volumen del molde (cm ³)	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.220	2.333	2.404	2.289

HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	96.8	101.2	81.1	96.9
Tara + suelo seco (gr.)	86.3	88.7	70.2	82.1
Peso de agua (gr.)	10.5	12.5	10.9	14.8
Peso de tara (gr.)	16.0	14.7	13.7	15.6
Peso de suelo seco (gr.)	70.3	74.0	56.5	66.5
Humedad (%)	15.0	16.9	19.3	22.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.930	1.995	2.014	1.872

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM3)	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.018
Óptimo Contenido de Humedad (%)	18.7

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Maxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%)	-



Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229
 P.S.J. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : M-1

Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 10% DE CAL

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12982.0	13167.0	12540.0	12913.0	12636.0	12958.0
Peso de molde (g)	7570.0	7570.0	7544.0	7544.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	5412.0	5597.0	4996.0	5369.0	4911.0	5233.0
Volumen del molde (cm ³)	2259.3	2259.3	2128.6	2128.6	2158.2	2158.2
Densidad húmeda (g/cm³)	2.395	2.477	2.347	2.522	2.276	2.425
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.2	81.7	82.4	106.0	86.9	103.5
Peso suelo seco + tara (g)	87.7	68.2	71.6	87.4	75.0	84.4
Peso de tara (g)	15.5	11.3	13.6	17.9	11.6	17.4
Peso de agua (g)	13.5	13.5	10.8	18.6	11.9	19.1
Peso de suelo seco (g)	72.2	56.9	58.0	69.5	63.4	67.0
Contenido de humedad (%)	18.70	23.69	18.70	26.71	18.69	28.49
Densidad seca (g/cm³)	2.018	2.003	1.977	1.991	1.917	1.887

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/08/2022	2.22pm	0	2.820	2.820	2.35	1.260	1.260	1.05	2.400	2.400	2.00
8/08/2022	2.22pm	24	2.830	2.830	2.36	1.270	1.270	1.06	2.400	2.400	2.00
9/08/2022	2.22pm	48	2.840	2.840	2.37	1.270	1.270	1.06	2.500	2.500	2.08
10/08/2022	2.22pm	72	2.880	2.880	2.40	1.270	1.270	1.05	2.600	2.600	2.17
11/08/2022	2.22pm	96	2.880	2.880	2.40	1.270	1.270	1.05	3.600	2.600	2.17

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.200	25.74			0.153	20.08			0.082	11.40		
0.050		0.502	62.22			0.246	31.38			0.132	17.58		
0.075		0.582	69.37			0.326	41.04			0.171	22.32		
0.100	70.31	0.592	72.94	59.9	85.2	0.396	49.45	47.6	67.7	0.234	29.89	30.0	42.6
0.150		0.618	76.11			0.482	59.83			0.292	36.96		
0.200	105.46	0.658	80.85	91.1	86.4	0.582	71.75	76.6	72.6	0.421	52.46	55.3	52.4
0.250		0.732	89.53			0.725	88.74			0.604	74.36		
0.300		0.991	120.03			0.781	95.43			0.643	78.99		
0.400		1.037	125.47			0.881	107.17			0.662	81.31		
0.500		1.131	136.30			0.898	109.13			0.771			



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

📍 RUC: 20606529229
📍 P.B.J. GRAU #211 - CHILCA
📞 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.
✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



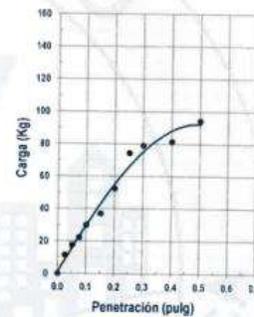
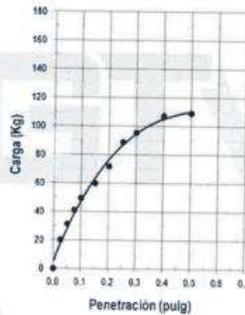
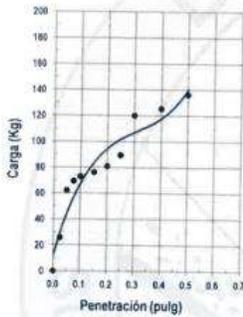
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : M-1
Clase de material : SUELO CON ADICIÓN DEL 10% DE CAL
Norma : MTC
Ensayado por : A. Y. G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

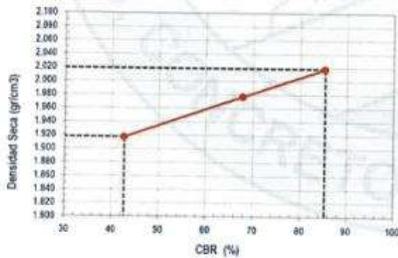
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	85.2 %
CBR (0.2")	86.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.018

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	67.7 %
CBR (0.2")	72.6 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.977

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	42.6 %
CBR (0.2")	52.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.917



Método de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.018
 Óptimo contenido de humedad (%) : 18.7
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.917

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 85.3 0.2" 86.5
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 42.7 0.2" 52.5

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 85.3 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 42.7 (%)

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Psj. GRAU #211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : -
 Estructura : Subrasante
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantera : Material de calicata
 N° de muestra : M-1
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.25 l/m³ DE ACEITE SULFONADO
 Norma : MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,753.0	5,858.0	5,924.0	5,817.0
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,989.0	2,094.0	2,160.0	2,053.0
Volumen del molde (cm ³)	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.098	2.209	2.279	2.166

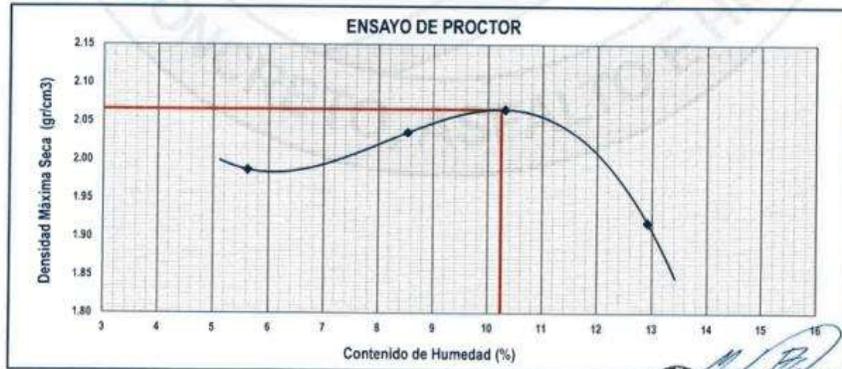
HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	96.8	101.2	81.1	96.9
Tara + suelo seco (gr.)	92.5	94.4	74.8	87.6
Peso de agua (gr.)	4.3	6.8	6.3	9.3
Peso de tara (gr.)	16.0	14.7	13.7	15.6
Peso de suelo seco (gr.)	76.5	79.7	61.1	72.0
Humedad (%)	5.6	8.5	10.3	12.9
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.987	2.035	2.066	1.918

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM ³)	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.066
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.2

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%)	-



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

▲ RUC: 20606529229
 📍 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 ☎ 980329953 / 952525151

🏢 GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📧 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022 Cantera : Material de calicata

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-1

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.25 (0.5%) DE ACEITE SULFONADO

Ubicación : - - Norma : MTC

Estructura : Subrasante Ensayado por : A. Y. G.

Fecha de recepción : JUNIO 2022 Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12825.0	13057.0	12620.0	12850.0	12600.0	12820.0
Peso de molde (g)	7570.0	7570.0	7544.0	7544.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	5255.0	5487.0	5075.0	5306.0	4875.0	5095.0
Volumen del molde (cm ³)	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2	2308.2
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.277	2.377	2.199	2.299	2.112	2.207
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	191.2	81.7	82.4	106.0	86.9	103.5
Peso suelo seco + tara (g)	93.3	74.4	76.0	96.0	79.9	93.0
Peso de tara (g)	15.5	11.3	13.6	17.9	11.6	17.4
Peso de agua (g)	8.0	7.3	6.4	10.0	7.0	10.5
Peso de suelo seco (g)	77.8	63.1	62.4	78.1	68.3	75.6
Contenido de humedad (%)	10.23	11.57	10.26	12.81	10.25	13.88
Densidad seca (g/cm ³)	2.066	2.131	1.995	2.038	1.916	1.938

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/06/2022	2:22pm	0	2.820	2.820	2.35	1.260	1.260	1.05	2.400	2.400	2.00
7/06/2022	2:22pm	24	2.830	2.830	2.36	1.270	1.270	1.06	2.400	2.400	2.00
8/06/2022	2:22pm	48	2.840	2.840	2.37	1.270	1.270	1.06	2.500	2.500	2.08
9/06/2022	2:22pm	72	2.890	2.890	2.40	1.270	1.270	1.06	2.600	2.600	2.17
10/06/2022	2:22pm	96	2.880	2.880	2.40	2.270	1.270	1.06	3.600	2.800	2.17

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.050		0.030	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.093	12.77			0.046	7.03			0.021	3.97		
0.050		0.151	19.84			0.074	10.45			0.034	5.56		
0.075		0.194	25.07			0.098	13.38			0.044	6.78		
0.100	70.31	0.198	25.56	29.3	41.6	0.119	15.94	16.1	22.9	0.053	7.88	7.7	10.9
0.150		0.283	35.86			0.152	19.96			0.064	9.23		
0.200	105.46	0.380	47.56	44.0	41.8	0.183	23.73	24.2	22.9	0.099	13.50	12.1	11.5
0.250		0.390	48.77			0.211	27.13			0.101	13.75		
0.300		0.401	50.09			0.239	30.53			0.105	14.24		
0.400		0.474	58.86			0.292	36.95			0.110	14.85		
0.500		0.543	67.11			0.347	43.59			0.125	16.67		



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198151

▲ RUC: 20606529229
● Psj. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

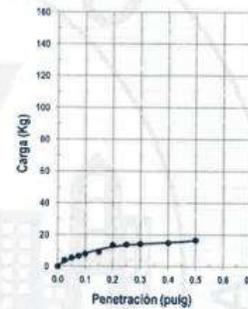
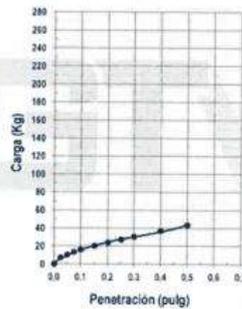
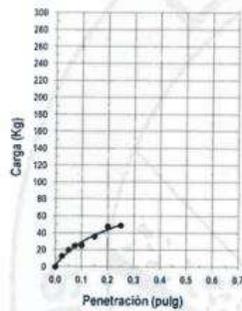
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata
N° de muestra : M-1
Clase de material : SUELO CON ADICIÓN DE 0.25 litro3 DE ACEITE SULFONADO
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

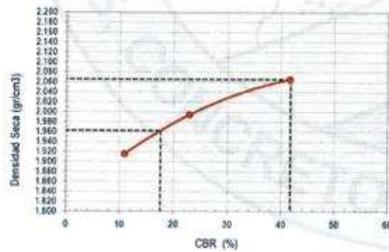
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	41.6 %
CBR (0.2")	41.8 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.066

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	22.9 %
CBR (0.2")	22.9 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.995

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	10.9 %
CBR (0.2")	11.5 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.916



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.066
 Óptimo contenido de humedad (%) : 10.2
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.963

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	41.7	0.2"	41.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	17.5	0.2"	17.8

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 41.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 17.5 (%)

Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

▲ RUC: 20606529229
 📍 Ps.J. BRAU # 211 - CHILCA
 ☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
 ✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 📧 LABGEOTESTV@2@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE
 Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
 Código de formato : PM-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11
 Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
 Ubicación : +-
 Estructura : Subrasante
 Fecha de recepción : JUNIO 2022
 Cantero : Material de calicata
 N° de muestra : M-1
 Clase de material : SUELO CON ADICION DE 9.35 l/m³ DE ACEITE SULFONADO
 Norma : MTC
 Ensayado por : A.Y.G.
 Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,713.0	5,795.0	5,885.0	5,822.0
Peso molde (gr.)	3,764.0	3,764.0	3,764.0	3,764.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,949.0	2,031.0	2,121.0	2,058.0
Volumen del molde (cm ³)	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.056	2.143	2.238	2.171

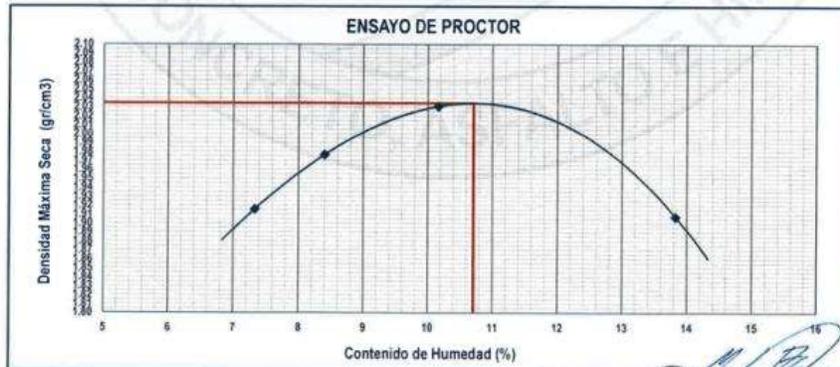
HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	90.5	111.1	94.9	93.7
Tara + suelo seco (gr.)	85.5	103.8	87.7	84.2
Peso de agua (gr.)	5.0	7.3	7.2	9.5
Peso de tara (gr.)	17.3	16.9	16.9	15.5
Peso de suelo seco (gr.)	68.2	86.9	70.8	68.7
Humedad (%)	7.3	8.4	10.2	13.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.916	1.977	2.031	1.907

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,764.0
VOLUMEN (CM ³)	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.034
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.7

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido (%)	-




 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 196191

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022 **Cantera** : Material de calicata

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 **N° de muestra** : M-1

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL **Clase de material** : SUELO CON ADICION DE 0.25 lit/m3 DE ACEITE SULFONADO

Ubicación : - **Norma** : MTC

Estructura : Subrasante **Ensayado por** : A.Y.G.

Fecha de recepción : JUNIO 2022 **Fecha de emisión** : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12392.0	12510.0	12015.0	12260.0	12002.0	12241.0
Peso de molde (g)	7570.0	7570.0	7544.0	7544.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	4822.0	4940.0	4471.0	4716.0	4277.0	4516.0
Volumen del molde (cm ³)	2141.2	2141.2	2141.2	2141.2	2141.2	2141.2
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.252	2.307	2.088	2.202	1.997	2.109
Tara (N°)	**	**	**	**	**	**
Peso suelo húmedo + tara (g)	111.0	121.0	185.0	117.0	235.0	109.0
Peso suelo seco + tara (g)	101.7	109.8	168.5	105.5	213.4	97.6
Peso de tara (g)	15.0	11.3	16.8	16.5	11.8	15.2
Peso de agua (g)	9.3	11.2	16.5	11.4	21.6	11.4
Peso de suelo seco (g)	96.7	98.5	153.7	89.1	201.6	82.4
Contenido de humedad (%)	10.73	11.37	10.74	12.79	10.71	13.83
Densidad seca (g/cm ³)	2.034	2.072	1.886	1.953	1.804	1.853

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
6/06/2022	3:07pm	0	1.100	1.100	0.92	1.200	1.200	1.00	2.100	2.100	1.75
7/06/2022	3:07pm	24	1.200	1.200	1.00	1.300	1.300	1.08	2.200	2.200	1.83
8/06/2022	3:07pm	48	1.300	1.300	1.08	1.300	1.300	1.08	2.300	2.300	1.92
9/06/2022	3:07pm	72	1.300	1.300	1.08	1.400	1.400	1.17	2.400	2.400	2.00
10/06/2022	3:07pm	96	1.300	1.300	1.08	1.400	1.400	1.17	2.400	2.400	2.00

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.067	9.80			0.043	6.66			0.057	8.37		
0.050		0.150	19.72			0.098	13.38			0.111	14.97		
0.075		0.236	30.17			0.157	20.57			0.148	19.48		
0.100	70.31	0.311	39.24	39.1	55.6	0.214	27.50	27.2	38.7	0.165	21.54	22.5	32.0
0.150		0.460	57.18			0.314	39.61			0.224	28.71		
0.200	105.46	0.586	72.24	73.0	69.2	0.409	51.05	50.7	48.1	0.280	35.50	34.3	32.5
0.250		0.724	88.84			0.491	60.89			0.300	37.91		
0.300		0.842	102.57			0.572	70.58			0.328	41.30		
0.400		1.076	129.96			0.721	88.29			0.387	48.41		
0.500		1.293	155.08			0.855	105.28			0.443	55.14		


Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

▲ RUC: 20606529229 📍 GEO TEST V S.A.C.
 📍 P.S.J. GRAU # 211 - CHILCA ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ☎ 980329953 / 952525151 ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



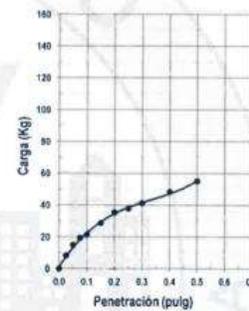
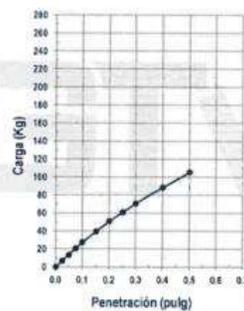
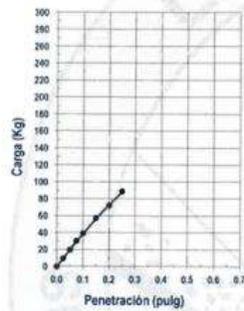
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : M-1
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.35 1m³ DE ACEITE SULFONADO
Norma : MTC
Ensayado por : A. Y. G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

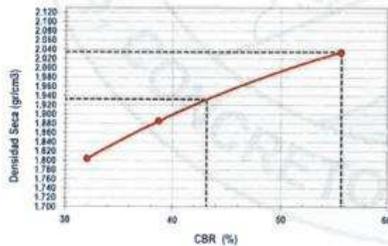
Hoja 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	55.6 %
CBR (0.2")	69.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.034

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	38.7 %
CBR (0.2")	48.1 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.886

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	32.0 %
CBR (0.2")	32.5 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.804



Método de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.034
 Óptimo contenido de humedad (%) : 10.7
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.933

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 55.7 0.2" 69.3
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 43.1 0.2" 55.5

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 55.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 43.1 (%)

Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211-CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
Estructura : VARIOS
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DEL 2% DE CEMENTO
Norma : MTC
Ensayado por : A. Y. G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION

	1	2	3	4
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,610.5	5,665.1	5,820.6	5,791.6
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,850.5	1,905.1	2,060.6	2,031.6
Volumen del molde (cm ³)	954.4	954.4	954.4	954.4
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.939	1.996	2.159	2.129

HUMEDAD (%)

	1	2	3	4
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	82.4	80.5	86.8	116.7
Tara + suelo seco (gr.)	75.5	73.3	77.7	102.1
Peso de agua (gr.)	6.9	7.2	9.1	14.6
Peso de tara (gr.)	10.7	13.2	15.3	17.0
Peso de suelo seco (gr.)	64.8	60.1	62.4	85.1
Humedad (%)	10.7	11.9	14.6	17.1
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.751	1.784	1.884	1.818

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE

PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM3)	954.4

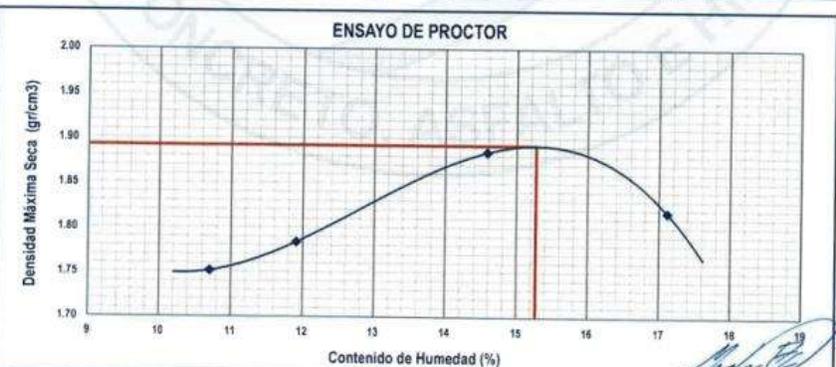
RESULTADOS DE PROCTOR

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.892
Óptimo Contenido de Humedad (%):	15.3

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO

Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-

ENSAYO DE PROCTOR



Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198181

RUC: 20606529229
 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV82@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-189-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 2% DE CEMENTO

Norma : MTC

Ensayado por : A. Y. G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12279.0	12345.0	11960.0	12135.0	12064.0	12115.0
Peso de molde (g)	7569.0	7569.0	7543.0	7543.0	7725.0	7725.0
Peso del suelo húmedo (g)	4710.0	4776.0	4317.0	4592.0	4339.0	4390.0
Volumen del molde (cm ³)	2158.9	2158.9	2044.3	2044.3	2095.2	2095.2
Densidad húmeda (g/cm³)	2.182	2.212	2.112	2.246	2.071	2.095
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	77.2	83.1	78.8	82.9	78.5	86.3
Peso suelo seco + tara (g)	69.1	72.8	70.7	82.5	70.3	76.4
Peso de tara (g)	16.6	10.7	17.9	17.3	16.7	17.2
Peso de agua (g)	8.0	10.2	8.1	10.4	8.2	9.9
Peso de suelo seco (g)	52.6	62.2	52.8	65.2	53.6	59.2
Contenido de humedad (%)	15.29	16.43	15.32	15.99	15.30	16.71
Densidad seca (g/cm³)	1.882	1.900	1.831	1.937	1.796	1.795

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/06/2022	14:54	0	0.970	0.970	0.81	2.660	2.660	2.22	1.740	1.740	1.45
9/06/2022	14:54	24	1.000	1.000	0.83	2.780	2.780	2.32	1.800	1.800	1.50
10/06/2022	14:54	48	1.300	1.300	1.08	3.020	3.020	2.52	1.840	1.840	1.53
11/06/2022	14:54	72	1.570	1.570	1.31	3.220	3.220	2.68	1.900	1.900	1.58
12/06/2022	14:54	96	1.570	1.570	1.31	3.220	3.220	2.68	1.900	1.900	1.58

PENETRACION												
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3		
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CORRECCION		
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²
0.000		0.035	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00	
0.025		0.070	9.96			0.050	7.52			0.050	7.52	
0.050		0.120	16.06			0.126	16.80			0.096	13.14	
0.075		0.184	23.85			0.170	22.15			0.130	17.26	
0.100	70.31	0.350	43.95	41.5	59.1	0.224	28.71	28.0	39.8	0.160	20.94	20.9
0.150		0.500	61.97			0.290	36.70			0.214	27.50	
0.200	105.46	0.779	95.14	88.9	84.3	0.354	44.43	44.5	42.2	0.285	33.68	34.1
0.250		0.900	109.39			0.397	49.61			0.300	37.91	
0.300		1.160	139.72			0.444	55.26			0.351	44.07	
0.400		1.354	162.09			0.527	65.20			0.408	50.93	
0.500		1.620	192.42			0.650	79.86			0.469	58.26	



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196161

☎ RUC: 20606529229
📍 P.S.J. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV2@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-189-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 2% DE CEMENTO

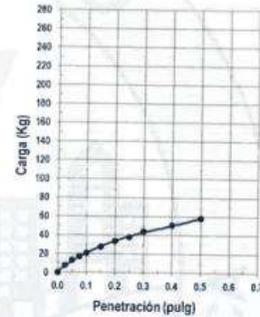
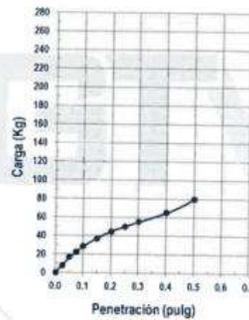
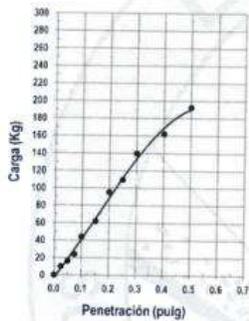
Norma : MTC

Ensayado por : A. Y. G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

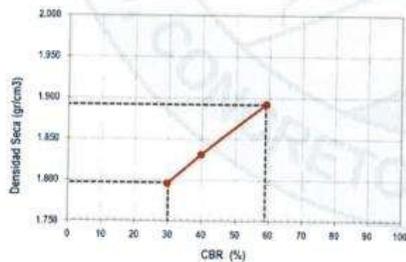
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	59.1 %
CBR (0.2")	84.3 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.892

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	39.8 %
CBR (0.2")	42.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.831

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	29.7 %
CBR (0.2")	32.3 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.796



Método de compactación : ASTM D1557

Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.892

Óptimo contenido de humedad (%) : 15.3

95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.797

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 58.9 0.2" 76.4

C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 30.0 0.2" 32.6

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 58.9 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 30.0 (%)

Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198101

RUC: 20606529229
P.S.J. GRAU #211- CHILCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : HUANCAYO-JUNIN

Estructura : VARIOS

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 10% DE CEMENTO

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5.880.2	6.097.5	6.133.9	5.952.7
Peso molde (gr.)	3.760.0	3.760.0	3.760.0	3.760.0
Peso suelo compactado (gr.)	2.120.2	2.337.5	2.373.9	2.192.7
Volumen del molde (cm ³)	954.0	954.0	954.0	954.0
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.222	2.450	2.488	2.298

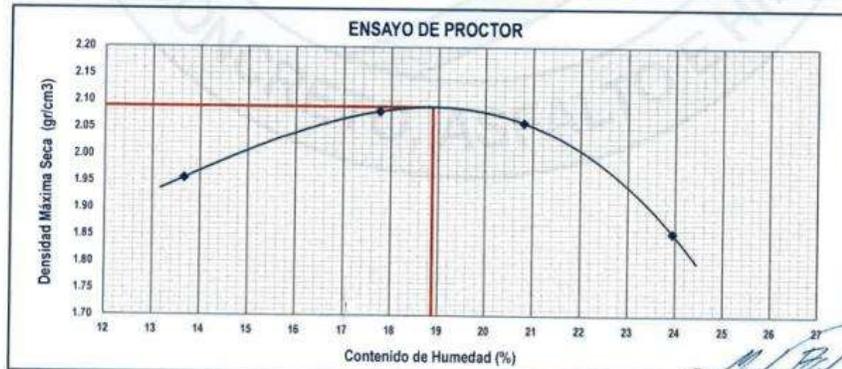
HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	108.2	83.2	96.2	89.4
Tara + suelo seco (gr.)	97.3	72.5	82.5	75.5
Peso de agua (gr.)	10.9	10.7	13.7	13.9
Peso de tara (gr.)	17.3	12.0	16.7	17.3
Peso de suelo seco (gr.)	80.0	60.5	65.8	58.2
Humedad (%)	13.7	17.8	20.8	23.9
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.955	2.081	2.060	1.854

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3.760.0
VOLUMEN (CM3)	954.0

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.089
Óptimo Contenido de Humedad (%)	18.9

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³)	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%)	-




Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229
P.S.J. GRAU #211 - CHLCA
980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
GEOTEST.V@GMAIL.COM
LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 19% DE CEMENTO

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12930.0	13005.0	12550.0	12586.0	12670.0	12920.0
Peso de molde (g)	7568.0	7568.0	7544.0	7544.0	7726.0	7726.0
Peso del suelo húmedo (g)	5362.0	5437.0	5006.0	5042.0	4944.0	5194.0
Volumen del molde (cm ³)	2158.9	2158.9	2044.3	2044.3	2095.2	2095.2
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.484	2.518	2.449	2.466	2.360	2.479
Tara (N°)	**	**	**	**	**	**
Peso suelo húmedo + tara (g)	98.7	928.6	90.1	614.5	61.8	832.6
Peso suelo seco + tara (g)	85.7	777.0	77.5	530.0	70.7	710.0
Peso de tara (g)	16.6	142.9	10.6	132.0	11.9	136.4
Peso de agua (g)	13.1	151.6	12.6	84.5	11.1	122.6
Peso de suelo seco (g)	69.1	634.1	66.9	398.0	58.8	573.6
Contenido de humedad (%)	18.90	23.90	18.85	21.23	18.88	21.37
Densidad seca (g/cm ³)	2.089	2.033	2.080	2.034	1.985	2.042

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/06/2022	12.27pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
9/06/2022	12.27pm	24	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
10/06/2022	12.27pm	48	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
11/06/2022	12.27pm	72	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
12/06/2022	12.27pm	96	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.221	28.32			0.114	15.34			0.074	10.40		
0.050		0.299	37.79			0.216	27.77			0.125	16.69		
0.075		0.340	42.79			0.366	45.90			0.178	23.07		
0.100	70.31	0.532	65.77	63.9	90.9	0.458	56.96	53.4	76.0	0.231	29.55	29.6	42.1
0.150		0.694	85.05			0.584	72.03			0.317	40.02		
0.200	105.46	0.887	107.85	103.5	98.2	0.663	81.44	86.6	82.1	0.390	48.78	48.7	46.2
0.250		0.963	116.80			0.777	94.96			0.448	55.74		
0.300		1.062	128.30			0.908	110.34			0.494	61.26		
0.400		1.256	150.80			0.970	117.56			0.581	71.59		
0.500		1.448	172.87			1.043	128.15			0.688	81.25		

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198181

📍 RUC: 20606529229 📞 GEO TEST V S.A.C.
📍 PSJ. GRAU #211 - CHILCA ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
📞 980329953 / 952525151 ✉️ LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 10% DE CEMENTO

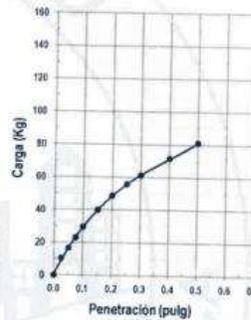
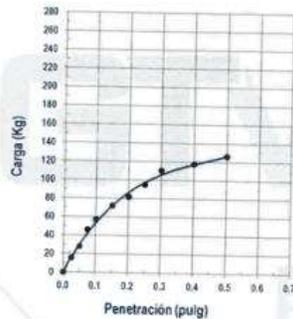
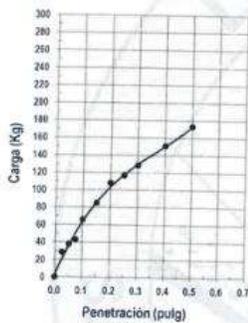
Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

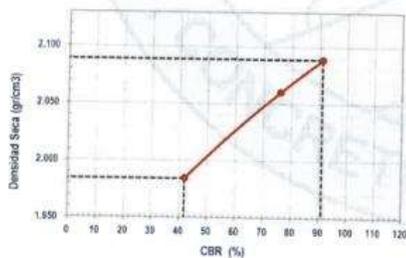
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	90.9 %
CBR (0.2")	98.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.089

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	76.0 %
CBR (0.2")	82.1 %
Densidad seca (g/cm ³)	2.050

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	42.1 %
CBR (0.2")	46.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.985



Metodo de compactación : ASTM D1557

Maxima densidad seca (g/cm³) : 2.089

Optimo contenido de humedad (%) : 18.9

95% maxima densidad seca (g/cm³) : 1.984

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	90.9	0.2"	98.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	41.9	0.2"	46.0

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 90.9 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 41.9 (%)

Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

▲ RUC: 20606529229

📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA

☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.

✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM

✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
Estructura : VARIOS
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calcata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.25% DE CLORURO DE SODIO
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
	5	5	5	5
N° Capas	25	25	25	25
N° Golpes	5,658.0	5,810.0	5,795.0	5,672.0
Peso suelo + molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso molde (gr.)	1,898.0	2,050.0	2,035.0	1,912.0
Peso suelo compactado (gr.)	952.7	952.7	952.7	952.7
Volumen del molde (cm ³)	1.992	2.152	2.136	2.007

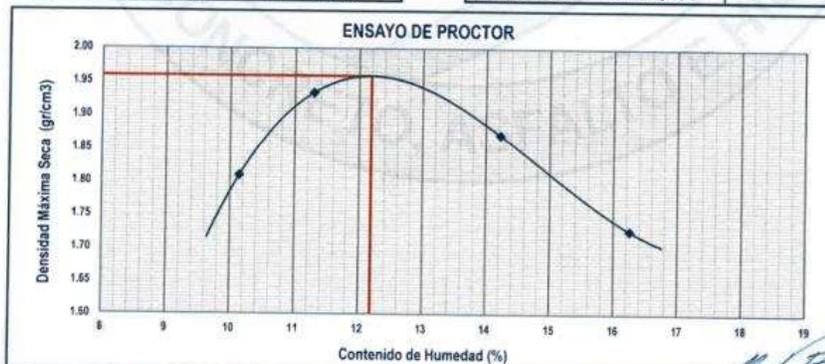
HUMEDAD (%)				
Tara N°	-	-	-	-
Tara + suelo húmedo (gr.)	86.0	73.5	81.9	68.2
Tara + suelo seco (gr.)	79.5	67.8	73.8	61.1
Peso de agua (gr.)	6.5	5.7	8.1	7.1
Peso de tara (gr.)	15.5	17.3	17.1	17.4
Peso de suelo seco (gr.)	64.0	50.5	56.7	43.7
Humedad (%)	10.14	11.29	14.23	16.25
Densidad Seca (gr/cm³)	1.809	1.933	1.870	1.726

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM ³)	952.7

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.959
Óptimo Contenido de Humedad (%):	12.19

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



Luis Gamarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229
 Psj. GRAU #211 - CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"

Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022

Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11

Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL

Ubicación : -

Estructura : Subrasante

Fecha de recepción : JUNIO 2022

Cantera : Material de calicata

N° de muestra : -

Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.25% DE CLORURO DE SODIO

Norma : MTC

Ensayado por : A.Y.G.

Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12314.0	12108.0	12012.0	12107.0	12304.0	12417.0
Peso de molde (g)	7712.0	7712.0	7591.0	7591.0	8097.0	8097.0
Peso del suelo húmedo (g)	4602.0	4396.0	4421.0	4516.0	4207.0	4320.0
Volumen del molde (cm ³)	2134.4	2134.4	2125.0	2125.0	2124.2	2124.2
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.156	2.050	2.080	2.125	1.981	2.034
Tara (N°)	**	**	**	**	**	**
Peso suelo húmedo + tara (g)	71.4	88.4	77.9	92.0	83.5	86.1
Peso suelo seco + tara (g)	65.8	81.1	72.5	84.4	77.3	79.1
Peso de tara (g)	11.1	16.7	18.9	17.3	16.8	17.1
Peso de agua (g)	5.6	7.3	5.5	7.6	6.2	7.0
Peso de suelo seco (g)	54.7	64.4	53.6	67.1	60.5	62.0
Contenido de humedad (%)	10.18	11.34	10.18	11.33	10.18	11.29
Densidad seca (g/cm ³)	1.957	1.850	1.888	1.909	1.798	1.827

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/06/2022	8:59pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
14/06/2022	8:59pm	24	0.790	0.790	0.66	0.250	0.250	0.21	0.560	0.550	0.46
15/06/2022	8:59pm	48	0.770	0.770	0.64	0.330	0.330	0.28	0.770	0.770	0.64
16/06/2022	8:59pm	72	0.990	0.990	0.83	0.600	0.600	0.50	1.480	1.480	1.23
17/06/2022	8:59pm	96	1.550	1.550	1.29	1.000	1.000	0.83	1.630	1.630	1.36

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm ²	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000	0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025	0.032	5.31				0.015	3.23			0.010	2.62		
0.050	0.063	9.11				0.035	5.68			0.021	3.97		
0.075	0.085	11.79				0.064	9.23			0.032	5.31		
0.100	70.31	0.110	14.85	14.3	20.3	0.086	11.92	11.6	16.5	0.052	7.76	7.6	10.8
0.150	0.136	18.01				0.115	15.45			0.070	9.96		
0.200	105.46	0.170	22.15	22.3	21.1	0.140	18.50	18.3	17.4	0.084	12.89	12.3	11.7
0.250	0.189	24.46				0.154	20.21			0.101	13.75		
0.300	0.212	27.26				0.168	21.91			0.115	15.45		
0.400	0.256	32.47				0.179	23.25			0.122	16.31		
0.500	0.299	37.79				0.199	25.68			0.140	18.50		


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198181

📍 RUC: 20606529229
 📍 Ps.J. GRAU #211- CHILCA
 📞 980329953 / 952525151
 🏢 GEO TEST V S.A.C.
 ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



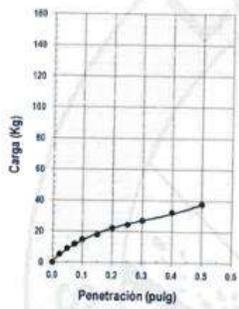
LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

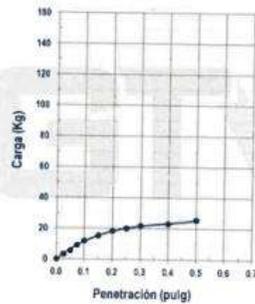
Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 0.25% DE CLORURO DE SODIO
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

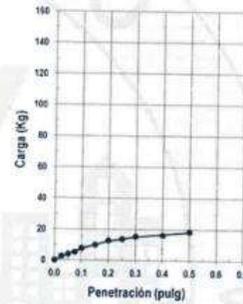
Hoja : 02 de 02



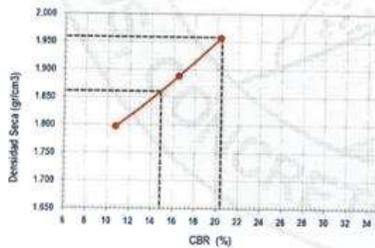
MOLDE N°1	
CBR (0.1")	20.3 %
CBR (0.2")	21.1 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.957



MOLDE N°2	
CBR (0.1")	16.5 %
CBR (0.2")	17.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.888



MOLDE N°3	
CBR (0.1")	10.8 %
CBR (0.2")	11.7 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.798



Metodo de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.959
 Óptimo contenido de humedad (%) : 12.2
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.861
 C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 20.4 0.2" 21.2
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 14.9 0.2" 15.8

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 20.4 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 14.9 (%)


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198101

RUC: 20606529229
 PSJ. GRAU #211- CHILCA
 980329953 / 952525151

GEO TEST V S.A.C.
 GEOTEST.V@GMAIL.COM
 LABGEOESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : PM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : HUANCAYO-JUNIN
Estructura : VARIOS
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 1% DE CLORURO DE SODIO
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,436.0	5,603.0	5,642.0	5,528.0
Peso molde (gr.)	3,615.0	3,615.0	3,615.0	3,615.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,821.0	1,988.0	2,027.0	1,913.0
Volumen del molde (cm ³)	947.9	947.9	947.9	947.9
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.921	2.097	2.138	2.018

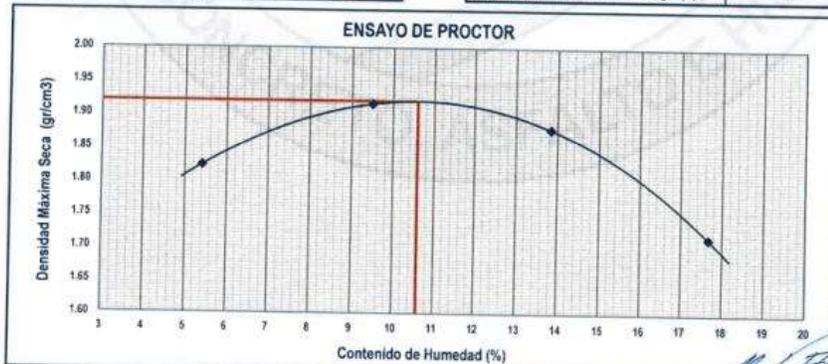
HUMEDAD (%)				
Tara N°	191	149	16	55
Tara + suelo húmedo (gr.)	97.2	88.8	69.7	82.0
Tara + suelo seco (gr.)	93.0	82.6	63.3	72.3
Peso de agua (gr.)	4.2	6.2	6.4	9.7
Peso de tara (gr.)	15.5	17.3	17.1	17.4
Peso de suelo seco (gr.)	77.5	65.3	46.2	54.9
Humedad (%)	5.42	9.50	13.85	17.67
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.822	1.915	1.878	1.715

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,615.0
VOLUMEN (CM ³)	947.9

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³):	1.920
Óptimo Contenido de Humedad (%):	10.60

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm ³):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



Luis Camarra Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 P.S.J. GRAU #211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Codigo de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICION DE 1% DE CLORURO DE SODIO
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) MTC E 132

Hoja - 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12143.0	12100.0	11776.0	12030.0	11783.0	12100.0
Peso de molde (g)	7650.0	7650.0	7574.0	7574.0	7728.0	7728.0
Peso del suelo húmedo (g)	4493.0	4450.0	4202.0	4456.0	4055.0	4372.0
Volumen del molde (cm ³)	2117.7	2117.7	2125.0	2125.0	2126.8	2126.8
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.122	2.101	1.977	2.097	1.907	2.056
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	95.0	101.0	79.8	92.6	79.1	82.5
Peso suelo seco + tara (g)	87.4	92.0	73.8	84.4	72.5	75.5
Peso de tara (g)	15.8	17.3	17.2	16.4	10.6	17.8
Peso de agua (g)	7.6	9.0	6.0	8.2	6.6	7.0
Peso de suelo seco (g)	71.6	74.7	56.6	68.0	61.9	57.7
Contenido de humedad (%)	10.61	12.05	10.80	12.05	10.65	12.13
Densidad seca (g/cm ³)	1.918	1.875	1.788	1.871	1.723	1.833

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/06/2022	3:50pm	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
14/06/2022	3:50pm	24	3.690	3.690	3.08	2.080	2.080	1.73	2.840	2.840	2.37
15/06/2022	3:50pm	48	4.060	4.060	3.28	2.370	2.370	1.98	3.940	3.940	3.26
16/06/2022	3:50pm	72	4.240	4.240	3.53	2.950	2.950	2.45	4.000	4.000	3.33
17/06/2022	3:50pm	96	4.540	4.54	3.78	2.960	2.960	2.467	4.190	4.19	3.49

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.028	4.82			0.010	2.62			0.003	1.75		
0.050		0.060	8.74			0.020	3.85			0.014	3.11		
0.075		0.080	11.18			0.034	5.56			0.022	4.09		
0.100	70.31	0.100	13.63	13.1	18.6	0.053	7.88	8.3	11.8	0.046	7.03	6.8	9.7
0.150		0.124	16.55			0.085	11.79			0.065	9.35		
0.200	105.48	0.160	20.94	21.6	20.4	0.108	14.60	13.5	12.8	0.085	11.79	10.8	10.2
0.250		0.180	23.37			0.109	14.72			0.087	12.04		
0.300		0.226	28.95			0.124	16.55			0.089	12.28		
0.400		0.240	30.65			0.130	17.28			0.094	12.89		
0.500		0.250	31.96			0.148	19.48			0.106	14.72		


 Luis Gamarrá Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

📍 RUC: 20606529229
 📍 PSJ. GRAU #211- D.H.L.C.A.
 📞 980329953 / 952525151
 🏢 GEO TEST V S.A.C.
 ✉️ GEOTEST.V@GMAIL.COM
 ✉️ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

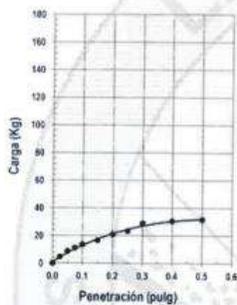
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
Código de formato : CBR-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11
Peticionario : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Ubicación : -
Estructura : Subrasante
Fecha de recepción : JUNIO 2022
Cantera : Material de calicata
N° de muestra : -
Clase de material : SUELO CON ADICIÓN DE 1% DE CLORURO DE SODIO
Norma : MTC
Ensayado por : A.Y.G.
Fecha de emisión : JULIO 2022

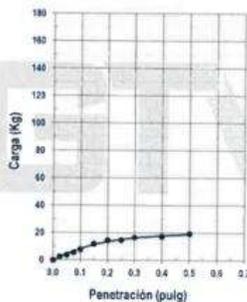
ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MTC E 132

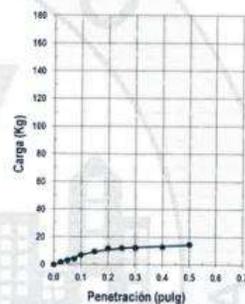
Hoja 02 de 02



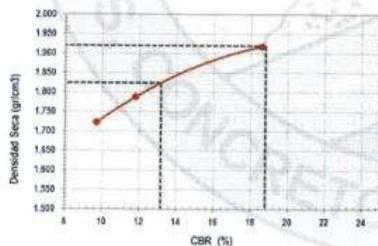
MOLDE N°1	
CBR (0.1")	18.6 %
CBR (0.2")	20.4 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.918



MOLDE N°2	
CBR (0.1")	11.8 %
CBR (0.2")	12.8 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.788



MOLDE N°3	
CBR (0.1")	9.7 %
CBR (0.2")	10.2 %
Densidad seca (g/cm ³)	1.723



Método de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 1.920
 Óptimo contenido de humedad (%) : 10.6
 95% máxima densidad seca (g/cm³) : 1.824

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 18.8 0.2" 20.6
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 13.2 0.2" 14.5

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 18.8 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.2 (%)


 Luis Gamarra Espinoza
 INGENIERO CIVIL
 CIP 198161

RUC: 20606529229 GEO TEST V S.A.C.
 Ps.J. GRAU # 211 - CHILCA GEOTEST.V@GMAIL.COM
 980329953 / 952525151 LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



**LABORATORIO
GEO TEST V S.A.C.**

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA



📍 RUC: 20606529229
📍 Psj. GRAU #211- CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

🌐 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV22@GMAIL.COM



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS DE PH DEL SUELO

MTC E 129

PROYECTO : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
SOLICITA : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
UBICACIÓN : -
MATERIAL : SUELO NATURAL Y CON ADICIONES DE ESTABILIZADORES QUIMICOS
FECHA DE EMISION: : JULIO 2022 2021

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL	6.5	6.4	6.5

Interpretación:

El pH del SUELO NATURAL tiene como grado de acidez: Ligeramente Ácido

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 2% DE CEMENTO	11.2	11.1	11.2

Interpretación:

El pH del SUELO CON 2% DE CEMENTO tiene como grado de acidez: Muy Fuertemente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 10% DE CEMENTO	12.1	12.1	12.1

Interpretación:

El pH del Suelo SUELO CON 10% DE CEMENTO tiene como grado de acidez: Muy Fuertemente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 2% DE CAL	11.5	11.4	11.5

Interpretación:

El pH del Suelo SUELO CON 2% DE CAL tiene como grado de acidez: Muy Fuertemente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 10% DE CAL	13.2	13.1	13.2

Interpretación:

El pH del Suelo SUELO CON 10% DE CAL tiene como grado de acidez: Muy Fuertemente Alcalino

📍 RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOESTV02@GMAIL.COM


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 196161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS DE PH DEL SUELO

MTC E 129

PROYECTO : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
SOLICITA : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
UBICACIÓN : -
MATERIAL : SUELO NATURAL Y CON ADICIONES DE ESTABILIZADORES QUIMICOS
FECHA DE EMISION: : JULIO 2022 2021

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 0.25% DE CLORURO DE CALCIO	7	7.05	7

Interpretación:

El pH del SUELO CON 0.25% DE CLORURO DE CALCIO tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 1% DE CLORURO DE CALCIO	7.2	7.1	7.2

Interpretación:

El pH del SUELO CON 1% DE CLORURO DE CALCIO tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 0.25 LT/M3 DE ACEITE SULFONADO	6.5	6.4	6.5

Interpretación:

El pH del Suelo SUELO CON 0.25 LT/M3 DE ACEITE SULFONADO tiene como grado de acidez: Ligeramente Ácido

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 0.35 LT/M3 DE ACEITE SULFONADO	6.8	6.9	6.9

Interpretación:

El pH del suelo SUELO CON 0.35 LT/M3 DE ACEITE SULFONADO tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 5 GAL/M3 DE POLIMERO	6.8	6.8	6.8

Interpretación:

El pH del suelo SUELO CON 5 GAL/M3 DE POLIMERO tiene como grado de acidez: Neutro

📍 RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM


Luis Gamarrá Espinoza
INGENIERO CIVIL
CIP 198161



LABORATORIO GEO TEST V S.A.C.

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ANÁLISIS DE PH DEL SUELO

MTC E 129

PROYECTO : TESIS - "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ENTRE ESTABILIZADORES QUÍMICOS APLICADOS PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARCILLOSAS, HUANCAYO 2022"
SOLICITA : Bach. HUAMAN ROMERO JOSE SAUL
Expediente N° : EXP-188-GEO-TEST-V-2022
UBICACIÓN : -
MATERIAL : SUELO NATURAL Y CON ADICIONES DE ESTABILIZADORES QUÍMICOS
FECHA DE EMISION: : JULIO 2022 2021

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO CON 7.5 GAL/M3 DE POLIMERO	7.4	7.4	7.4

Interpretación:

El pH del SUELO CON 7.5 GAL/M3 DE POLIMERO tiene como grado de acidez: Ligeramente Alcalino



📍 RUC: 20606529229
📍 Ps.J. GRAU #211 - CHILCA
☎ 980329953 / 952525151

📍 GEO TEST V S.A.C.
✉ GEOTEST.V@GMAIL.COM
✉ LABGEOTESTV02@GMAIL.COM



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-017-2022

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22
EXPEDIENTE : 023-2022

1. SOLICITANTE : GEO TEST V S.A.C.

DIRECCIÓN : Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

2. INSTRUMENTO DE MEDICION : **BALANZA**

MARCA : OHAUS
MODELO : R31P30
NÚMERO DE SERIE : NO INDICA
ALCANCE DE INDICACION : 30 000 g
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCION : 1 g
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g
CLASE DE EXACTITUD : III
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACION : BAL-02 (*)
TIPO : ELECTRONICA
UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
FECHA DE CALIBRACION : 2022-02-21

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACION

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN


Juan C. Quispe Morales
Licenciado en Física
CFP N° 0664



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-001-2022

Página 1 de 8

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22
EXPEDIENTE : 023-2022

1. SOLICITANTE : GEO TEST V S.A.C.

DIRECCIÓN : Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CBR - ANILLO DE CARGA

MARCA : UTEST
MODELO : UTS - 0852
NÚMERO DE SERIE : 18/000906
ALCANCE DE INDICACIÓN : 50 kN
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.001 mm (1 div, Digital)
CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA
PROCEDENCIA : TURQUIA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
FECHA DE CALIBRACION : 2022-02-21

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN


Juan C. Quispe Morales
Licenciado en Física
CFP N° 0664



Q&M EXACTITUD PERÚ S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-015-2022

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-22
EXPEDIENTE : 023-2022

1. SOLICITANTE : GEO TEST V S.A.C.

DIRECCIÓN : Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

2. INSTRUMENTO DE MEDICION : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : NV622

NÚMERO DE SERIE : 8340086798

ALCANCE DE INDICACION : 620 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCION : 0,01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACION (e) : 0,1 g

CLASE DE EXACTITUD : III

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACION : NO INDICA

TIPO : ELECTRONICA

UBICACION : LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

FECHA DE CALIBRACION : 2022-02-21

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. LUGAR DE CALIBRACION

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA
Pj. Grau N° 211 Urb. Puzo, Chilca - Huancayo - JUNIN

Q&M EXACTITUD PERU S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado sólo puede ser difundido o reproducido en su totalidad, para los extractos o modificaciones se requiere de la autorización de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El presente certificado de calibración no tiene validez sin la firma electrónica del responsable del laboratorio de calibración de Q&M EXACTITUD PERU S.A.C.

La Ley N° 27269 tiene por objeto regular la utilización de la firma electrónica otorgándole la misma validez y eficacia jurídica que el uso de una firma manuscrita u otra análoga que conlleve manifestación de voluntad.



Juan C. Quispe Morales
Licenciado en Física
CFP N° 0664

Anexo N°04: Ficha técnica de aceite sulfonado y polímero



El mejor amigo del concreto

Av. Los Pinos N° 1733, Urb. La Campa, Oberlin, Lima - Perú.
Tel: (01) 252 02 00 / 0 202 893 271 / 984 200 534 / 984 205 534 / 984 330 130
Pachakama - Edición 10 - Versión 10.19.L2P

Aplicación:

Los mejores resultados se obtienen cuando se incorpora el ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS, al agua del afirmado durante la construcción ya que de esta manera se obtiene no solo un afirmado estabilizado y libre de polvo, sino que la construcción misma permite obtener mayor densidad con menor trabajo. Se aconseja saturar con ESTABILIZADOR Z CON POLÍMEROS el suelo compactado.

Datos Técnicos:

Aspecto: Líquido
Color: Blanco
Densidad: 1.03 ± 0.01 Kg/L
Contenido de sólidos: 50-52%

Rendimiento:

En el afirmado

La proporción a trabajar es de 1gal-4gal => estabilizador Z con Polímeros; agua. => 5 galones de mezcla para 1 m³ de agregado.

La proporción a trabajar es de 1.5gal-8gal => estabilizador Z con Polímeros; agua. => 7.5 galones de mezcla para 1m³ de agregado.

Como sellador

La proporción a trabajar es de 1gal-4gal => estabilizador Z con Polímeros; agua. => 5 galones de mezcla para 25m².

La proporción a trabajar es de 1.5gal-6gal => estabilizador Z con Polímeros; agua. => 7.5 galones de mezcla para 25m².

Nota:

Se está considerando que el terreno tendrá un nivel de absorción de la mezcla de aproximadamente 4cm en su espesor. Si el nivel de absorción es menor o mayor, las dosificaciones también podrían variar.

Se brinda la presente información en forma de recomendación. Se debe tener claro que el ejecutor de los trabajos es la persona que debe decidir la cantidad de agua que deberá utilizar para la óptima compactación del terreno, ya que dependiendo del tipo de agregados y materiales utilizados la cantidad de absorción de agua puede variar tanto como sellador y afirmado.

Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor información remitase a la hoja de seguridad del producto.

Envases

-1 Galón.
-5 Galones.
-55 Galones.

E-mail: ventas@proestech.com.pe | contratacion@proestech.com.pe | www.proestech.com.pe
San Isidro Av. San Luis 2051. Telf: (01) 715 5744 / 983 288 496 | Callao Av. Elmer Fawcett 1631. Telf: (01) 715 5770 / 980 128 493
Chilca Calle Los Tumbos 285, Urb. San Francisco. Telf: (07) 222 2187 / 984 278 770 | Pucallpa Jr. Coronel Prada 546. Telf: (08) 521 521 / 948 228 498
Pisco Av. Bolívar 311, Hq. 3. Telf: (07) 321 400 / 972 001 351 | Iquitos Av. José de Luna 344. Telf: (07) 569 404 / 821 039 388
Cuzco Av. Tarma Tito Cordero 1032 - Wanchos. Telf: (084) 257 111 / 984 260 262
Arequipa Calle Páez 824A - Condesa. Telf: (084) 323 300 / 984 044 894 | Tumbes Av. Andrés Bó 216, Urb. Palermo Telf: (044) 425 348 - 988 127 687



FICHA TÉCNICA



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- a. El suelo natural con plasticidad
- b. El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- c. Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

1. Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
2. Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cual consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
3. El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
4. La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).

Transporte : los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido corrosivo

Código UN : NU 3256

Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa

Peso específico : 1,15

pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.

Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C

Fecha de caducación : no tiene

Proes Tech Perú SAC 2 de Mayo 826, oficina 001, Miraflores, Lima, Perú. Fono: +56 1 445 9676
www.proestech.com

Anexo N°04: Registros fotográficos

1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Fotografía N° 1: Análisis granulométrico, referencia norma MTC E 107.



FUENTE: Elaboración propia.

2. LIMITES DE CONSISTENCIA

Fotografía N° 2: Determinación del Limite Líquido, referencia de la norma MTC E 110.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 3: Determinación del Limite Plástico; referencia de la norma MTC E 111.



FUENTE: Elaboración propia.

3. PROCTOR MODIFICADO

Fotografía N° 4: Compactación del suelo en laboratorio con el uso de energía modificada, referencia de la norma MTC E 115.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 5: Compactación del material, dentro del molde en 5 capas, con 25 golpes, referencia de la norma MTC E 115.



FUENTE: Elaboración propia.

4. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

Fotografía N° 6: Preparación de especímenes CBR - norma MTC E 132.



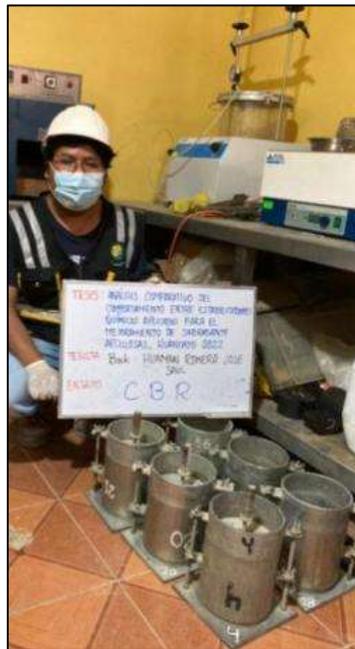
FUENTE: Elaboración propia

Fotografía N° 7: Especímenes elaborados para ensayo de CBR (antes de rotura), norma MTC E 132.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 8: Determinación de la resistencia del suelo, referencia de la norma MTC E 132.



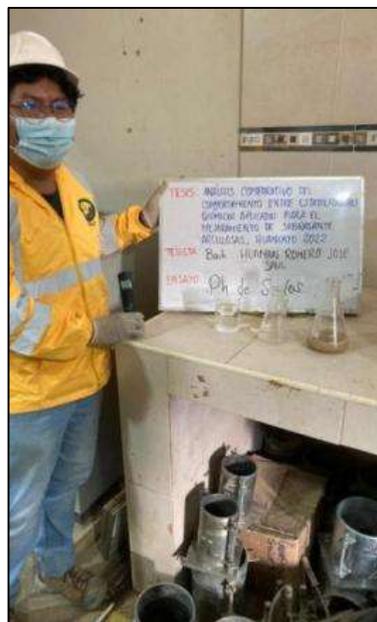
FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 9: Registro de penetración de especímenes de CBR, referencia de la norma MTC E 132.



FUENTE: Elaboración propia.

Fotografía N° 10: Determinación del pH de suelos, norma MTC E129.



FUENTE: Elaboración propia.