



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Influencia del polvillo de cloruro de magnesio en las
propiedades físico-mecánicas de la subrasante, carretera nueva
Samegua, Moquegua – 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Cauna Tala, Isaac Noé (orcid.org/0009-0003-2227-2058)
Corasi Alvarado, Bruno Aldair (orcid.org/0009-0007-4957-8531)

ASESOR:

Mg. Ascoy Flores, Kevin Arturo (orcid.org/0000-0003-2452-4805))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por brindarnos salud y motivación cada día, permitiéndonos alcanzar con éxito y felicidad nuestra etapa de aprendizaje y crecimiento profesional.

A nuestros padres por ser pilares para ser realidad nuestros sueños, las lecciones brindadas que nos dieron en casa, la comprensión, el amor incondicional, los principios y valores que nos han sido con concedidos. ¡Muchas gracias!

AGRADECIMIENTO

Nuestras familias, amigos y demás personas que ayudaron en el proceso de lograr hacer realidad uno de nuestros sueños en la vida.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ASCOY FLORES KEVIN ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO- MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRETERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023", cuyos autores son CORASI ALVARADO BRUNO ALDAIR, CAUNA TALA ISAAC NOE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 21 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ASCOY FLORES KEVIN ARTURO DNI: 46781063 ORCID: 0000-0003-2452-4805	Firmado electrónicamente por: KASCOY el 21-12- 2023 20:12:51

Código documento Trilce: TRI - 0705140

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CAUNA TALA ISAAC NOE, CORASI ALVARADO BRUNO ALDAIR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRETERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CORASI ALVARADO BRUNO ALDAIR DNI: 71875088 ORCID: 0009-0007-4957-8531	Firmado electrónicamente por: BRCORASIAL el 26-12-2023 12:13:29
CAUNA TALA ISAAC NOE DNI: 73205061 ORCID: 0009-0003-2227-2058	Firmado electrónicamente por: ISCAUNATA el 23-12-2023 20:29:17

Código documento Trilce: INV - 1430272



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS	35
ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracteres del cloruro de $MgCl_2$	12
Tabla 2. Cantidad de calicatas para análisis de suelos	14
Tabla 3. Tamaño de las aberturas de los tamices normalizados.....	16
Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas	17
Tabla 5. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	18
Tabla 6. Categorías de sub rasante	20
Tabla 7. Matriz de operacionalizacion	22
Tabla 8. Resumen de los resultados generales y promedios	26
Tabla 9. Resultados del objetivo específico 01 Granulometría.....	27
Tabla 10. Resultados del objetivo específico 02 Contenido de humedad	28
Tabla 11. Resultados del objetivo específico 03 Límites de atterberg	28
Tabla 12. Resultados del objetivo específico 04 Máxima densidad Seca	29
Tabla 13. Resultados del objetivo específico 05 CBR	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Polvillo de cloruro de magnesio.....	11
Figura 2. Constitución del $MgCl_2$	11
Figura 3. Infraestructura del pavimento.....	13
Figura 4. Procedimiento para identificar el tipo de suelo	14
Figura 5. Tamices para ensayo de granulometría	16
Figura 6. Cuchara de casa grande (Instrumento para el ensayo de limite liquido).....	18
Figura 7. Molde CBR y contrapesos.....	20

Resumen

Nuestra investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, Carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, máxima densidad seca y CBR. El tipo de investigación fue tipo básica, el diseño de investigación que utilizamos fue diseño cuasi experimental, para nuestra población tomamos la subrasante de la carretera Nueva Samegua km 0+000 al k.m2+000, en cuanto a técnica para la presente investigación se optó la observación de campo, como instrumento se empleó las fichas de observación de laboratorio a fin de poder evaluar y/o ensayos ejecutados, Los resultados obtenidos revelaron una notable mejora en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en comparación con el suelo natural. Se concluye que al añadir el polvillo de cloruro de magnesio en un 10.5%, se logró una mayor plasticidad del suelo con un índice de plasticidad (IP) de 8%, así como un aumento notable en su densidad máxima cuyo valor fue 2.101 gr/cm³ y capacidad de soporte que fue 64.5%. Estos resultados cumplen con los requisitos establecidos en el manual de carreteras del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), lo que demuestra el potencial beneficio de esta adición en la mejora de la subrasante de la Carretera Nueva Samegua, Moquegua-2023.

Palabras clave: subrasante, propiedades, físico-mecánicas

Abstract

The general objective of our research was to evaluate the influence of magnesium chloride dust on the physical and mechanical properties of the subgrade, Nueva Samegua Highway, Moquegua 2023; establishing the tests of granulometry, moisture content, Atterberg limits, maximum dry density and CBR. The type of research was basic type, the research design we used was quasi-experimental design, for our population we took the subgrade of the Nueva Samegua highway km 0+000 to k.m2+000, in terms of technique for this research we opted for field observation, as an instrument we used the laboratory observation cards in order to be able to evaluate and/or execute tests, The results obtained revealed a notable improvement in the physical-mechanical properties of the subgrade in comparison with the natural soil. It is concluded that by adding 10.5% magnesium chloride dust, a greater plasticity of the soil was achieved with a plasticity index (IP) of 8%, as well as a notable increase in its maximum density whose value was 2,101 gr/cm³ and a bearing capacity of 64.5%. These results comply with the requirements established in the MTC (Ministry of Transportation and Communications) road manual, which demonstrates the potential benefit of this addition in the improvement of the subgrade of the Nueva Samegua Highway, Moquegua-2023.

Keywords: subgrade, properties, physico-mechanical

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad son importantes las carreteras para la conexión de ciudades y las actividades de la población, es necesario para ello la resistencia de la subrasante que resistan las cargas de tránsito transmitidos por la capa de rodadura. Asimismo, debe ser capaz de la disposición y transferencia de cargas, impedir que los elementos finos plásticos del cuerpo del terraplén contaminen el pavimento y economice la estructura del pavimento. Debido a lo anterior, la tecnología aplicada en la industria de la Ingeniería Civil ha impulsado la innovación en materiales que mejoren las propiedades físico - mecánicas de la subrasante.

Al respecto, a nivel internacional, en Argentina, **Bustos et al. (2015)**, mencionan que las carreteras de grava son importantes para las redes viales. Asimismo, sostienen que su mantenimiento requiere grandes cantidades de recursos económicos y humanos. Recientemente, se ha introducido en esta región el uso de tratamientos alternativos basados en la aplicación de sales minerales como el cloruro de magnesio hidratado, o también denominado bischofita. Dichos tratamientos se están aplicando para poder contrarrestar el polvo y para estabilizar superficie en carreteras sin pavimentar. Durante 18 meses, los autores realizaron mediciones de rugosidad superficial y emisión de polvo en esas secciones. Como resultado mostraron que el uso de cloruro de magnesio contribuyó a una reducción notable en la evolución de la aspereza y la emisión de polvo en comparación con las secciones de grava no tratadas. El cloruro de magnesio parece ser apropiado no solo para el medio ambiente sino también para las agencias de carreteras y los usuarios de la carretera. Asimismo, se verificaron importantes ahorros de costos a través de evaluaciones económicas que compararon las secciones de caminos de grava tratadas y no tratadas.

Por otra parte, a nivel nacional, **Briones (2018)**, menciona que el propósito del proyecto fue determinar si el cloruro de magnesio y calcio mejoran la capacidad portante del suelo arcillosa. La metodología fue experimentativa y como resultado obtuvo que la incorporación del 2% de CaCl_2 mejora la resistencia del suelo con CBR 57.04%, con 5% de MgCl_2 el CBR fue 40.41%, con 2% de CaCl_2 satisface la exigencia de calidad de la EG2013 con LL de 12%, IP de 5.93% cumple con el requisito de rango de 4 a 9% y el CBR fue 57.04%, y con 5% MgCl_2 cumple con los estándares de calidad con LL de 28%, IP de 11.36 y CBR de 40.41%. Concluyendo

que $MgCl_2$ y $CaCl_2$ mejoran los suelos para los afirmados.

Por eso, la investigación busca darle uso al cloruro de magnesio en programas de ingeniería y disminución de costos. Entonces considerando lo nombrado con anterioridad, proponemos que la **problemática general** sería ¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?

El proyecto de investigación es justificado en dar información importante relacionada a la factibilidad del $MgCl_2$ para perfeccionar las características de la subrasante de las vías en la ciudad de Moquegua. En cuanto a la **justificación práctica** es debido a la necesidad de la población para la mejora de las características viales utilizando materiales alternativos, es por ello, que la investigación se incorpora el cloruro de magnesio para dichos fines. La **metodología se justifica** en la aplicación y desarrollo del cloruro de magnesio por medio del procedimiento científico, por esta razón se indaga por medio de la ciencia a con base a los ensayos realizados en laboratorio para evidenciar la validación y confiabilidad.

Para nuestra **justificación teórica**, se evalúa las propiedades del cloruro de magnesio y el nivel de efecto que esta causa en los suelos, con el propósito de dar fin a la problemática de la población.

El objetivo general es: Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023, y los **específicos fueron:** Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la **granulometría** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el **contenido de humedad** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en los **límites de consistencia** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la **máxima densidad seca** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023 y Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el **CBR** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.

Ya definidos nuestros problemas y objetivos se plantean nuestras hipótesis, **siendo la hipótesis general:** La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023, **y como específicos:** La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en **la granulometría** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en el **contenido de humedad** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en los **límites de consistencia** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en **la máxima densidad seca** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023., y La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en el **CBR** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Por antecedentes nacionales están los autores mostrados a continuación: **Pelayza (2022)** en su investigación realizada en Huancayo-Junín determino como el NaCl y MgCl₂ contribuye a estabilizar el suelo arcilloso, se tomó por población muestras de suelo tomadas del sector analizado a la que se le añadirá NaCl₂ y MgCl₂, en las diferentes proporciones, estos fueron 3%, 6% y 9%. Como instrumento se usaron las fichas de ensayos de laboratorio y se logró los siguientes resultados: **Máxima Densidad Seca:** con 0.0% de MgCl₂ la MDS fue 1.95 gr/cm³, con 3.0% de MgCl₂ la MDS creció hasta 1.96 gr/cm³, con 6.0% de MgCl₂ la MDS se acrecienta a 1.96 gr/cm³, con 9.0% de MgCl₂ la MDS fue a 1.85 gr/cm³. Para la **Humedad Optima** con 0.0% de MgCl₂ la humedad optima fue 9.75%, con 3.0% de MgCl₂ la humedad optima se creció hasta 9.99%, con 6.0% de MgCl₂ la humedad optima se acrecienta a 11.67%, con 9.0% de MgCl₂ la humedad optima se fue 11.69%. En el caso del **CBR** con 0.0% de MgCl₂ el CBR fue 5.70%, con 3.0% de MgCl₂ el CBR aumenta a 6.60%, con 6.0% de MgCl₂ el CBR aumenta a 7.30%, con 9.0% de MgCl₂ el CBR aumenta a 7.10%. Para los **Límites de Atterberg** tenemos, con 0% de MgCl₂ el índice de plasticidad indicó 12.88%, con 3.0% de MgCl₂ el índice de plasticidad descendió a 12.34%, con 6.0% de MgCl₂ el índice de plasticidad disminuyó a 11.53%, con 9.0% de MgCl₂ el índice de plasticidad descendió hasta 10.55%. Se llego a la conclusión que al aumentar 6% de NaCl y MgCl₂ se obtuvo una significativa mejora en la estabilización del suelo del Jr. Los Álamos, Huancayo.

Ucañan (2021) en su indagación realizada en Chimbote, Ancash logró precisar si el NaCl en comparación al MgCl₂ logra optimizar la subrasante, la población fueron los 2.86 km. de longitud de subrasante ubicados en la asociación El Porvenir localizado en Chimbote. Como instrumento usaron formatos que posee el laboratorio de suelos, y logró los resultados a continuación, **Máxima Densidad Seca:** con 0.0% de MgCl₂, la MDS fue 1.657 gr/cm³, con 1.5% de MgCl₂ la MDS creció hasta 1.763 gr/cm³, con 2.5% de CaCl₂ la MDS se acrecienta a 1.853 gr/cm³, con 2.5% de MgCl₂ la MDS aumentó a 1.720 gr/cm³, con 5.5% de MgCl₂ la MDS creció hasta 1.829 gr/cm³. En el caso de **Humedad Optima** tuvo que con 0.0% de MgCl₂ la humedad optima fue 12.41%, con 1.5% de MgCl₂ la humedad optima se reduce en 11.01%, con 2.5% de CaCl₂, la humedad optima se reduce en

11.3%, con 2.5% de MgCl₂, la humedad óptima se reduce en 11.8%, con 5.5% de MgCl₂, la humedad óptima se reduce en 10.85%. Par el **CBR** obtuvo con 0.0% de MgCl₂ el CBR fue 12.41%, con 1.5% de MgCl₂, el CBR aumenta a 16%, con 2.5% de CaCl₂, el CBR aumenta a 23.80%, con 2.5% de MgCl₂, el CBR aumenta a 14.10%, con 5.5% de MgCl₂, el CBR aumenta a 18.40%. Como conclusión se precisó que el NaCl comparado al MgCl₂, sí ayuda a optimizar la subrasante.

Valera (2021) en su investigación desarrollada en Trujillo, Perú, determinó el impacto MgCl₂ sobre las propiedades mecánicas de la subrasante, como población se tuvo la Av. El milagro hasta CA. Ciro Alegría en el Centro Poblado Menor El Milagro, Distrito de Huanchaco, los instrumentos utilizados fueron equipos de cómputo, manuales de laboratorio y fichas de observación. Se pudo obtener los siguientes resultados, **Contenido de humedad:** Con 0% de MgCl₂ el contenido de humedad fue 9.89%, con 1.0% de MgCl₂ el contenido de humedad disminuyó en 9.09%, con 2.0% de MgCl₂ el contenido de humedad descendió a 8.50%, con 3.0% de MgCl₂, el contenido de humedad descendió a 9.49%. Para el **CBR** se obtuvo con 0% de MgCl₂ el CBR fue 18.9%, con 1.0% de MgCl₂ el CBR aumentó en 39.48%, con 2.0% de MgCl₂ el CBR aumentó en 47.31%, con 3.0% de MgCl₂ el CBR aumentó en 55.72%. Se obtuvo una óptima dosis al aplicar al material 3% de MgCl₂ resultando un CBR igual a 39.04%, MDS de 95% y una Humedad óptima que fue 8.62% resultando apto para optimizar las vías sin asfaltar.

Paiva (2020) cuya investigación realizada en la región de Apurímac buscó evaluar cómo influye la aplicación de MgCl₂ en la mejora de subrasante en la carretera Huancaray. Se tomó por población el suelo de la subrasante no estabilizada y el suelo tratado con MgCl₂ (en dosis distintas), para ambos casos se ocupa el tramo de la carretera a evaluar. Los instrumentos usados fueron las fichas de observación. Se obtuvieron los siguientes resultados: **Contenido de humedad:** con 0% de MgCl₂ el contenido de humedad fue 10.50%, con 1.0% de MgCl₂ el contenido de humedad fue en 10.60%, con 3.0% de MgCl₂ el contenido de humedad descendió a 9.60%, con 5.0% de MgCl₂, el contenido de humedad descendió a 8.20%. Para la **MDS** se logró con 0% de MgCl₂ la MDS fue 2.084 gr/cm³, con 1.0% de MgCl₂ la MDS creció hasta 2.090 gr/cm³, con 3.0% de CaCl₂ la MDS se acrecienta a 2.263 gr/cm³, con 5.0% de MgCl₂, la MDS aumentó a 2.256 gr/cm³. En el caso del **CBR** se consiguió que con 0% de MgCl₂ el CBR fue 21.90%, con 1.0% de MgCl₂ el CBR

aumentó en 36.70%, con 3.0% de MgCl₂, el CBR aumentó en 41.3%, con 5.0% de MgCl₂ el CBR aumentó en 83.60%

Chavez (2019) en su investigación desarrollada en Talara, Piura contrasto el MgCl₂ con NaCl como estabilizador para optimizar el suelo de la subrasante de la vía hacia la cantera Santa Rita, su población fue la Av. primordial de Enace 03 hacia la Cantera Santa Rita en Talara-Piura. Los instrumentos usados son las fichas de laboratorio. Se logró los siguientes resultados: **CBR:** Con 0% de MgCl₂ el CBR fue 40.00%, con 5% de MgCl₂, el CBR aumentó a 45.50%, con 10% de MgCl₂ el CBR aumentó a 60.61%, con 15% de MgCl₂ el CBR aumentó a 80.42%, con 20% de MgCl₂ el CBR aumentó a 104.26%. Para la **Máxima Densidad Seca** se obtuvo con 0.0% de MgCl₂ la MDS fue 1.80 gr/cm³, con 5% de MgCl₂ la MDS crece hasta a 1.94 gr/cm³, con 10% de CaCl₂ la MDS creció hasta 2.02 gr/cm³, con 15% de MgCl₂ la MDS aumentó a 2.11 gr/cm³, con 20% de MgCl₂ la MDS se acrecienta hasta 2.2 gr/cm³. En el caso de la **Humedad Optima** con 0.0% de MgCl₂ la humedad optima fue 9.38%, con 5% de MgCl₂ la humedad optima se reduce en 9.19%, con 10% de CaCl₂ la humedad optima se reduce en 8.29%, con 15% de MgCl₂ la humedad optima se reduce en 9.45%, con 20% de MgCl₂, la humedad optima se reduce en 8.63%. Se llegó a la conclusión que al 5% de MgCl₂ + 95% de suelo natural, se ha obtenido un CBR de 37.11%, A su vez, al 20% de MgCl₂ + 80% de suelo natural, se consiguió un CBR de 81.43%.

Cosiche (2019) en su investigación realizada en Huancayo, Perú evaluó como influye el MgCl₂ sobre las propiedades de una subrasante en vías sin pavimentar, como población se tomó el pasaje vial Cañete tramo 09 Pucará – Pazos, que hace un total de 26 km. Los instrumentos usados fueron las fichas de laboratorio. Se obtuvo los siguientes resultados: **Granulometría:** con 0% de MgCl₂ la granulometría indicó una clasificación GC, con 2% de MgCl₂ la granulometría indicó una clasificación GC, con 3% de MgCl₂ la granulometría indicó una clasificación GC, con 5% de MgCl₂ la granulometría indicó una clasificación GC. En el **Contenido de humedad** se consiguió que con 0% de MgCl₂ el contenido de humedad indicó 6.50%, con 2% de MgCl₂ el contenido de humedad creció hasta 6.90%, con 3% de MgCl₂ el contenido de humedad se acrecienta a 7.50%, con 5% de MgCl₂ el contenido de humedad aumenta a 6.30%. En el caso de los **Límites de Atterberg** con 0% de MgCl₂ el índice de plasticidad indicó 6.58%, con 2% de MgCl₂ el índice de

plasticidad aumenta a 8.33%, con 3% de MgCl₂ el índice de plasticidad aumenta 9.03%, con 5% de MgCl₂, el índice de plasticidad aumenta a 6.77%. Para el **CBR** con 0% de MgCl₂ el CBR indicó 33.00%, con 2% de MgCl₂ el CBR aumenta a 33.80%, con 3% de MgCl₂ el CBR aumenta 40.20%, con 5% de MgCl₂, el CBR aumenta a 32.00%. Como conclusión se obtuvo que la cantidad de MgCl₂ interviene de manera satisfactoria en las propiedades físicas y mecánica de la subrasante en carreteras no pavimentadas; siendo el de 3 % el que presenta el mejor comportamiento.

Calderón (2017) en su investigación realizada en Huánuco, Perú buscó la mejora de la superficie de rodadura por medio de la utilización de MgCl₂ como optimizador de la capacidad de soporte. La población se encuentra ubicada a 59.85 km aproximadamente hasta el inicio de la trocha en estudio. Se logró los siguientes resultados: Para los **Límites de atterberg**: Con 0.0% de MgCl₂ el índice de plasticidad fue 20%, con 1% de MgCl₂ el índice de plasticidad descendió a 5%, con 2% de CaCl₂ el índice de plasticidad descendió a 7%, con 3% de MgCl₂ el índice de plasticidad descendió a 10%. Como conclusión se tiene que las consideraciones tomadas in situ demuestran para este caso singular que las vías con MgCl₂ logra una vida útil máxima de dos años sin ningún tipo de cuidado o mantenimiento.

En cuanto a los antecedentes internacionales se tiene **Guevara et al. (2021)** en su investigación realizada en San Miguel, El Salvador, analizó el modo de actuar de un suelo arcilloso al añadirle NaCl como estabilizante, la población fue la arcilla de la parte norte de la casa de estudios de El Salvador, Escuela Multidisciplinaria Oriental, se usaron tablas y gráficos que permitieron realizar el tratamiento e inspección de los datos registrados en el laboratorio. Obteniendo el siguiente rendimiento: **Máxima Densidad Seca**: Con 0.0% de NaCl la MDS fue 1.426 gr/cm³, con 5% de NaCl la MDS se acrecienta a 1.555 gr/cm³, con 10% de NaCl la MDS sube hasta 1.586 gr/cm³, con 15% de NaCl la MDS creció hasta 1.568 gr/cm³, con 20% de NaCl la MDS llegó a 1.513 gr/cm³. Para los **Límites de Atterberg** se obtuvo con 0.0% de NaCl el IP fue 49.9%, con 5% de NaCl el IP reduce a 38.2%, con 10% de NaCl el IP reduce a 24.2%, con 15% de NaCl el IP reduce a 25,8%, con 20% de NaCl, el IP reduce a 20.2%. En el caso del **CBR** con 0.0% de NaCl el CBR fue 0.21 kg/m³, con 5.0% de NaCl el CBR fue 0.21 kg/m³, con 10% de NaCl el CBR fue 0.21 kg/m³, con 15% de NaCl el CBR fue 0.21 kg/m³, con 2% de NaCl, el CBR fue 0.21

kg/m³. Se concluye que la alteración del IP el cual fue disminuyendo al añadir porcentaje altos de NaCl, se pudo precisar los parámetros de compactación registrando una MDS de 1425 kg/m³ con humedad óptima de 29.67% para la subrasante sin alterar y se evaluó la resistencia a compresión, la cual disminuyo por mientras más alto fue el porcentaje de NaCl añadido.

Rivera et al. (2020) en su estudio desarrollado en Colombia mitigó problemas como inestabilidad volumétrica y aumentar la resistencia y durabilidad con materiales alcalinos. Siendo los resultados lo siguiente: Con 0% de materiales alcalinos la granulometría indicó suelo arcilloso, Con 10% de materiales alcalinos la granulometría indicó suelo arcilloso, con 20% de materiales alcalinos la granulometría indicó suelo arcilloso, con 30% de materiales alcalinos, la granulometría indicó suelo arcilloso, con 40% de materiales alcalinos, la granulometría indicó suelo arcilloso. Se concluye que existe opción de utilizar como precursores del cementante de algunos residuos o subproductos, haciendo mínimo el uso de recursos naturales y logrando menores consumos de energía.

Alzate (2019) en su investigación desarrollada en Pereira, Colombia evaluó al cemento en función de estabilizador para la subrasante de la carretera Llano Grande, ubicada en la municipalidad de Pereira-Risaralda, la población fue el suelo que conforma la subrasante de la vía Llano Grande, jurisdicción de Pereira-Risaralda, los instrumentos utilizados fueron: prensa, balanzas, formas, martillo compactador, base de datos de cada ensayo. Siendo los resultados lo siguiente: Para el **CBR** con 0% de cemento el CBR fue 38.03%, con 7% de cemento el CBR se elevó a 42.42%, con 10% de cemento el CBR se elevó a 133.33%, con 13% de cemento, el CBR se elevó a 191.8%. Se concluyó que, para determinar el porcentaje de cemento de mejor eficacia, por medio del desarrollo de ensayos de laboratorio de resistencia a la compresión, que el porcentaje ideal con el que se logró un mejor rendimiento fue con el 13%.

Ulloa (2018) en su investigación desarrollada en Potosí, Nicaragua buscó equilibrar suelos adherentes de las vías de la asociación San Isidro de Pegón, municipalidad de Potosí provincia Rivas, bajo una composición de cal humedecida. La población tomada fue la subrasante de las calles de la asociación San Isidro del Pegón. Se usaron como instrumento las fichas de laboratorio. Siendo los resultados lo

siguiente: **Contenido de humedad:** el contenido de humedad sin cal fue 12%, con 3.0% de cal el contenido de humedad descendió 28%, con cal al 6.0% el contenido de humedad descendió a 33%, el contenido de humedad con 9% de cal fue 35%, con 12.0% de cal, el contenido de humedad descendió a 37%. Para los **Límites de Atterberg** se obtuvo con 0% de cal el índice de plasticidad fue 26%, con 3.0% de cal el IP se redujo a 14%, con 6.0% de cal el IP se redujo a 12%, con 9.0% de cal el IP se redujo a 9%, con 12.0% de cal el IP se redujo a 13%. En el caso de la **MDS** con 0% de cal la MDS fue 1.512, con 3.0% de cal la MDS se acrecentó en 1.548, con 6.0% de cal la MDS se acrecentó a 1.578, con 9.0% de cal la MDS se acrecentó a 1.603, con 12.0% de cal, la MDS se acrecentó a 1.597. Para el **CBR** con 0% de cal el CBR fue 15.70%, con 3.0% de cal el CBR fue 30.31%, con 6.0% de cal el CBR fue 54.35%, con 9.0% de cal el CBR fue 57.2%, con 12.0% de cal el CBR fue 29.48%. Se concluye que no se cumplió de manera correcta con los estándares solicitado, no obstante, se halló una mejora significativa en estas propiedades.

Guamán (2016) en su trabajo de indagación realizada en Ambato, Ecuador analizó la forma de comportarse de un suelo arcilloso tratado con elementos químicos (CaO y NaCl), se tomó por población el suelo arcilloso el cual usaremos para evaluar los dos tipos de estabilizantes. En los instrumentos usados estuvieron las fichas de ensayos de laboratorio. Llegando a estos resultados: **Límites de Atterberg:** Con 0.0% de cal y cloruro de sodio, el IP fue 19.33%, con 2.5% de cal el IP fue 15.96%, con 7.5% de cal el IP fue 10.78%, con 12.5% de cal, IP fue 8.83%, con 2.5% cloruro de sodio, el IP fue 13.75%, con 7.5% cloruro de sodio, el IP fue 10.18%, con 12.5% cloruro de sodio, el IP fue 6.54%. Para el **Contenido de Humedad** con 0.0% de cal y NaCl el contenido de humedad fue 10.80%, con 2.5% de cal el contenido de humedad fue 9.17%, con 7.5% de CaO el contenido de humedad fue 7.44%, con 12.5% de CaO el contenido de humedad fue 6.52%, con 2.5% de NaCl el contenido de humedad fue 9.59%, con 7.5% de NaCl el contenido de humedad fue 8.73%, con 12.5% de NaCl, el contenido de humedad fue 7.36%. En el caso de la **MDS** Con 0.0% de cal y NaCl la MDS fue 1.424%, con 2.5% de cal la MDS fue 1.394%, con 7.5% de cal la MDS fue 1.369%, con 12.5% de cal la MDS fue 1.335%, con 2.5% de NaCl la MDS fue 1.445%, con 7.5% de NaCl la MDS fue 1.484%, con 12.5% de NaCl MDS fue 1.495%. Para el **CBR** con 0.0% de cal y NaCl el CBR fue 4.85%, con 2.5% de cal el CBR fue 13.45%,

con 7.5% de cal el CBR fue 20.8%, con 12.5% de cal el CBR fue 26.0%, con 2.5% de NaCl el CBR fue 9.3%, con 7.5% de NaCl el CBR fue 7.55%, con 12.5% de NaCl el CBR fue 5.80%. Como conclusión se llegó a que el suelo tratado con NaCl mientras la dosificación sea más alta mejora la trabajabilidad y su compactación se torna más veloz. En el caso del suelo tratado con Cal se notó que también mejoró su trabajabilidad, pero no tanto como el NaCl.

Bases Teóricas

La variable independiente a estudiar es **polvillo de cloruro de magnesio**, según la Tecnología, Conocimiento y Experiencia (2022) el magnesio compuesto químico importante para el funcionamiento del organismo, especialmente en los huesos.

Según Vadequímica (2022) el cloruro de magnesio, denominado asimismo como bischofita, compuesto que consiste en la combinación de cloro y magnesio y son extraídas del agua de mar.

Según la Biblioteca Virtual en Salud (2017) es un compuesto inorgánico de magnesio y cloro.

Según la casa del libro (2017) el $MgCl_2$ viene a ser la fusión de cloro y magnesio, compuesto que posee variedad de aplicaciones en infraestructuras industriales.

Según la revista (2017) el cloruro de magnesio viene a ser un mineral iónico que está compuesto por 2 átomos de cloro cargados y en negativo 1 de magnesio cargado en positivo. La fórmula química de este compuesto es $MgCl_2$, este compuesto se puede sustraer de salmueras también del agua de mar y luego se somete a un procedimiento de electrolisis quiere decir el uso de una corriente eléctrica en forma continua a los líquidos para así disgregar la sustancia mediante reacciones de oxidación y reducción.

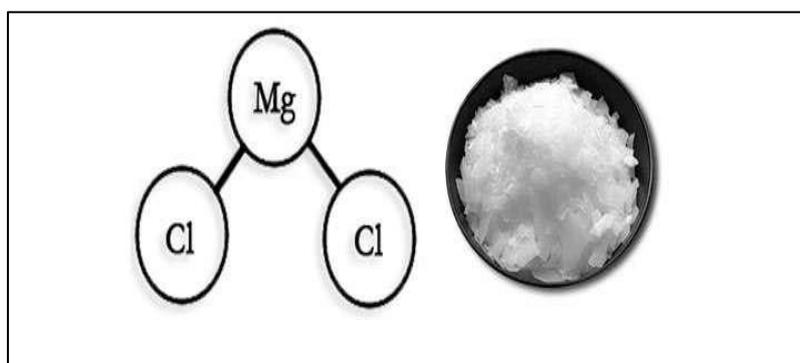
Figura 1. Polvillo de cloruro de magnesio



Fuente: shutterstock.com

Según un artículo de Quimica.es (2017) el $MgCl_2$ viene a ser un compuesto iónico procedente de cloro y magnesio

Figura 2. Constitución del $MgCl_2$



Fuente: Mismumi.com

Las propiedades del $MgCl_2$ son:

- El peso (fuerza con la que la gravedad atrae a un cuerpo) o masa molar es de 95.211 g/mol
- La densidad (correspondencia entre el peso y volumen de un cuerpo) de 2320 kg/m².
- El volumen (cantidad de materia que contiene un cuerpo).

Tabla 1. Caracteres del cloruro de MgCl₂

Cloruro de Magnesio	
General	
Nombre sistematizado	Cloruro de Magnesio
formula química	MgCl ₂
Masa molecular	95211 g/mol 203.31 g/mol
Apariencia	cuerpo cristalino sin color o blanco
Estructura	
Geometría	Octaédrico, 6-coordinado
estructura cristalina	CdCl ₂
Hidratos	Hexahidrato

Fuente: Enciclopedia Quimica.es

La variable dependiente son **las propiedades físico-mecánicas de la subrasante**, según Pinto (2021) son aquellas que evalúan física y mecánicamente el suelo natural de la subrasante, para la determinación del comportamiento al momento de la construcción de la pavimentación.

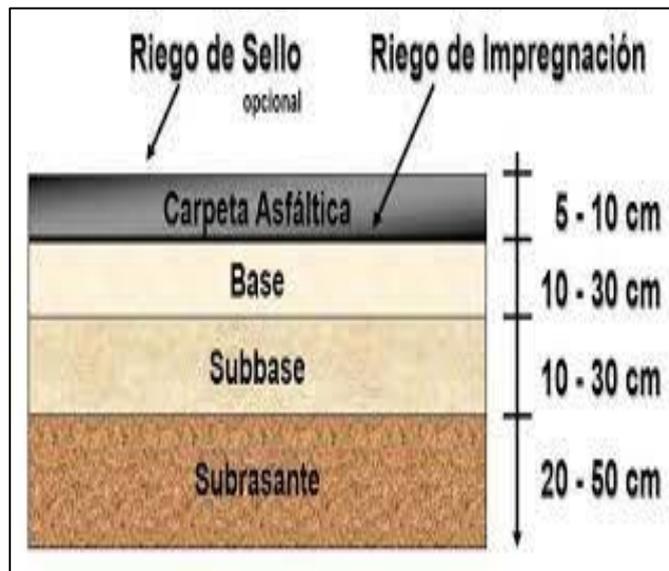
Ospina et al. (2020) menciona que las propiedades físicas y mecánicas son variables relevantes en consideración del diseño estructural del pavimento, mientras las físicas se mantienen invariables, aunque se sometan a condiciones como compactaciones, homogenizaciones y más, sin embargo, ambas propiedades varían en procesos de estabilización.

Para el MTC (2014) las propiedades físicas y mecánicas permiten determinar las condiciones y comportamiento del mismo en estado natural.

La Subrasante de una carretera conforme el apartado de pavimentos y suelos del MTC (2014), la subrasante de una carretera es la superficie culminada de la vía a razón de movimiento de tierras, lo cual incluye operaciones de (corte y relleno) para nivelar el terreno. Sobre esta subrasante se dispone la conformación del pavimento. La subrasante desempeña un papel fundamental, ya que es la base directa sobre la cual se construye todo el sistema del pavimento y viene a conformar el prisma de la carretera, que se levanta entre el terreno natural nivelado y la estructura del

pavimento mismo. Es un componente esencial para asegurar la estabilidad y durabilidad de la carretera en su conjunto.

Figura 3. Infraestructura del pavimento

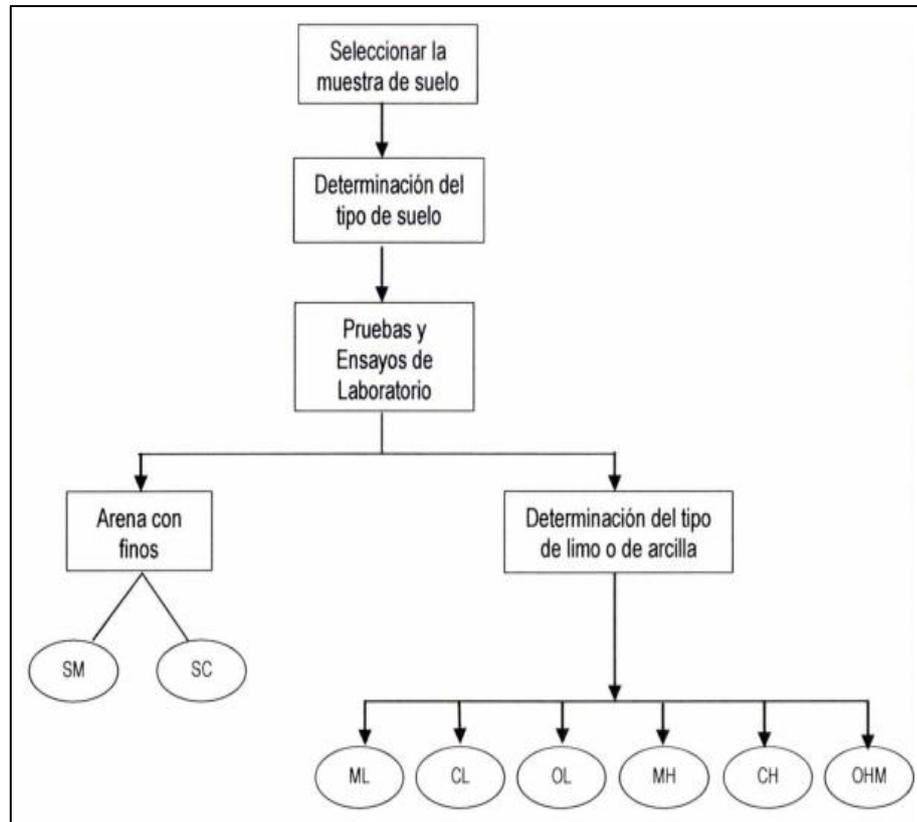


Fuente: Pavimentos (Ing. Claudio Giordani)

Estabilización de suelos según **MTC sección suelos y pavimentos** viene a ser la optimización de las propiedades físicas en un suelo por medio de procedimientos mecánicos y adición de elementos químicos, naturales o también artificiales. Dichos tratamientos se desarrollan mayormente en suelos de subrasante inapropiada.

El proceso de estabilizar suelos se fundamenta en proporcionar resistencia mecánica a estos y la permanencia de dichas propiedades con el transcurso del tiempo.

Figura 4. Procedimiento para identificar el tipo de suelo



Fuente: MTC 2014 sección suelos y pavimentos pg. 94

Para evaluar los parámetros físicos y mecánicos de la subrasante, la indagación requerirá la ejecución de exploraciones mediante pozos o perforaciones que como mínimo una profundidad de 1.5 metros. El número de calicatas por km. se registrará según la Tabla 2. Dichas calicatas deberán ser dispuestas de forma longitudinal, conforme a las condiciones del ancho de la vía y con distancias parecidas entre ellas.

Tabla 2. Cantidad de calicatas para análisis de suelos

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (M)	NUMERO MINIMO DE CALICATAS	OBSERVACION
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. 	las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

			<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido. 	
Carreteras de Primera clase: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada uno con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x k x sentido. 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Transito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, De una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto		<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km 	

Fuente: MTC (MTC, 2016)

La variable dependiente consta de 2 dimensiones, propiedades **físicas y mecánicas**. Siendo la **primera dimensión” propiedades físicas”**, las cuales se enfocan en las propiedades de los suelos, determinan la capacidad de distintos empleos que una persona establece. Las características físicas del suelo precisan la resistencia, disposiciones, capacidad de rigidez, fuerza y más, (Rucks et al, 2004).

El primer indicador de la primera dimensión es la **granulometría**, según HLC Ingeniería y Construcción (2019) la granulometría permite saber la dimensión de los gránulos de los sedimentos, a través del análisis de la granulometría se obtiene datos importantes tal como son el origen, características mecánicas y el número de gránulos según su dimensión.

Figura 5. Tamices para ensayo de granulometría



Fuente: P&S Equipos

Según ABC Geotechnical Consulting (2018) la granulometría es la gradación y medición de los gránulos constitutivos de la muestra del terreno y formación sedimentaria con la finalidad de la determinación de las características mecánicas.

Cotecno (2018), la granulometría permite el estudio y el conocimiento del tamaño de los gránulos del sedimento presente en las muestras, medición de la importancia que tienen a través de las fracciones del suelo que lo representan.

Tabla 3. Tamaño de las aberturas de los tamices normalizados

Tamiz	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.000
1 1/2"	37.500
1"	25.000
3/4"	19.000
3/8"	9.500
N° 4	1.750
N°10	2.000
N°20	0.850
N°40	0.425
N°60	0.250
N°100	0.150
N°140	0.106
N°200	0.075

Fuente: ASTM E11

Toirac (2018) menciona que la granulometría viene a conformar una de características de los agregados (piedra y arena) que afectan directamente el consumo del cemento y resistencia.

Tabla 4. Clasificación de suelos según tamaño de partículas

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

Fuente: MTC 2014 sección pavimentos y suelos pg. 31

El segundo indicador, contenido de humedad, según Martines y Lira (2018) es una dimensión la cual proporciona la proporción de líquido de una materia y se representa en relación de masa seca o húmeda.

Según ABC Geotechnical Consulting (2018) el comprendido de H₂O representa el grado del peso del agua de un material en relación al peso de las partículas sólidos.

Según la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (2017) el contenido de humedad está definido como el nexos que hay a través del peso de agua contenido en un material en condición normal y el peso del material después del secado en horno a temperaturas de 105 a 110 grados Celsius.

Según Gómez y Vidal (2017) el contenido de humedad de las muestras del terreno es un proceso de lentitud baja y no complejo para determinarla, sino por el tiempo que se necesita para determinar el resultado de la prueba.

El tercer indicador, límites de Atterberg, según Hernández (2019) son características de los suelos, para la definición de la plasticidad y se emplean para identificar y clasificar el suelo, por lo que se divide el límite plástico (separación a través de semisólido y plástico), el límite líquido (plástico y semilíquido), y con ello, definir el índice de plasticidad.

Tabla 5. Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Indice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelo muy arcilloso
IP ≤ 20	Media	Suelo arcilloso
IP > 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP < 7		Suelos exentos de arcilla
IP = 0	No plástico (NP)	

Fuente: MTC 2014 sección suelos y pavimentos pg. 32

Según Bustamante et al. (2019) , son pruebas de laboratorio normalizado que permite la obtención de los márgenes de alcance de humedad en el que el suelo se sostiene en condición plástica, de acuerdo a eso, es posible la clasificación unificada de los suelos.

Figura 6. Cuchara de casa grande (Instrumento para el ensayo de limite líquido)



Fuente: Geotecniafacil.com

Según Hernández et al. (2019), se determinan como el intervalo en el contenido de humedad donde el suelo tenga consistencia plástica.

Según Palencia et al. (2018), corresponde al contenido de humedad que un material se modifica de una consistencia a otra.

La segunda dimensión son las **propiedades mecánicas**, que son definidas como aquellas que afectan la capacidad aplicada por una fuerza y la resistencia

mecánica. Cabe decir, son aquellos materiales con capacidades de transmisión y resistencia a la deformación y fuerza.

El primer indicador, es la **máxima densidad seca**, según Quijano y Melo (2020) la máxima densidad seca constituye una alta densidad que alcanza el suelo en la compactación a la óptima humedad.

Según Begliardo (2018), viene a ser la mayor densidad que alcanzar el terreno a la compactación con una humedad optimizada.

Según Cárdenas y Donoso (2018) el Proctor consiste en la compactación del material incluido en una forma metálica, dividido en estratos y el hundimiento del pistón metálico, así se obtendrá la máxima densidad seca en relación a la óptima humedad.

Para Chirino (2016) la MDS se puede calcular mediante la relación entre el peso del molde adicionado con el suelo seco en compactación menos el peso del molde con la superficie base bien ajustada.

El segundo indicador de la segunda dimensión es el **CBR**, según Geotech (2020) es una prueba para la estimación de la condición del suelo en relación a la resistencia, a través de una prueba de placa a escala.

Según Hernández (2019) el propósito de la prueba es la determinación de la capacidad soportante de los agregados y suelos que fueron compactados en laboratorio, de óptima humedad y distintos niveles en que fueron compactados. La prueba calcula la fortaleza al corte del suelo mediante parámetros de humedad y densidad examinada que faculta la obtención de la proporción de la relación de soporte. El CBR se define como el esfuerzo necesario a fin de que un pistón normal atravesase a una determinada profundidad con una velocidad específica, Hernández, 2019.

Figura 7. Molde CBR y contrapesos



Fuente: ELE International. Testing Equipment for Construction Materials Catálogo 2007.

Según Castro (2019) es un sistema empleado para la medición de la capacidad de aguante de la disposición del pavimento, subbase, bases y explanadas, usualmente realizado en situaciones de humedad y densidad controladas.

Según LCweb (2018) el CBR sería un indicador empleado para calcular la capacidad de soporte para los suelos.

Tabla 6. Categorías de sub rasante

CATEGORIA DE SUB RASANTE	CBR
S0: Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Sub rasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Sub rasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Sub rasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC 2014 sección suelos y pavimentos pg. 35

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Básica, conforme a Arias (2022) la investigación básica, o investigación fundamental, está enfocada en optimizar el entendimiento de un suceso, estudio o ley natural específica. Dicho tipo de investigación analiza datos para hallar lo inexplorado y obedecer un sentido de curiosidad

3.1.2. Diseño de investigación

Cuasi Experimental, Arias (2022), nos dice que este tipo de diseño conlleva que existen grupos de control o de contrastación, que se emplean cuando no es posible la aleatorización de los sujetos, vale decir que están preseleccionados. En los diseños cuasi experimentales es posible medir y emplear instrumentos de medición más de tres veces, quiere decir, en más de tres tiempos distintos e inclusive verificar y/o manejar la variable independiente ajustando los niveles en tiempos distintos con el fin de encontrar los resultados más óptimos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable (I): Polvillo de Cloruro de magnesio.

El cloruro de magnesio viene a ser una composición química conformada sobre todo por cloro y magnesio. A parte de contar con numerosas y diversas aplicaciones para la industria, también es un componente muy provechoso para la salud. Se puede profundizar en las propiedades del cloruro de magnesio, y ver cómo este puede contribuir a optimizar nuestra salud visual, además de ser relevante otros aspectos, (Valls, 2021).

Variable (D): Propiedades físico-mecánicas de la subrasante.

Las propiedades físico-mecánicas son variables relevantes en consideración del diseño estructural del pavimento, mientras las físicas se mantienen invariables, aunque se sometan a condiciones como compactaciones, homogenizaciones y más, sin embargo, ambas propiedades varían en procesos de estabilización. (Ospina,2020).

Tabla 7. Matriz de operacionalización

Titulo: "Influencia del polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades fisico-mecanicas de la subrasante, carretera Nueva Samegua, Moquegua – 2023"					
Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
INDEPENDIENTE	Cloruro de magnesio	El cloruro de magnesio viene a ser una composición química conformada sobre todo por cloro y magnesio. A parte de contar con numerosas y diversas aplicaciones para la industria, también es un componente muy provechoso para la salud. Se puede profundizar en las propiedades del cloruro de magnesio, y ver cómo este puede contribuir a optimizar nuestra salud visual, además de ser relevante otros aspectos, (Valls, 2021).	Para esto se ocupa un espécimen el cual debemos analizar y se agregará el cloruro de magnesio con distintos porcentajes de adición (%): de 0%, 2.5%, 6.5% y 10%, todo esto con el fin de dar un excelente mejoramiento.	Porcentaje (%) de adición	Porcentaje de adición al 0% (patrón)
					Porcentaje de adición al 2.5%
					Porcentaje de adición al 6.5%
					Porcentaje de adición al 10.5%
DEPENDIENTE	Propiedades físico-mecánicas de la subrasante	Las propiedades físico-mecánicas son variables relevantes en consideración del diseño estructural del pavimento, mientras las físicas se mantienen invariables, aunque se sometan a condiciones como compactaciones, homogenizaciones y más, sin embargo, ambas propiedades varían en procesos de estabilización. (Ospina,2020).	Una vez añadidos los porcentajes de cloruro de magnesio se trabajarán las muestras para analizar los efectos que este ocasionara en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.	Propiedades físicas	Granulometría (%)
					Contenido de humedad (%)
					Límites de Atterberg (%)
				Propiedades mecánicas	Máxima densidad seca(gr/cm3)
					CBR (%)

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Subrasante de la carretera Nueva Samegua km 0+000 al k.m2+000.

- **Criterios de inclusión:** Especímenes extraídos de la subrasante de la carretera Nueva Samegua con porcentaje de adición de 0%, 2.5%, 6.5% y 10.5% de polvillo de cloruro de magnesio.
- **Criterios de exclusión:** Especímenes que presentan alteraciones debido a factores externos, es decir, alteraciones con la presencia de la mano del hombre.

Muestra: Es toda la extensión de la carretera Nueva Samegua km 0+000 al k.m2+000.

Muestreo: No vamos a usar técnica de muestreo.

Unidad de análisis: Fue el suelo que conforma la subrasante de la carretera Nueva Samegua.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para nuestra investigación usaremos como técnica la **observación de campo**. Esta es la que se implanta por entre el investigador y el objeto investigado. Únicamente está moderado por herramientas de observación (Ñaupas, 2018, p.281).

Instrumentos de recolección de datos

Respecto a los instrumentos, emplearemos las **fichas de observación de ensayos** a fin de poder evaluar toda metodología como también las hojas de Microsoft Excel. Dichos instrumentos nos facultaran apuntar cada una de las situaciones advertidas en el tiempo que dure la investigación.

La "**ficha de observación:** faculta que todo investigador pueda apuntar las incidencias o sucesos que el investigador chequea en el proceso del estudio" (Arias, 2021, p.93).

3.5. Procedimientos

Para realizar esta investigación primero se procederá a realizar la visita a la carretera que estudiaremos la cual está localizada en el Distrito Samegua, Región Moquegua, aquí identificamos la zona para la realización de las calicatas, esta abarcará la totalidad de la carretera que comprende una extensión de 2 kilómetros.

Luego de obtener la materia de nuestras calicatas, se colocarán en costales, para lograr que el material sea manejado con facilidad cuando sea llevado al laboratorio puesto que ahí se desarrollarán los ensayos correspondientes con el fin de replicar a los objetivos abordados en el informe de investigación

En tanto el material estabilizante Cloruro de magnesio será obtenido de tiendas autorizadas.

Los ensayos se harán conforme con lo especificado en las normas, tal cuales son las instauradas en American Society for Testing Materials (ASTM) en EEUU, Manual de Ensayo de Materiales (MTC) y la Norma Técnica Peruana (NTP). Estos ensayos serán:

- El contenido de humedad según ASTM D2216-19, dicho ensayo será una representación que calcula la cantidad de agua del espécimen, para nuestro caso muestra de subrasante con los porcentajes de adición de $MgCl_2$ ya establecidos.
- El ensayo de granulometría por tamizado conforme a la ASTM D-6913, MTC E107.
- Límite Líquido según ASTM D-4318, MTC E110, debido a esto podremos precisar la dimensión de los sedimentos, como también, se consiguen detalles relevantes: el origen, características mecánicas.
- Límite Plástico conforme a ASTM D-4318, MTC E111, c viene a ser la medida de agua que hay en medio del estado semisólido y la consistencia plástica.
- Proctor Standard según ASTM D-698, MTC-E116-2000, el objetivo de la prueba Proctor estándar es hallar la máxima densidad seca y la humedad óptima del suelo requerida a fin de lograr dicha densidad. A

fin de esto se usará un molde de forma cilíndrica de 1 litro, este se llena con 03 capas de suelo adecuadamente compactado con un martillo estandarizado de 2,5 kg, este martillo se dejará caer a 305 mm. De altura.

- California Bearing Ratio (CBR) conforme a ASTM D-1883, MTC E132, es un indicador del suelo que representa la resistencia de la estructura de la vía, dicho ensayo se realizara con características controladas de humedad y densidad.

3.6. Método de análisis de datos

Nuestros resultados de ensayos, trabajo de campo, serán dispuestos en tablas o figuras, los cuales serán contratados con los parámetros especificados en las normas peruanas.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación se realizó a fin de no quebrantar la Constitución Política del Perú. Esta investigación fue hecha sin intención de infringir los Derechos Humanos Internacionales. Dicha investigación se efectuó teniendo en cuenta todo lo necesario para no dañar bajo ninguna circunstancia la flora y fauna de nuestro medio ambiente. Nuestra investigación fue desarrollada basándose en no vulnerar el derecho de autoría o producción intelectual de diferentes autores. Por último para nuestra investigación se consideraron todas y cada una de las normas de ética de la Universidad Cesar Vallejo.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo general, que es: Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023 son los siguientes:

Tabla 8. Resumen de los resultados generales y promedios

Variable Dependiente	Variable independiente Polvillo de cloruro de magnesio			
	0%	2,5%	6,5%	10.5%
Granulometría	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%
Contenido de Humedad	4.06%	3.88%	3.164%	2.93%
Límites de Atterberg (IP)	12%	11%	10%	8%
Máxima densidad seca	1.886	1.937	1.995	2.101
CBR	25.6%	36.7%	48.9%	64.5%

De la tabla 08, la cual muestra los resultados registrados del cual:

Se logro obtener para la muestra de subrasante patrón (0%) una granulometría promedio de 14% pasante la malla 200, el mejor porcentaje obtenido tras la adición del polvillo de cloruro de magnesio al 2,5%. 6.5% y 10.5% los cuales nos arroja una granulometría promedio de 14.0 % .

Además, para el contenido de humedad, de la muestra de subrasante patrón se tuvo 4.06%, el contenido de humedad tras añadir de polvillo de MgCl₂ al 2.5% tuvo un valor de 3.88%, además para un 6.5% de polvillo de MgCl₂ el contenido de humedad fue 3.164% y tras la adición de polvillo de cloruro de magnesio al 10.5% se obtuvo un valor de 2.93%.

Además, para los límites de Atterberg (considerando el IP), de la subrasante patrón se tuvo 12%, el IP tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 2.5% arrojo un valor de 11%, con la adición de polvillo de MgCl₂ al 6.5% obtuvimos un valor de 10% y la

adición de polvillo de MgCl₂ al 10.5% nos dio un valor de 8%.

Además, para MDS, de la muestra de subrasante sin alterar se tuvo 1.886 gr/cm³, la máxima densidad tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 2.5% nos dio un resultado de 1.937 gr/cm³, tras añadir polvillo de MgCl₂ al 6.5% se registró 1.995 gr/cm³ y tras adicionar polvillo de MgCl₂ al 10.5% obtuvimos valor de 2.101 gr/cm³.

Además, para el CBR, de la muestra de subrasante patrón se tuvo 25.6%, el CBR tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 2.5% arrojó un valor de 36.7%, con la adición de polvillo de MgCl₂ al 6.5% obtuvimos un valor de 48.9% y con la adición de polvillo de MgCl₂ al 10.5% registramos un valor de 64.5%.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 01, el cual es Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la **granulometría** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua, son los siguientes:

Tabla 9. Resultados del objetivo específico 01 Granulometría

Calicata 1 M2	Variable independiente			
	Polvillo de cloruro de magnesio			
Variable Dependiente	0%	2,5%	6,5%	10.5%
Granulometría	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%

De la tabla 9, la cual muestra los resultados obtenidos aplicando la ASTM D6913/D6913M-17, desarrollados en el laboratorio de suelos, del cual se pudo obtener para la muestra de subrasante patrón (0%) una granulometría de 14% pasante por la malla No. 200. Así mismo, las dosificaciones tienen el mismo valor.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 02, el cual es Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en **contenido de humedad** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023, son los siguientes:

Tabla 10. Resultados del objetivo específico 02 Contenido de humedad

Calicata 1 M1	Variable independiente Polvillo de cloruro de magnesio			
Variable Dependiente	0%	2,5%	6,5%	10.5%
Contenido de Humedad	4.08%	3.88%	3.164%	2.93%

De la tabla 10, la cual muestra los resultados obtenidos aplicando la ASTM D2216-19, desarrollados en el laboratorio de suelos, del cual se pudo obtener para la muestra de subrasante patrón (0%) un contenido de humedad de 4.08%. Así mismo, el más alto porcentaje obtenido tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 2.5%% la cual nos muestra un contenido de humedad de 3.88%. Además, el porcentaje más bajo tras la adición de polvillo de MgCl₂ ha sido el de 10.5% con un contenido de humedad de 2.93%.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 03, el cual es Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en los **límites de consistencia** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023, son los siguientes:

Tabla 11. Resultados del objetivo específico 03 Limites de atterberg

Calicata 1 M1	Variable independiente Polvillo de cloruro de magnesio			
Variable Dependiente	0%	2,5%	6,5%	10.5%
Limite liquido	33	31	28	24
Limite plástico	21	20	18	16
Indice de plasticidad	12	11	10	8

De la tabla 11, la cual muestra los resultados obtenidos aplicando la ASTM D4318-17e1, desarrollados en el laboratorio de suelos, del cual se pudo obtener para la muestra de subrasante patrón (0%) un LL de 33%, LP 21% y un IP de 12%. Así mismo, el mejor porcentaje obtenido tras la adición de polvillo de MgCl₂ fue al 10.5% la cual nos arroja LL de 24%, LP de 16% y IP de 8%. Además, el porcentaje más bajo tras la adición de polvillo de MgCl₂ ha sido el de 2.5% con LL de 31%, LP de 20% y IP de 11%.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 04, el cual es, Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la **MDS** de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023 son los siguientes:

Tabla 12. Resultados del objetivo específico 04 Máxima densidad Seca

Calicata 1 M2	Variable independiente Polvillo de cloruro de magnesio			
	0%	2,5%	6,5%	10,5%
Variable Dependiente				
Máxima densidad seca	1.886	1.937	1.995	2.101

De la tabla 12, la cual muestra los resultados obtenidos aplicando la ASTM D1557-12e1, desarrollados en el laboratorio de suelos, del cual se pudo obtener para la muestra de subrasante patrón (0%) una MDS de 1.886 gr/cm³. A su vez, el mejor porcentaje obtenido tras la adición de polvillo de MgCl₂ fue al 10.5% la cual nos arroja una MDS de 2.101 gr/cm³. Además, el porcentaje más bajo tras la adición de polvillo de MgCl₂ ha sido el de 2.5% con una MDS de 1.937 gr/cm³.

Los resultados que se cumplen a raíz del objetivo específico 05, el cual es, Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el CBR seca de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023 son los siguientes:

Tabla 13. Resultados del objetivo específico 05 CBR

Calicata 1 M2	Variable independiente Polvillo de cloruro de magnesio			
Variable Dependiente	0%	2,5%	6,5%	10,5%
CBR (100%)	25.6%	36.7%	48.9%	64.5%

De la tabla 13, la cual muestra los resultados obtenidos aplicando la ASTM D1883-21, desarrollados en el laboratorio de suelos, del cual se pudo obtener para la muestra de subrasante patrón (0%) un CBR de 25.6%. Así mismo, el mejor porcentaje obtenido tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 10.5% la cual nos arroja un CBR de 64.5%. Además, el porcentaje más bajo tras la adición de polvillo de MgCl₂ ha sido el de 2.5% con un CBR de 36.7%.

V. DISCUSIÓN

En primer lugar, con relación al objetivo, determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la granulometría de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; se obtuvo que la muestra de subrasante patrón (0%) una granulometría promedio de 14.0% pasante la malla 200, el mejor porcentaje obtenido tras la adición del polvillo de cloruro de magnesio al 2,5%. 6.5% y 10.5% los cuales nos arroja una granulometría promedio de 14.0%. Datos parecidos fueron reportados por Cosiche (2019), en la que Con 0% de $MgCl_2$, la granulometría indicó una clasificación GC; Con 2% de $MgCl_2$, la granulometría indicó una clasificación GC; Con 3% de $MgCl_2$, la granulometría indicó una clasificación GC; Con 5% de $MgCl_2$, la granulometría indicó una clasificación GC.

En segundo lugar, con relación al objetivo, determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en contenido de humedad de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; se obtuvo para la muestra patrón 4.08%, el contenido de humedad más alto se obtuvo tras la adicionar polvillo de cloruro de magnesio al 2.5% con un valor de 3.88%, el contenido de humedad más bajo se obtuvo tras adicionar polvillo de cloruro de magnesio al 10.5% con un valor 2.93. Datos similares obtuvo Cosiche (2019) quien encontró que con 0.0% de $MgCl_2$ se registró un contenido de humedad de 6.5%, además con 3% de $MgCl_2$, el contenido de humedad fue 7.50%; y con un 5% de $MgCl_2$, el contenido de humedad disminuyó a 6.30%. De la misma forma, Paiva (2020) encontró que con 0.0% de $MgCl_2$ se registró un contenido de humedad de 10.5%, con 1.0% de $MgCl_2$ el contenido de humedad dio 10.60%; y con 5% de $MgCl_2$ el contenido de humedad se reduce a 8.20%.

En tercer lugar, con relación al objetivo, determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en los límites de consistencia de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; se consiguió para la muestra sin adulterar un índice de plasticidad de 12%, Así mismo, el mejor porcentaje obtenido tras la adición de polvillo de cloruro de magnesio fue al 10.5% la cual nos arroja índice de plasticidad de 8%. Además, el porcentaje más bajo tras la adición de polvillo de $MgCl_2$ ha sido el de 2.5% con un índice de plasticidad de 11%. Datos

similares reportó Pelaiza (2022) encontró que Con 0.0% de MgCl₂ el índice de plasticidad fue 12.88%; con 3% de MgCl₂, el IP resulto 12.34% y con 9% de MgCl₂, el IP se redujo hasta 10.55%. Además, Cosiche (2019), en la que con 0% de MgCl₂, el índice de plasticidad indicó 6.58%; Con 2% de MgCl₂, el índice de plasticidad aumenta a 8.33%; Con 3% de MgCl₂, el índice de plasticidad aumenta 9.03%; Con 5% de MgCl₂, el índice de plasticidad aumenta a 6.77%.

En cuarto lugar, con relación al objetivo, determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023; se obtuvo para la subrasante patrón un valor de 1.886 gr/cm³, la MDS más baja se obtuvo tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 2.5% con un valor de 1.937 gr/cm³, y tras adicionar polvillo de MgCl₂ al 10.5% se registró el valor más alto de 2.101 gr/cm³. Datos similares fueron reportados por Paiva (2020) con 0.0% de MgCl₂, la MDS fue 2.084 gr/cm³; Con 1% de MgCl₂ la MDS aumento hasta 2.090 gr/cm³ y con 5% de MgCl₂ se registró la MDS más alta la cual fue 2.256 gr/cm³. De la misma forma, Chavez (2019) encontró que con 0.0% de MgCl₂ la MDS fue 1.80gr/cm³; Con 5% de MgCl₂ la MDS se acrecienta hasta 1.94 gr/cm³ y 20% de MgCl₂ la MDS sube hasta 2.2gr/cm³.

En quinto lugar, con relación al objetivo, determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el CBR de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023, se consiguió para la subrasante sin alterar (0%) un CBR de 25.6%. Así mismo, el mejor porcentaje obtenido tras la adición de polvillo de MgCl₂ al 10.5% la cual nos arroja un CBR de 64.5% y el porcentaje más bajo tras la adición de polvillo de MgCl₂ ha sido el de 2.5% con un CBR de 36.7%.

Datos similares fueron reportados por Paiva (2020) con 0.0% de MgCl₂ el CBR fue 21.90%, con 1% de MgCl₂ el CBR aumento hasta 36.70% y con 5% de MgCl₂ se registró el CBR más alto el cual fue 83.60%. De la misma forma, Valera (2021) encontró que con 0.0% de MgCl₂ el CBR fue 18.9%; Con 1% de MgCl₂ se obtuvo un CBR de 39.48% y con un 3% de MgCl₂ el CBR registro 55.72%.

VI. CONCLUSIONES

Se obtuvo en cuanto a la granulometría en la subrasante; los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio entre la muestra patrón y los porcentajes a adicionar (Patrón, 2.5% MgCl₂, 6.5% MgCl₂, 10.5% MgCl₂), la distribución granulométrica del suelo se realizó de acuerdo con el método ASTM D6913/ D6913M -17; las 4 muestras dan iguales resultados en cuanto a los porcentajes que pasan por todos los tamices.

En relación con el Contenido de Humedad en la subrasante se pudo observar que a medida que se va adicionando los porcentajes (Patrón, 2.5% MgCl₂, 6.5% MgCl₂, 10.5% MgCl₂), los porcentajes de contenido de humedad va disminuyendo como se muestran en los resultados 4.06%, 3.88%, 3.164%, 2.93% respectivamente, concluyendo que mientras más es el % de adición, disminuye el Contenido de Humedad en la subrasante.

Se obtuvo una óptima plasticidad del suelo de la subrasante a través de una proporción adecuada de MgCl₂, el IP óptimo fue 8% con la adición de 10.5% MgCl₂ de acuerdo a los resultados y los análisis estadísticos

En relación a la MDS de la subrasante se pudo observar que a medida que se va adicionando los porcentajes (Patrón, 2.5% MgCl₂, 6.5% MgCl₂, 10.5% MgCl₂), esta se va incrementando como se muestran en los resultados presentan una Máxima Densidad Seca 1.886 (g/cm³), 1.937 (g/cm³), 1.995 (g/cm³), 2.101 (g/cm³) de forma respectiva, concluyendo que mientras más es el % de adición, proporcionalmente también aumenta la MDS en la subrasante.

En cuanto al CBR en la subrasante, se pudo observar en los resultados que conforme es la adición en cuanto a porcentajes (Patrón, 2.5% MgCl₂, 6.5% MgCl₂, 10.5% MgCl₂), el CBR se incrementa proporcionalmente tal como indica los resultados de CBR se obtuvo valores de 25.6%, 36.7%, 48.9%, 64.5%, concluyendo que mientras más se adicione MgCl₂ la subrasante incrementan su valor de CBR.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda analizar el efecto de diferentes adiciones de polvillo de cloruro de magnesio en la distribución granulométrica de la subrasante. Se pueden explorar diferentes porcentajes de adición y evaluar cómo afectan los resultados en términos de la distribución granulométrica Para futuras investigaciones.

De la presente instigación se recomienda la adición de porcentajes del 10.5% de polvillo de cloruro de magnesio para la estabilización de las subrasantes con las mismas características o similares.

De acuerdo con nuestra investigación se recomienda utilizar porcentajes más altos de adición de polvillo de cloruro de magnesio ($MgCl_2$) en investigaciones futuras, para verificar su efecto en el CBR de la subrasante para comprender mejor cómo influyen en la resistencia del suelo y determinar los niveles óptimos que brinden un mayor valor de CBR.

Se recomienda a las entidades de gobierno o entes privados que ejecuten obras infraestructuras vial que incluyan la estabilización de subrasante, considerando el cloruro de magnesio ($MgCl_2$) como estabilizante, en caso de encontrar suelos con CBR menor al 7%, así mismo disminuyendo considerablemente el costo de movimiento de tierras directamente en las horas máquina.

REFERENCIAS

ABC GEOTECHNICAL CONSULTING. 2018. Granulometria de Suelos por Tamizado e Hidrometro . 2018.

BRIONES MARTÍNEZ Alejandra,. 2018. Influencia del cloruro de magnesio en comparación con el cloruro de calcio en la estabilización de suelos arcillosos para afirmados. Cajamarca : s.n., 2018. Pregrado.

ALZATE BUITRAGO, Alejandro. 2019. Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden. Pereira : s.n., 2019. Pregrado.

ARIAS, J. 2021. Diseño y Metodología de la Investigación. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.

BUSTAMANTE BUSTAMANTE, Angelo, y otros. 2019. LÍMITES DE ATTERBERG. 2019.

BUSTILLO, Manuel. 2021. Construction Materials: Geology, Production and Applications. Madrid : Springer Nature, 2021.

CALDERÓN ZEBALLOS, Marco Raúl. 2017. Mejoramiento de la superficie de rodadura a nivel de afirmado mediante el uso de cloruro de magnesio como mejorador de la capacidad de soporte. Huanuco : s.n., 2017. Pregrado.

CHÁVEZ BULNES, Erick May. 2019. Comparacion del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de sodio como estabilizante quimico para mejorar la subrasante en la via a la cantera santa rita, distrito de Pariñas-Talara-Piura, 2018. Trujillo : s.n., 2019. Pregrado .

CHÁVEZ. 2018. Subrsante. 2018.

COSICHE ÁGUILA, Grimaldo. 2019. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas. Huancayo : s.n., 2019. Pregrado.

COTECNO. 2018. Granulometría: Análisis granulométrico de suelos por tamizado. 2018.

ENRIQUE MARTINEZ L., Leonel Lira C. 2018. Analisis y aplicacion de las expresiones del contenido de humedad en suelos. 2018.

ESPINOSA, José. 2017. Vías de Comunicación: Fudamentos Básicos y Guía en la Construcción de Carreteras. Segunda Edición. Santo Domingo : Editorial Rosado, 2017.

GOMEZ LORENZINI, Maria y Vidal Arcos, Sergio. 2017. Correlación de Determinación de Humedad de Suelos por Medio de Secado en Horno y en microondas. 2017.

GUAMÁN ILER , Israel Isaías. 2016. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). Ambato : s.n., 2016. Pregrado .

GUEVARA ARGUETA , Santos Moisés, Portillo Vides, Ana Magdalena y Segura Arias , Marlon David. 2021. Comportamiento de suelos arcillosos al agregarle cloruro de sodio como aditivo estabilizante. San Miguel : s.n., 2021.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. 2018. Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.

HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, Jazmín María de los Dolores , FIGUEROA-SANDOVAL, Benjamín y MARTÍNEZ MENES, Mario . 2019. Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. 2019.

HLC Ingeniería y Construcción . 2019. ¿Cómo se hace un análisis granulométrico? 2019.

Ingeniería Civil. 2019. COnceptos básicos de conformación y compactación de la subrasante, sub base y base. 2019.

F. RIVERA Jhonathan, Ana AGUIRRE-GUERRERO, Ruby Mejía de Gutiérrez, Armando Orobio. 2020. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente. 2020.

Ministerio de Economía y Finanzas. 2015. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima : s.n., 2015.

ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogota : s.n., 2018.

PALENCIA COTO, Covadonga, Celemín Matachana, Miguel y Sánchez Alciturri, José Manuel. 2018. Determinacion de los limites de Atterber mediante el cono de caida libre en suelo españoles: aplicacion al limite liquido. 2018.

PAIVA ALCARRAZ, Vladimir Irving. 2020. Influencia del cloruro de magnesio en la estabilización del suelo para su uso en la carretera Huancaray – San Antonio de Cachi Km. 21+370 al 21+ 870, Región Apurímac, 2020. Pregrado

PELAIZA VALENZUELA, Alberto. 2022. Análisis comparativo de la estabilización de suelos arcillosos adicionando cloruro de sodio y cloruro de magnesio, Huancayo 2022. Pregrado

REYES, Lescano y RONDÓN, Hugo. 2015. Pavimentos: Materiales, construcción y Diseño. Primera Edición. Bogotá : Ecoe Ediciones, 2015.

TOIRAC CORRAL, José. 2018. Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la república dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. 2018.

UCAÑÁN FERNANDEZ, Grace Solange. 2021. Estabilización a nivel de Subrasante aplicando cloruro de magnesio en comparación con cloruro de calcio en el AA. HH. El Porvenir, Chimbote, Ancash, 2021. Nuevo Chimbote : s.n., 2021. Pregrado.

ULLOA LÓPEZ, Horacio. 2018. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Potosí : s.n., 2018. Pregrado.

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. 2017. Mecanica de suelos. 2017.

VALERA BARBOZA, Brian Steven. 2021. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas para la estabilización de la av. el milagro intersección con ca banchero rossi hasta ca. Ciro Alegría del cpm el Milagro 2021. Trujillo : s.n., 2021. Pregrado.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Titulo: Influencia del polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, Carretera Nueva Samegua, Moquegua - 2023.							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	polvillo de Cloruro de Magnesio	Porcentaje (%) de adición	Patrón Porcentaje de adición al 0%	Tipo de investigación:
¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?	Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023	La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023				Porcentaje de adición al 2.5%	Básica
						Porcentaje de adición al 6.5%	Diseño de la investigación:
						Porcentaje de adición al 10.5%	Cuasi Experimental .
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE	Propiedades físico-mecánicas	Propiedades físicas	Granulometría (%)	Población:
¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la granulometría en la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?	Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la granulometría de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023	La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en la granulometría de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.					Subrasante de la carretera Nueva Samegua km 0+000 al km 2+000
¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?	Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023	La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en el contenido de humedad de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.				observación de campo.	
¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en los límites de consistencia en la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?	Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en los límites de consistencia de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023	La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en los límites de consistencia de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.				Instrumento de investigación:	
¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?	Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en la MDS de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.	La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en la MDS de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.				Se utilizarán las fichas de observación de ensayos.	
¿Cómo influye la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el CBR en la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023?	Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en el CBR de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.	La adición de polvillo de cloruro de magnesio influye positivamente en el CBR de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023.					MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3)
						CBR (%)	

Anexo 02: Fichas de observación de laboratorio

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO INGENIERIA CIVIL FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023

Calicata N°1	Variable independiente			
	Polvillo de Cloruro de Magnesio			
Variable Dependiente Propiedades físico-mecánicas	0%	2.5%	6.5%	10.5%
Granulometría (Clasificación)				
Contenido de humedad (%)				
Límites de Atterberg				
• Limite liquido (%)				
• Limite plástico (%)				
• Índice de Plasticidad				
Máxima Densidad Seca (gr/cm3)				
CBR (%)				

Calicata N°2	Variable independiente			
	Polvillo de Cloruro de Magnesio			
Variable Dependiente Propiedades físico-mecánicas	0%	2.5%	6.5%	10.5%
Granulometría (Clasificación)				
Contenido de humedad (%)				
Límites de Atterberg				
• Limite liquido (%)				
• Limite plástico (%)				
• Índice de Plasticidad				
Máxima Densidad Seca (gr/cm3)				
CBR (%)				

Anexo 02.01. Fichas de observación de laboratorio llenado

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
INGENIERIA CIVIL
FICHA DE OBSERVACION DE LABORATORIO

Objetivo: Determinar la influencia de la adición de polvillo de cloruro de magnesio en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Nueva Samegua, Moquegua 2023

Calicata N°1	Variable independiente Polvillo de Cloruro de Magnesio			
	0%	2.5%	6.5%	10.5%
Variable Dependiente Propiedades físico-mecánicas				
Granulometría (Clasificación)	14%	14%	14%	14%
Contenido de humedad (%)	4.06%	3.88%	3.16%	2.93%
Límites de Atterberg	-	-	-	-
• Limite liquido (%)	33	31	28	24 %
• Limite plástico (%)	21	20	18	16 %
• Índice de Plasticidad	12	11	10	8 %
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.886	1.937	1.995	2.101
CBR (%)	0.2 in (100%) 25.6	36.7	48.9	64.47
	0.2 in (95%) 20.7	29.5	34.3	42.33

Calicata N°2	Variable independiente Polvillo de Cloruro de Magnesio			
	0%	2.5%	6.5%	10.5%
Variable Dependiente Propiedades físico-mecánicas				
Granulometría (Clasificación)	14%	14%	14%	14%
Contenido de humedad (%)	4.06%	3.88	3.16%	2.93%
Límites de Atterberg	-	-	-	-
• Limite liquido (%)	33%	31%	28%	24%
• Limite plástico (%)	21%	20%	18%	16%
• Índice de Plasticidad	12%	11%	10%	8%
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.89%	1.94%	1.99%	2.10%
CBR (%)	(100%) 25.6	36.7	48.9	64.47

ENERO 2021

FICHA TECNICA DISCO ESPACIADOR DE CBR

TECNICAS CP S.A.C.

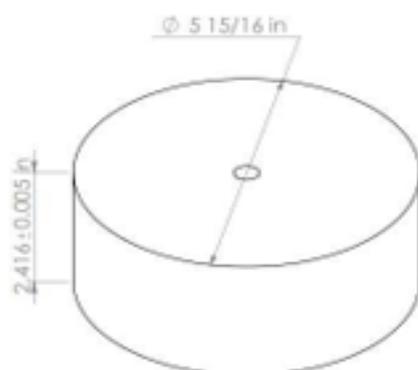
EQUIPOS DE LABORATORIO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

El equipo ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de la norma: **ASTM D- 1883**

DIMENSIONES:

Todas las dimensiones están en pulgadas:



<i>Modelo</i>	<i>TCP-018</i>
<i>Diámetro</i>	<i>5 15/16 in</i>
<i>Altura</i>	<i>2.416 ± 0.005 in</i>
<i>Serie</i>	<i>5181</i>

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), de exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueren realizados e informados por: **TECNICAS CP S.A.C.**, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la subsecuente estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.

ENERO 2021

FICHA TECNICA

JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

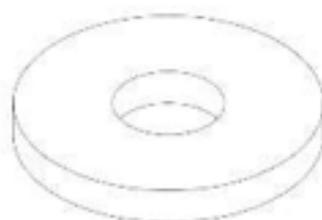
El equipo ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de la norma: **ASTM D- 1883**

CARACTERÍSTICAS:

PESA ABIERTA:



PESA CERRADA:



<i>Modelo</i>	TCP-030
<i>Diámetro</i>	5 7/8 – 5 15/16 in
<i>Diámetro de ranura</i>	2 1/8 in
<i>Diámetro del agujero</i>	2 1/8 in
<i>Peso</i>	2.27 ± 0.02 kg

SERIE	PESO	DIAMETRO 1	DIAMETRO 2	DIAMETRO PROMEDIO	AGUJERO 1	AGUJERO 2	PROMEDIO DE AGUJERO	TIPO
2182	2274	5,915	5,913	5,914	2,092	2,092	2,092	CERRADA
	2274,5	5,915	5,917	5,916	2,110	2,110	2,110	ABIERTA
2183	2272	5,913	5,915	5,914	2,041	2,041	2,041	CERRADA
	2273	5,917	5,917	5,917	2,081	2,081	2,081	ABIERTA
2184	2271	5,913	5,913	5,913	2,048	2,048	2,048	CERRADA
	2277	5,915	5,915	5,915	2,071	2,071	2,071	ABIERTA

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la subejecución estándar de dicho instrumento (s); que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.

ENERO 2021

FICHA TECNICA MARTILLO PROCTOR ESTANDAR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Este equipo ha sido fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de la norma: ASTM D 558

DIMENSIONES:



Modelo	TCP-037
Altura de Caída	12 ± 0.05 in
	304.8 ± 1.3 mm
Peso	5.5 ± 0.02 Lb-m
	2.5 ± 0.01 Kg
Diámetro	2 ± 0.005 in
	50.8 ± 0.13 mm
Serie	2527

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), de exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la subsecuente estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



ENERO 2021

FICHA TECNICA

MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

Inicial	Final	Inicial	Final
23.9	23.9	66	66

H. R. %

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

Este equipo ha sido fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de la norma: **ASTM D 1557**

DIMENSIONES:



Modelo	TCP038
Altura de Caída	18 ± 0.05 in
	457.2 ± 1.3 mm
Peso	10 ± 0.02 Lb
	4.54 ± 0.01 Kg
Diámetro	2 ± 0.005 in
	50.8 ± 0.13 mm
Serie	1025

*IMAGEN REFERENCIAL

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: **TECNICAS CP SAC**, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la subejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2067-2022

DESTINATARIO : SERVILAB MJL S.A.C
 DIRECCIÓN : CAL.44 NRO. 44 APV. A80C. CALIFORNIA MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - SAN ANTONIO
 FECHA : 2022/12/15
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA - PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA	: OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
N° DE SERIE	: 8356390726	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO	: R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.010 kg
TIPO	: ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE	III	CAPACIDAD MÍNIMA	0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1541,M-1543,M-1544,M-1545 / 2021

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	23.9	23.9		66	66

Medición N°	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
2	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
4	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
5	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
6	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006
7	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006
8	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006
9	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0005	0.0010
10	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0009	0.0006

$$E = l + \%d - \Delta L - L$$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0001	0.002
30.00	0.0009	0.003

OBSERVACIONES:

1. Este Informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
2. El usuario es responsable de la calibración de los Instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	23.9	23.9

Inicial	Final

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0007	-0.0002	10.000	10.000	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
2		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
3		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0005	0.0000	0.0002	0.002
5		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	23.9	23.9

Inicial	Final	Final

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.20	0.20	0.0007	-0.0002						
0.50	0.50	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.50	0.0008	-0.0001	0.0001	0.001
0.10	0.10	0.0007	-0.0002	0.0000	0.10	0.0007	-0.0002	0.0000	0.001
0.50	0.50	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.50	0.0008	-0.0001	0.0001	0.001
1.00	1.00	0.0008	-0.0003	-0.0001	1.00	0.0008	-0.0001	0.0001	0.001
5.00	5.00	0.0008	-0.0003	-0.0001	5.00	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.001
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0000	10.00	0.0007	-0.0002	0.0000	0.002
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0000	15.00	0.0009	-0.0004	-0.0002	0.002
20.00	20.00	0.0005	0.0000	0.0002	20.00	0.0004	0.0001	0.0003	0.002
25.00	25.00	0.0009	-0.0004	-0.0002	25.00	0.0009	-0.0004	-0.0002	0.003
30.00	30.00	0.0004	0.0001	0.0003	30.00	0.0004	0.0001	0.0003	0.003

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0.000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-2069-2022

DESTINATARIO : SERVLAB MJL S.A.C.
 DIRECCION : CAL.44 NRO. 44 APV. ASOC. CALIFORNIA MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - S
 FECHA : 2022/12/15
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS
 N° DE SERIE : 8345671824
 MODELO : NVT6201ZH
 TIPO : ELECTRÓNICA
 CLASE : III

CAPACIDAD MÁXIMA : 6200 g
 DIV. DE ESCALA (d) : 0.1 g
 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g
 CÓDIGO : NO INDICA
 CAPACIDAD MÍNIMA : 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1544-2021,M-1541-2021

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	23.3	23.4		66	70

Medición N°	Carga L1 = 3000.00 g			Carga L2 = 6000.00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2999.90	0.030	-0.080	6000.10	0.030	0.120
2	2999.90	0.020	-0.070	6000.10	0.080	0.090
3	3000.00	0.050	0.000	6000.10	0.080	0.070
4	2999.90	0.080	-0.110	6000.10	0.090	0.080
5	3000.00	0.080	-0.010	6000.10	0.020	0.130
6	3000.00	0.090	-0.040	5999.90	0.040	-0.090
7	3000.00	0.070	-0.020	5999.90	0.040	-0.090
8	3000.00	0.090	-0.040	5999.90	0.090	-0.140
9	3000.00	0.070	-0.020	6000.00	0.080	-0.030
10	3000.00	0.090	-0.040	5999.90	0.090	-0.140

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.110	0.03
6000.00	0.270	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	23.1	23.3

	Inicial	Final
H.R. (%)	72	7

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	(g)	0.90	0.050	-0.100	2000.00	1999.90	0.020	-0.070	0.030	0.02
2		0.90	0.040	-0.090		2000.00	0.050	0.000	0.090	0.02
3	1.00	0.90	0.040	-0.090		2000.00	0.090	-0.040	0.050	0.02
4		0.90	0.040	-0.090		1999.90	0.020	-0.070	0.020	0.02
5		0.90	0.090	-0.140		2000.00	0.080	-0.010	0.130	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	23.3	23.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	70	70

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
2.00	1.99	0.020	0.020						
10.00	9.99	0.070	-0.030	-0.050	9.99	0.040	-0.090	-0.110	0.01
100.00	99.99	0.050	-0.010	-0.030	99.99	0.050	-0.100	-0.120	0.01
500.00	500.00	0.090	-0.040	-0.060	499.99	0.040	-0.090	-0.110	0.01
1000.00	999.99	0.040	-0.090	-0.110	999.99	0.020	-0.070	-0.090	0.01
1500.00	1500.00	0.090	-0.040	-0.060	1499.99	0.050	-0.100	-0.120	0.02
2000.00	2000.00	0.080	-0.030	-0.050	1999.99	0.080	-0.130	-0.150	0.02
3000.00	3000.00	0.050	0.000	-0.020	3000.00	0.090	-0.040	-0.060	0.02
4000.00	4000.00	0.080	-0.030	-0.050	4000.00	0.090	-0.040	-0.060	0.02
5000.00	5000.00	0.070	-0.020	-0.040	5000.00	0.080	-0.030	-0.050	0.03
6000.00	6000.00	0.090	-0.040	-0.060	6000.00	0.090	-0.040	-0.060	0.03

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: U = 0,07 g

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

DESTINATARIO : SERVILAB MJL S.A.C
 DIRECCION : CAL.44 NRO. 44 APV. ASOC. CALIFORNIA MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - S
 FECHA : 2022/12/15
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS
 N° DE SERIE : 834788522
 MODELO : NV622ZH
 TIPO : ELECTRÓNICA
 CLASE : II

CAPACIDAD MÁXIMA : 620 g
 DIV. DE ESCALA (d) : 0.01 g
 DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g
 CÓDIGO : NO INDICA
 CAPACIDAD MÍNIMA : 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M - 1541 / 1542 - 2021

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	Inicial	Final
	23.3	23.3	66	66

Medición N°	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002
2	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.008	-0.003
3	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.007	-0.002
4	300.01	0.009	0.006	599.99	0.003	-0.008
5	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002
6	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.008	-0.003
7	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.006	-0.001
8	300.00	0.007	-0.002	600.01	0.009	0.006
9	300.00	0.008	-0.003	600.00	0.007	-0.002
10	300.00	0.007	-0.002	600.00	0.007	-0.002

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
300.00	0.009	0.03
600.00	0.014	0.03

OBSERVACIONES:

1. Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
2. El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873, Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	4
3	4

Temp. °C	Inicial	Final
	23.4	23.4

H.R. (%)	Inicial	Final
	66	65

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)
	Carga Mínima* (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0.10	0.10	0.007	-0.002	200.00	200.00	0.007	-0.002	0.000	0.02
2		0.10	0.007	-0.002		200.00	0.008	-0.003	-0.001	0.02
3		0.09	0.003	-0.008		200.00	0.007	-0.002	0.006	0.02
4		0.09	0.004	-0.009		199.99	0.003	-0.008	0.001	0.02
5		0.10	0.007	-0.002		199.99	0.004	-0.009	-0.007	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

Temp. °C	Inicial	Final
	23.4	23.4

Temp. °C	Inicial	Final
	65	65

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.20	0.19	0.007	-0.012						
1.00	0.99	0.003	-0.008	0.004	0.99	0.007	-0.012	0.000	0.01
10.00	10.00	0.007	-0.002	0.010	10.00	0.008	-0.003	0.009	0.01
50.00	49.99	0.004	-0.009	0.003	49.99	0.007	-0.012	0.000	0.01
100.00	100.00	0.007	-0.002	0.010	99.99	0.004	-0.009	0.003	0.02
150.00	150.00	0.008	-0.003	0.009	150.00	0.007	-0.002	0.010	0.02
200.00	200.00	0.007	-0.002	0.010	200.00	0.008	-0.003	0.009	0.02
300.00	300.00	0.007	-0.002	0.010	299.99	0.004	-0.009	0.003	0.03
400.00	399.99	0.004	-0.009	0.003	400.00	0.007	-0.002	0.010	0.03
500.00	500.00	0.008	-0.003	0.009	500.00	0.007	-0.002	0.010	0.03
600.00	599.99	0.003	-0.008	0.004	599.99	0.003	-0.008	0.004	0.03

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: $U = 6 \text{ mg} + (1,3 \times 10^{-6})l$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Javier Negron C.
Dpto. Metrologia



PyS

EQUIPOS

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1427-2022

Página: 1 de 3

SOLICITANTE: SERVILAB MJL S.A.C.
DIRECCIÓN: CAL.44 NRO. 44 APV. ASOC. CALIFORNIA MOQUEGUA
- MARISCAL NIETO - SAN ANTONIO
EQUIPO: HORNO ELECTRICO
MARCA: PYS EQUIPOS
MODELO: STHX-2A
Nº SERIE: 2205131
PROCEDENCIA: CHINA
IDENTIFICACIÓN: NO INDICA
UBICACIÓN: Laboratorio de Temperatura -PYS EQUIPOS
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110°C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
Alcance De Indicación	300 °c	(*)
Div. Escala / Resolución	0.1	(*)
Tipo	Digital	(*)

FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 2022/12/15 en las instalaciones del Laboratorio de Temperatura-PYS EQUIPOS.

MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN:

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración 020-CT-T-2022 trazable a CORPORACION 2M & N/INACAL

RESULTADOS:

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental: 20.7 °C Humedad Relativa: 76 % Presión Ambiental: 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*) El equipo solo cuenta con un control analógico de temperatura.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración."

E.P.P.
Revisado por:
Eler Pozo Solis
Dpto. de Metrologia

Javier Negrón C.
Calibrado por:
Javier Negrón C.
Técnico.



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1427-2022

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	106.1	107.6	107.2	106.3	107.9	109.9	110.5	111.7	115.3	111.9	109.4	9.2
02	110	106.2	107.8	107.3	106.4	107.9	110.0	110.6	111.9	115.5	112.0	109.6	9.3
04	110	106.3	107.8	107.4	106.4	107.9	110.1	110.6	111.6	115.6	112.1	109.6	9.3
06	110	106.1	107.6	107.2	106.3	107.9	109.9	110.5	111.7	115.3	112.0	109.5	9.2
08	110	106.3	107.8	107.4	106.4	108.1	110.1	110.7	111.8	115.6	112.1	109.6	9.3
10	110	106.2	107.7	107.3	106.4	108.1	110.0	110.7	111.7	115.4	112.1	109.6	9.2
12	110	106.2	107.7	107.3	106.4	107.9	110.0	110.5	111.8	115.3	111.9	109.5	9.1
14	110	106.2	107.8	107.4	106.4	108.0	110.1	110.9	112.2	115.5	112.5	109.7	9.3
16	110	106.2	107.7	107.3	106.4	108.0	110.0	110.7	111.8	115.4	112.2	109.6	9.2
18	110	106.1	107.6	107.2	106.3	107.8	109.8	110.5	111.7	115.3	112.0	109.4	9.2
20	110	106.2	107.7	107.4	106.4	108.0	110.0	110.6	111.8	115.4	112.0	109.6	9.2
22	110	106.2	107.7	107.4	106.4	108.0	110.2	110.6	111.6	115.4	112.0	109.6	9.2
24	110	106.2	107.7	107.3	106.3	107.9	110.0	110.6	111.6	115.4	112.0	109.5	9.2
26	110	106.1	107.7	107.3	106.4	107.9	109.8	110.5	112.0	115.3	112.0	109.5	9.2
28	110	106.2	107.8	107.4	106.4	108.0	110.1	110.6	112.0	115.6	112.2	109.6	9.4
30	110	106.1	107.6	107.2	106.3	107.9	109.9	110.5	111.5	115.3	112.0	109.4	9.2
32	110	106.2	107.7	107.3	106.3	107.8	109.9	110.5	111.8	115.4	112.1	109.5	9.2
34	110	106.3	107.8	107.4	106.4	108.1	110.0	110.8	112.2	115.4	112.4	109.7	9.1
36	110	106.1	107.6	107.2	106.3	107.7	109.8	110.5	111.7	115.2	111.8	109.4	9.1
38	110	106.1	107.7	107.2	106.3	108.0	109.9	110.5	111.6	115.4	112.0	109.5	9.3
40	110	106.4	107.9	107.5	106.5	108.0	110.2	110.7	111.7	115.5	112.0	109.6	9.1
T. PROM.	110	106.2	107.7	107.3	106.4	107.9	110.0	110.6	111.8	115.4	112.1	109.5	
T. MAX.	110	106.4	107.9	107.5	106.5	108.1	110.2	110.9	112.2	115.6	112.5		
T. MIN.	110	106.1	107.6	107.2	106.3	107.7	109.8	110.5	111.5	115.2	111.8		
DTT	0.0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.7	0.4	0.7		

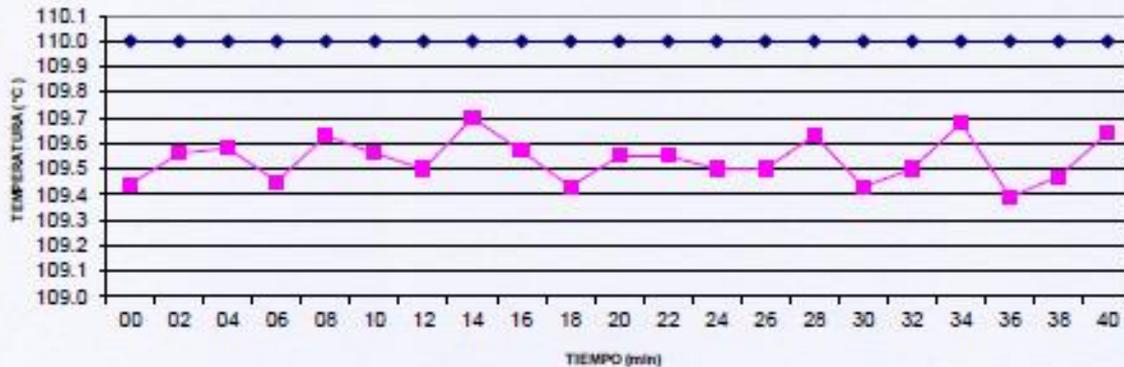
DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio: 15 °C
 Tiempo de calibración del equipo: 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo: 1 h 20 min

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO EN EL TIEMPO (°C)	INCERTIDUMBRE EN EL ESPACIO (°C)	INCERTIDUMBRE (± °C)
10.2	3.9	2.0



"DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C"



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.

Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 242 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	220757
2. Solicitante	SERVILAB MJL S.A.C.
3. Dirección	Asoc. California Mz. X-8 Lt. 19, San Antonio - Moquegua - MOQUEGUA
4. Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE
Marca	UTEST
Modelo	UTS-0202
Procedencia	TURQUIA
Número de Serie	1537 (*)
Código de Identificación	NO INDICA
Tipo de contador	ANALÓGICO
5. Fecha de Calibración	2022-12-03

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-12-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.12.06 15:39:17
-05'00'

Sello



Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LL - 242 - 2022

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación indirecta, utilizando patrones trazables a DM-INACAL, midiendo la resiliencia de la base, según las especificaciones de la norma internacional Astm D4318_17e1 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Calibración

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,8 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	72 %	65 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Regla Metálica INACAL-DM LLA-442-2021	REGLA METALICA de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,2 mm.	1AD-0288-2022
Magnificador Óptico INACAL-DM LLA-005-2021		
BLOQUES PATRÓN (Grado K)	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-C-073-2022
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES		
Anillo Patrón INACAL DM / LLA-037-2021	Pie de rey 300 mm con incertidumbre de 11 µm	FA-0619-2022
Cilindro Patrón INACAL DM / LLA-033-2021		
Bloques Patrón (grado 0) 05461/20		
Bloques Patrón (grado 1) 05469/20		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 242 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Serie indicado en una etiqueta adherido al instrumento.
- El equipo presenta un contador de marca UNIVERSAL.
- La medición de resiliencia de la base del equipo debe tener un rebote de al menos 77% pero no más de 90%.

11. Resultados

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
50,0	150,0	125,2

DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)
53,1	2,1

Incertidumbre máxima de medición: 399 μ m

MEDICIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA BASE

Altura de rebote		porcentaje de rebote	Incertidumbre (mm)
(mm)	(pulg)		
210,0	8,3	82,7%	1,3

Nota - La altura de caída de la copa se ajustó a una altura de 10 mm de la base, con su propio ranurador.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 197 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente	220757
2. Solicitante	SERVILAB MJL S.A.C.
3. Dirección	Asoc. California Mz. X-8 Lt. 19, San Antonio - Moquegua - MOQUEGUA
4. Equipo	PRENSA CBR
Capacidad	50 kN
Marca	UTEST
Modelo	UTS-0856.ACPR
Número de Serie	19/002528 (*)
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	UTEST
Modelo	BC100
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0,01 kN

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-12-03

Fecha de Emisión

2022-12-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.12.06 15:48:54
-05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 197 - 2022*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

6. Método 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 7500-1:2018 "Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza". (ISO 7500-1:2018).

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	50 % HR	50 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2021-1 95857 / 2021-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,3 %	LEDI-PUCP INF-LE 037-22A

10. Observaciones

- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: KELLY, Modelo: LF5C-A y Serie: 6J826

*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 197 - 2022**

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_1 (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
20	10,0	10,0	10,1	10,0	10,0
30	15,0	15,0	15,0	15,1	15,1
40	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
50	25,0	25,1	25,1	25,1	25,1
60	30,0	30,1	30,1	30,1	30,1
70	35,0	35,2	35,2	35,2	35,2
80	40,0	40,2	40,2	40,2	40,2
90	45,0	45,2	45,2	45,2	45,2
100	50,0	503,5	50,3	50,3	201,3
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa σ (%)	
5,0	-0,07	0,29	---	0,20	0,34
10,0	-0,29	0,44	---	0,10	0,39
15,0	-0,48	0,58	---	0,07	0,46
20,0	-0,18	0,02	---	0,05	0,27
25,0	-0,40	0,06	---	0,04	0,27
30,0	-0,46	0,02	---	0,03	0,27
35,0	-0,53	0,03	---	0,03	0,27
40,0	-0,53	0,05	---	0,03	0,27
45,0	-0,49	0,07	---	0,02	0,27
50,0	-75,16	225,11	---	0,02	150,07

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a

Anexo 04: Resultados de ensayos de laboratorio

Muestra patrón



INFORME DE ENSAYO No.: UCV-INF-001-2023
 Fecha de emisión: 3/07/2023

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

Proyecto: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRETERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023"
 Ubicación: SAMEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
 Cliente: Isaac Noé Cauna Tala
 Bruno Aldair Corasi Alvarado

DATOS DE LA MUESTRA RECIBIDA

ID laboratorio: INF001
 Fecha de muestreo: 26/06/2023
 Material: Suelo
 Identificación: Calicata 01
 No. de muestra: M-01
 Presentación: Sacos de polipropileno (03)
 Cantidad: Aprox. 50 kg por saco
 Fecha de recepción: 26/06/2023
 Otra referencia: 0% MgCl₂ (PATRON)

INFORME

ENSAYO	DESIGNACIÓN DEL MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO
GRANULOMETRÍA DE SUELO POR TAMIZADO	ASTM D6913/D6913M-17	% Que pasa el tamiz estándar 3 in. 100 No. 10 46 2 in. 99 No. 20 35 1 1/2 in. 95 No. 40 28 1 in. 89 No. 60 23 3/4 in. 82 No. 100 19 3/8 in. 69 No. 140 17 No. 4 57 No. 200 14	INF-001.1-2023
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	ASTM D4318-17e1	Límite Líquido, LL 33 Límite Plástico, LP 21 Índice de Plasticidad, IP 12	INF-001.2-2023
CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN·m/m ³)	ASTM D1557-12e1	Máxima Densidad Seca (g/cm ³) 1.886 Peso Unitario Máximo (kN/m ³) 18.50 Óptimo Contenido de Humedad (%) 11.9 Máx. Dens. Seca Corregida (g/cm ³) 1.977 Peso Unt. Máx. Corregido (kN/m ³) 19.39 Óp. Cont. De Humedad Corregida (%) 9.9	INF-001.3-2023
METODO PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	ASTM C127-15	Gravedad Específica (SH) G ₀₀ 2.54 Gravedad Específica SSD G _{SSD} 2.58 Gravedad Específica Aparente G _s 2.64 % Absorción 1.6	INF-001.4-2023
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO	ASTM D1883-21	Valor al 100% penetr. 0.1 in. (%) 20.01 Valor al 100% penetr. 0.2 in. (%) 25.57 Valor al 95% penetr. 0.1 in. (%) 15.93	INF-001.5-2023

OBSERVACIONES

Anexo: 5 reportes (5 páginas)
 xxxxxxxxxxxxxxx Fin de Informe xxxxxxxxxxxxxxx

SERVILAB MOL S.A.C.

 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

El ensayo ha sido realizado en las instalaciones del Laboratorio de SERVILAB y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.

Los datos del proyecto y las fechas de nuestro corresponde a información proporcionada por el cliente.

LABORATORIO SERVILAB (SERVILAB MOL S.A.C.)

Asoc. California Mz X -8, Lt 19 - San Antonio, Moquegua, Perú. / Email : laboratorio@servilabmjl.com

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MOL

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-1.1
----------------	---------

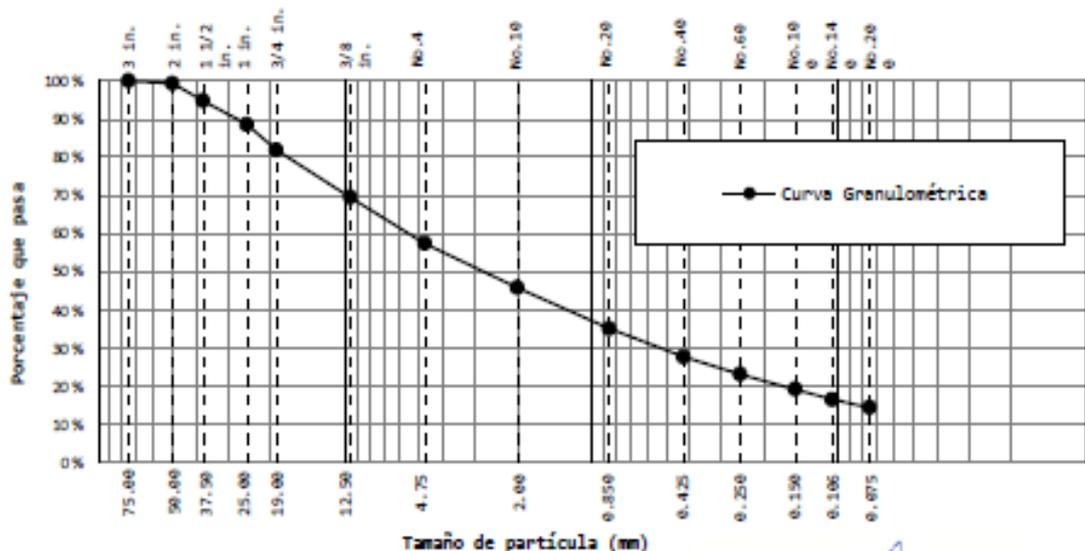
Tamaño máximo (visual):	Procesamiento		
	Húmedo	Seco	horno
2 in.			X

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto	1ra separación	2da separación	Tamizado Fracción	Agente dispersante:	No
Tamiz de separación (designación)	3/4 in.	No. 4	---	Equipo de agitación:	No
Fracción gruesa retenida seca (g)	5,266	7,153	---	Masa fina seca lavado (g):	585.50
Frac. gruesa ret. seca + fondo (g)	5,266	7,153	---	Pérdidas por procesamiento (%):	
Fracción fina pasante húmeda (g)	23,883	16,730	818.30	Fase de ensayo	Lavado Tamizado
Hum. de frac. fina, ASTM D2216 (%)	0	0	4.8	1ra separación	0.00 0.00
Fracción fina pasante seca (g)	23,883	16,730	---	2da separación	0.00 0.00
Masa total inicial seca (g)	29,149	23,883	780.80	Fracción fina	--- 0.00
				Masa menor a 3 in. (g)	29,149

Tamiz 8" diámetro		Masas secas retenidas			Control en tamiz separador (%)	Factor de Tamizado	Ret. parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Porcen. que pasa (%)
Designación (ASTM E11)	Abertura (mm)	1ra F. gruesa (0.1 g)	2da F. gruesa (0.1 g)	Fracción Fina (0.01 g)					
3 in.	75.00	0.0	0.0	0		-	-	-	100
2 in.	50.00	195.0	0.0	0		0.003431	0.67	0.67	99
1 1/2 in.	37.50	1,320.0	0.0	0		0.003431	4.53	5.20	95
1 in.	25.00	1,807.0	0.0	0		0.003431	6.20	11.40	89
3/4 in.	19.00	1,944.0	0.0	0	0	0.003431	6.67	18.07	82
3/8 in.	9.50	0.0	3,625.0	0		0.003431	12.44	30.50	69
No. 4	4.75	0.0	3,528.0	0	0	0.003431	12.10	42.61	57
No. 10	2.000	0.0	0.0	158.40		0.073508	11.64	54.25	46
No. 20	0.850	0.0	0.0	145.40		0.073508	10.69	64.94	35
No. 40	0.425	0.0	0.0	100.10		0.073508	7.36	72.29	28
No. 60	0.250	0.0	0.0	62.60		0.073508	4.60	76.90	23
No. 100	0.150	0.0	0.0	53.00		0.073508	3.90	80.79	19
No. 140	0.106	0.0	0.0	36.80		0.073508	2.71	83.50	17
No. 200	0.075	0.0	0.0	29.20		0.073508	2.15	85.64	14
Fondo	-			0.00	-	-	-	-	-

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL



REPORTE DE ENSAYO No. INF 001-2023

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566-19

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio | INF-1

Muestra ensayada Mestra patron de subrasante

Recipiente No.	P-01
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	1,239.00
Masa recipiente + suelo seco (g)	1,198.40
Masa del recipiente (g)	199.00
Masa de agua (g)	40.60
Masa del suelo seco (g)	999.40
Humedad agregado (%)	4.062

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

SERVILAB M.J.L. S.A.C.

ALEXRONY FLORES FLORES
INGENIERO CIVIL
OP 203720

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio INF-1.2

Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)
4.8	2.0	72.29

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN

Humedad	X	Lavado en tamiz No. 40	-	Agua de mezcla:	
Secado al aire	-	Tamizado en seco tamiz No. 40	-	Destilada	X
Secado al horno	-	Mecánicamente por tamiz No. 40	-	Desmineralizada	-
		Mezclado y partículas de arena	X	Otra	-

EQUIPO EMPLEADO

Límite Plástico	Límite Líquido	Ranurador Casagrande/ASTM
Rolado manual	Equipo Manual	Metálico
Rolado mecánico	Equipo motorizado	Plástico

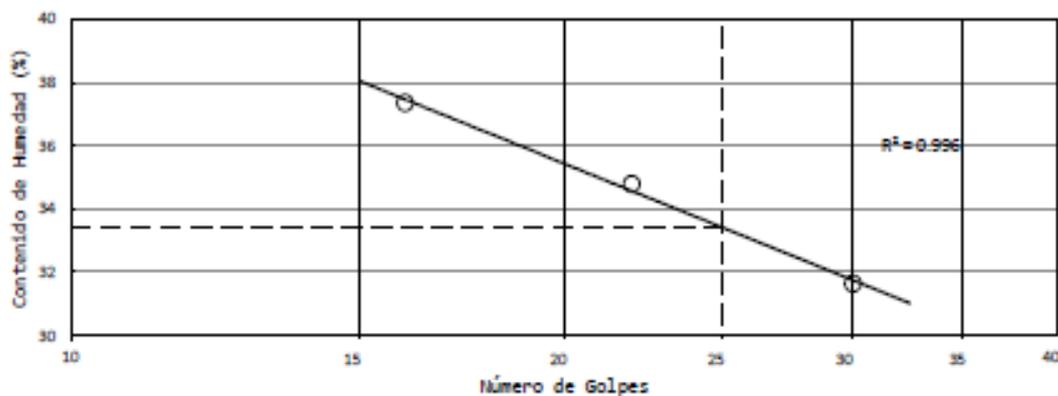
REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO

Método: A

	1	2	3	-	-
Número de Cápsula					
Masa de cápsula (g)	43.66	47.24	43.58	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	56.64	58.71	55.75	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	53.52	55.75	52.44	-	-
Masa de suelo seco (g)	9.86	8.51	8.86	-	-
Masa de agua (g)	3.12	2.96	3.31	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.64	34.78	37.36	-	-
NÚMERO DE GOLPES	30	22	16	-	-
LÍMITE LÍQUIDO UNIPUNTO ASTM	-	-	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLÁSTICO

	4	5	-	-
Número de cápsula				
Masa de cápsula	53.53	49.21	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	62.42	58.66	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	60.85	57.01	-	-
Masa de suelo seco (g)	7.32	7.80	-	-
Masa de agua (g)	1.57	1.65	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.45	21.15	-	-

Límite Líquido, LL	33
Límite Plástico, LP	21
Índice de Plasticidad, IP	12
Índice de Liquidez, IL	-1
Clasificación según Carta de Plasticidad	CL


 SERVILAB M.L.S.A.C.
 ALEX BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB M.L.

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio INF-1.3

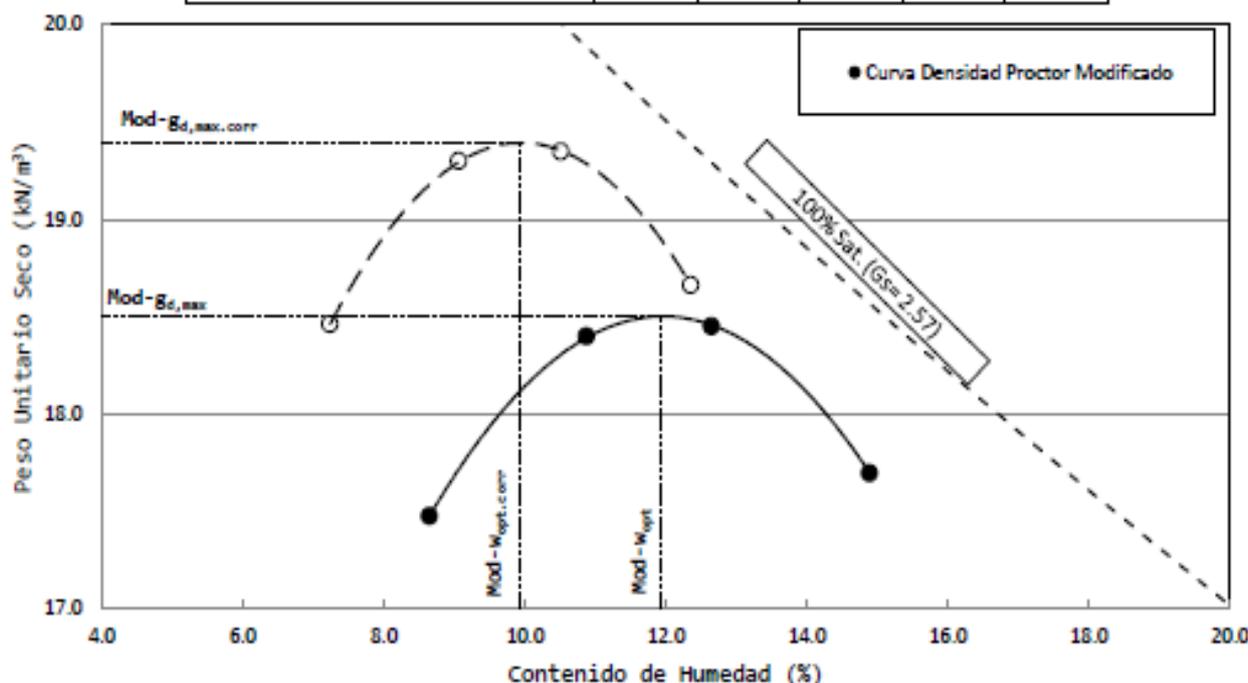
Clasificación Visual: Grava arcillosa con arena				Tamaño Máximo Considerado:		2 in.
Porcentaje Retenido Tamiz No. 4:	43	Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18	Cont. Hum. Fracción Sobretamaño	0.8	
Porcentaje Retenido Tamiz 3/8 in.	31	Porcentaje Fracción de Ensayo (PF):	82	Cont. Humedad de Recepción	4.8	
Porcentaje Retenido Tamiz 3/4 in.	18	Gs Fracción de Ensayo:	2.57	Método de Preparación:	Seco	-
Método de Ensayo:	C	600 Fracción Sobretamaño (SH):	2.54	Húmedo	X	

EQUIPO EMPLEADO

Volúmen del molde (cm ³)	Masa de Molde (g)	Tipo de martillo
2114.37	6697	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Prueba No.	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	6.0	8.0	10.0	12.0	-
Masa de suelo + molde (g)	10,790	11,095	11,178	11,080	-
Masa de suelo (g)	4,093	4,398	4,481	4,383	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.94	2.08	2.12	2.07	-
Tara No.	P1	P2	P3	P4	-
Masa de tara (g)	197.00	196.00	196.00	199.00	-
Masa de suelo húmedo + tara (g)	1,214.0	1,215.0	1,220.0	1,294.0	-
Masa de suelo seco + tara (g)	1,133.0	1,115.0	1,105.0	1,152.0	-
Contenido de humedad (%)	8.7	10.9	12.7	14.9	-
Densidad seca (g/cm ³)	1.78	1.88	1.88	1.80	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	17.47	18.40	18.45	17.69	-


RESULTADOS DEL ENSAYO

Fracción Ensayada:	Menor al tamiz 3/4 in.
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.886
Peso Unitario Máximo (kN/m ³)	18.50
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.9

APLICACIÓN DE ASTM D4718/4718M-15

Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm ³)	1.977
Peso Unitario Máximo Corregido (kN/m ³)	19.39
Óptimo Contenido de Humedad Corregida (%)	9.9

 SERVILAB M.J.L.S.A.C.
 ALEX BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-1.4
----------------	---------

Muestra ensayada Agregado Grueso

Masa de la muestra seca en el horno OD (g)	7,050
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra sumergida (g)	4,380
Gravedad Específica (SH) GOD	2.54
Gravedad Específica SSD GSSD	2.58
Gravedad Específica Aparente G _s	2.64

No. Taza	1
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra seca en el horno (g)	7,050
% Absorción	1.6

SERVILAB M.J.L S.A.C.




 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

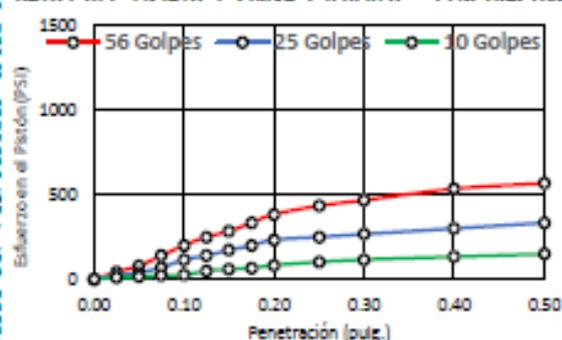
Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

DATOS DE LA MUESTRA

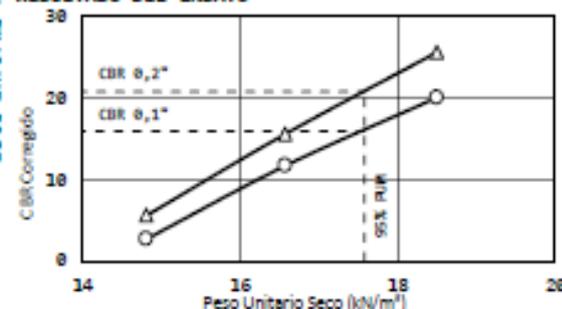
ID Laboratorio	INF-1.5		
Clasificación SUCS	Arena arcillosa con grava	Humedad de recepción (%)	4.8
Método preparación	ASTM D 1557	Material ret. en el tamiz 3/4 in. (%)	18
Peso Unitario Máximo (kN/m³)	18.5	Óptimo contenido de humedad (%)	11.9

MOLDEO Y SATURACIÓN DE ESPECÍMENES

		M-01	M-02	M-03			
Datos de molde CBR	ID molde CBR	M-01	M-02	M-03			
	Masa de molde (g)	0	0	0			
	Volumen de molde (cm³)	2125.5	2125.5	2125.5			
Densidad de la muestra	Golpes por capa	56	25	10			
	Masa suelo húmedo + molde	4484	4021	3593			
	Masa suelo húmedo (g)	4484	4021	3593			
	Densidad húmeda (g/cm³)	2.110	1.892	1.690			
Humedad de la muestra (previo a saturación)	Fase de moldeo	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término
	Identificación de tara	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6
	Masa de tara	0	0	0	0	0	0
	Masa húmeda + tara	100	100	100	100	100	100
	Masa seca + tara (g)	89.3	89.5	89.4	89.3	89.5	89.2
	Humedad (%)	12.0	11.7	11.9	12.0	11.7	12.1
	Humedad promedio (%)	11.9		11.9		11.9	
	Densidad seca (g/cm³)	1.9		1.7		1.5	
Resultados	Peso Unitario Seco (kN/m³)	18.5		16.6		14.8	
	Compactación alcanzada (%)	100.0		89.6		80.1	
	Condición del ensayo	Saturado por 96 horas					
Hinchamiento	Masa de sobrecarga (kg)	4.54		4.54		4.54	
	Lectura inicial a 0 Horas	132		116		109	
	Lectura final a 96 horas	132.6		116.6		109.6	
	Variación de altura (mm)	0.6		0.6		0.6	
	Hinchamiento (%)	3.9		3.9		3.9	

DATOS DEL ENSAYO Y CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN


Condición:	Saturado por 96 horas		
Especimen (golpes)	56	25	10
Peso Unitario Seco (kN/m³)	18.50	16.58	14.81
Densidad Seca (g/cm³)	1.886	1.690	1.510
Humedad Inicial (%)	11.9	11.9	11.92
Humedad final (%)	22.0	26.58	33.33
Hinchamiento (%)	3.9	3.9	3.9
Sobrecarga empleada (kg)	4.54	4.54	4.54
Esfuerzo corregido para 0.1 in.	200	117	27
Esfuerzo corregido para 0.2 in.	383	233	83

RESULTADO DEL ENSAYO

CBR a 0.1 in. De penetración (O)

CBR al 100% del Peso Unitario Máximo	20.0
CBR al 95% del Peso Unitario Máximo	15.9

CBR a 0.2 in. De penetración (Δ)

CBR al 100% del Peso Unitario Máximo	25.6
CBR al 95% del Peso Unitario Máximo	20.7

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

Proyecto: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRETERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023"
 Ubicación: SAMEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
 Cliente: Isaac Noé Cauna Tala
 Bruno Aldair Corasí Alvarado

DATOS DE LA MUESTRA RECIBIDA

ID laboratorio: INF002
 Fecha de muestreo: 26/06/2023
 Material: Suelo
 Identificación: Calicata 01
 No. de muestra: M-01
 Presentación: Sacos de polipropileno (03)
 Cantidad: Aprox. 50 kg por saco
 Fecha de recepción: 26/06/2023
 Otra referencia: 2.5% MgCl₂

INFORME

ENSAYO	DESIGNACIÓN DEL MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELO POR TAMIZADO	ASTM D6913/D6913M-17	% Que pasa el tamiz estándar	INF-002.1-2023
		3 in. 100 No. 10 46	
		2 in. 99 No. 20 35	
		1 1/2 in. 95 No. 40 28	
		1 in. 89 No. 60 23	
		3/4 in. 82 No. 100 19	
		3/8 in. 69 No. 140 17	
No. 4 57 No. 200 14			
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	ASTM D4318-17e1	Límite Líquido, LL 31 Límite Plástico, LP 20 Índice de Plasticidad, IP 11	INF-002.2-2023
CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN-m/m ³)	ASTM D1557-12e1	Máxima Densidad Seca (g/cm ³) 1.937 Peso Unitario Máximo (kN/m ³) 19.00 Óptimo Contenido de Humedad (%) 10.6 Máx. Dens. Seca Corregida (g/cm ³) 2.023 Peso Unt. Máx. Corregido (kN/m ³) 19.84 Óp. Cont. De Humedad Corregida (%) 8.8	INF-002.3-2023
METODO PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	ASTM C127-15	Gravedad Específica (SH) GOD 2.54 Gravedad Específica SSD GSSD 2.58 Gravedad Específica Aparente G _s 2.64 % Absorción 1.6	INF-002.4-2023
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO	ASTM D1883-21	Valor al 100% penetr. 0.1 in. (%) 28.35 Valor al 100% penetr. 0.2 in. (%) 36.68 Valor al 95% penetr. 0.1 in. (%) 21.67	INF-002.5-2023

OBSERVACIONES

Anexo: 5 reportes (5 páginas)

XXXXXXXXXXXXXXX Fin de Informe XXXXXXXXXXXXXXX


 SERVILAB MJL S.A.C.
 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

El ensayo ha sido realizado en las instalaciones del Laboratorio de SERVILAB y los resultados presentados se refieren únicamente a los ítems ensayados.

Los datos del proyecto y las fechas de muestro corresponde a información proporcionada por el cliente.

LABORATORIO SERVILAB (SERVILAB MJL S.A.C.)

Asoc. California Mz X -8, Lt 19 - San Antonio, Moquegua, Perú. / Email : laboratorio@servilabmjl.com

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-2.1
----------------	---------

Tamaño máximo (visual):	Procesamiento		
	Húmedo	Seco	horno
2 in.			X

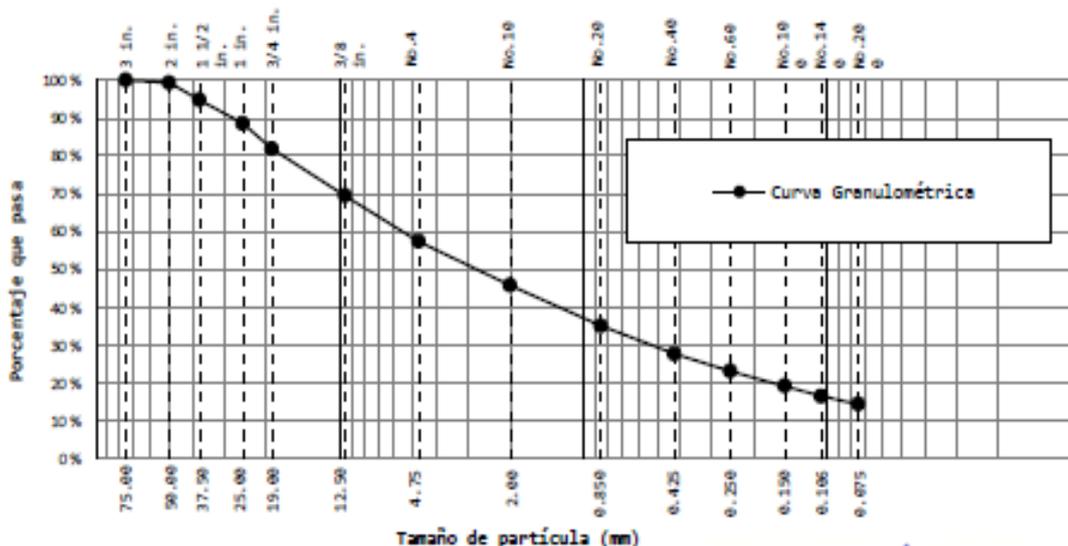
REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto	1ra separación	2da separación	Tamizado Fracción	Agente dispersante:	No
Tamiz de separación (designación)	3/4 in.	No. 4	---	Equipo de agitación:	No
Frac. gruesa retenida seca (g)	5,266	7,153	---	Masa fina seca lavado (g):	585.50
Frac. gruesa ret. seca + fondo (g)	5,266	7,153	---	Pérdidas por procesamiento (%):	
Frac. fina pasante húmeda (g)	23,883	16,730	818.30	Fase de ensayo	Lavado Tamizado
Hum. de frac. fina, ASTM D2216 (%)	0	0	4.8	1ra separación	0.00 0.00
Fración fina pasante seca (g)	23,883	16,730	---	2da separación	0.00 0.00
Masa total inicial seca (g)	29,149	23,883	780.80	Fración fina	--- 0.00
				Masa menor a 3 in. (g)	29,149

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del Laboratorio SERVILAB MJL

Tamiz 8" diámetro		Masas secas retenidas			Control en tamiz separador (%)	Factor de Tamizado	Ret. parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Porcen. que pasa (%)
Designación (ASTM E11)	Abertura (mm)	1ra F. gruesa (0.1 g)	2da F. gruesa (0.1 g)	Fración Fina (0.01 g)					
3 in.	75.00	0.0	0.0	0		-	-	-	100
2 in.	50.00	195.0	0.0	0		0.003431	0.67	0.67	99
1 1/2 in.	37.50	1,320.0	0.0	0		0.003431	4.53	5.20	95
1 in.	25.00	1,807.0	0.0	0		0.003431	6.20	11.40	89
3/4 in.	19.00	1,944.0	0.0	0	0	0.003431	6.67	18.07	82
3/8 in.	9.50	0.0	3,625.0	0		0.003431	12.44	30.50	69
No. 4	4.75	0.0	3,528.0	0	0	0.003431	12.10	42.61	57
No. 10	2.000	0.0	0.0	158.40		0.073508	11.64	54.25	46
No. 20	0.850	0.0	0.0	145.40		0.073508	10.69	64.94	35
No. 40	0.425	0.0	0.0	100.10		0.073508	7.36	72.29	28
No. 60	0.250	0.0	0.0	62.60		0.073508	4.60	76.90	23
No. 100	0.150	0.0	0.0	53.00		0.073508	3.90	80.79	19
No. 140	0.106	0.0	0.0	36.80		0.073508	2.71	83.50	17
No. 200	0.075	0.0	0.0	29.20		0.073508	2.15	85.64	14
Fondo	-			0.00	-	-	-	-	-

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





REPORTE DE ENSAYO N°. IIF 002-2023
ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM C566-19

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-2
----------------	-------

Muestra ensayada Mestra patron de subrasante +2.5MgCl2

%MgCl2 2.50%
Peso MgCl2(g) 26.0

Recipiente No.	P-01
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	1,265.00
Masa recipiente + suelo seco (g)	1,225.15
Masa del recipiente (g)	199.00
Masa de agua (g)	39.85
Masa del suelo seco (g)	1,026.15
Humedad agregado (%)	3.883

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MDL

SERVILAB S.A.C.

ALEXSON FLORES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 21372

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-2.2
----------------	---------

Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)
4.8	2 in	72.29

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN

Humedad	X	Lavado en tamiz No. 40	-	Agua de mezcla:	
Secado al aire	-	Tamizado en seco tamiz No. 40	-	Destilada	X
Secado al horno	-	Mecánicamente por tamiz No. 40	-	Desmineralizada	-
		Mezclado y partículas de arena	X	Otra	-

EQUIPO EMPLEADO

Límite Plástico	Límite Líquido	Ranurador Casagrande/ASTM
Rolado manual	Equipo Manual	Metálico
Rolado mecánico	Equipo motorizado	Plástico

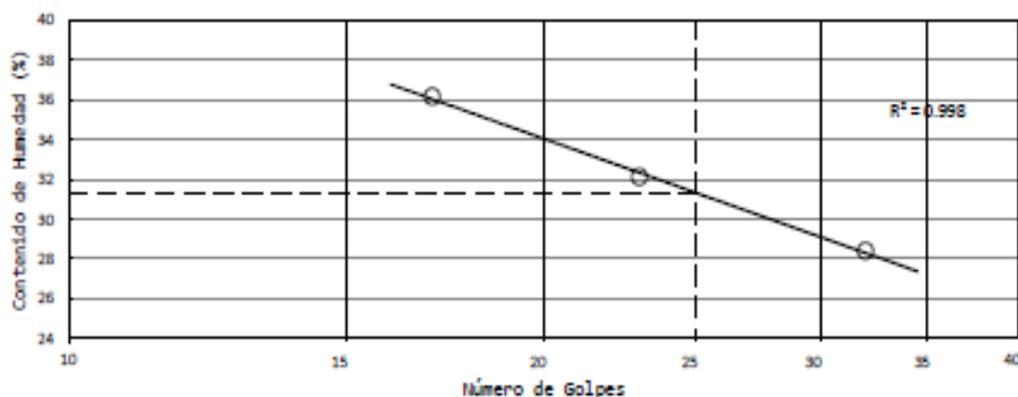
REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO

Método: A

	1	2	3	-	-
Número de Cápsula					
Masa de cápsula (g)	43.66	47.24	43.58	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	54.65	58.72	55.33	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	52.22	55.93	52.21	-	-
Masa de suelo seco (g)	8.56	8.69	8.63	-	-
Masa de agua (g)	2.43	2.79	3.12	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.39	32.11	36.15	-	-
NÚMERO DE GOLPES	32	23	17	-	-
LÍMITE LÍQUIDO UNIPUNTO ASTM	-	-	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLÁSTICO

	4	5	-	-
Número de cápsula				
Masa de cápsula	53.53	49.21	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	61.69	58.41	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	60.32	56.87	-	-
Masa de suelo seco (g)	6.79	7.66	-	-
Masa de agua (g)	1.37	1.54	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.18	20.10	-	-

Límite Líquido, LL	31
Límite Plástico, LP	20
Índice de Plasticidad, IP	11
Índice de Liquidez, IL	-1
Clasificación según Carta de Plasticidad	CL


 SERVILAB M.J.L. S.A.C.
 ALEXBONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del Laboratorio SERVILAB M.J.L.

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-2.3
----------------	---------

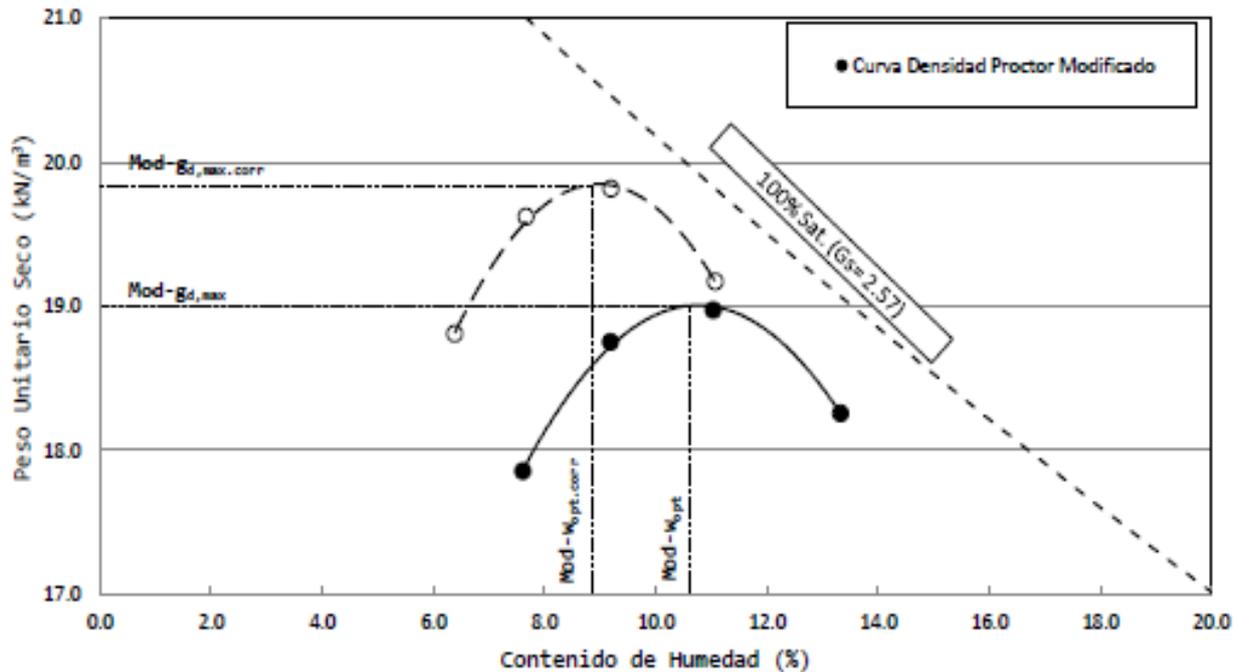
Clasificación Visual: Grava arcillosa con arena		Tamaño Máximo Considerado:		2 in.	
Porcentaje Retenido Tamiz No. 4:	43	Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18	Cont. Hum. Fracción Sobretamaño	0.8
Porcentaje Retenido Tamiz 3/8 in.	31	Porcentaje Fracción de Ensayo (PF):	82	Cont. Humedad de Recepción	4.8
Porcentaje Retenido Tamiz 3/4 in.	18	Gs Fracción de Ensayo:	2.57	Método de Preparación:	Seco - Húmedo X
Método de Ensayo:	C	600 Fracción Sobretamaño (SH):	2.54		

EQUIPO EMPLEADO

Volúmen del molde (cm ³)	Masa de Molde (g)	Tipo de martillo
2114.37	6697	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Prueba No.	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	6.0	8.0	10.0	12.0	-
Masa de suelo + molde (g)	10,840	11,112	11,240	11,158	-
Masa de suelo (g)	4,143	4,415	4,543	4,461	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.96	2.09	2.15	2.11	-
Tara No.	P1	P2	P3	P4	-
Masa de tara (g)	197.00	196.00	196.00	199.00	-
Masa de suelo húmedo + tara (g)	1,172.0	1,194.0	1,171.0	1,193.0	-
Masa de suelo seco + tara (g)	1,103.0	1,110.0	1,074.0	1,076.0	-
Contenido de humedad (%)	7.6	9.2	11.0	13.3	-
Densidad seca (g/cm ³)	1.82	1.91	1.93	1.86	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	17.86	18.75	18.97	18.26	-


RESULTADOS DEL ENSAYO

Fracción Ensayada:	Menor al tamiz 3/4 in.
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.937
Peso Unitario Máximo (kN/m ³)	19.00
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.6

APLICACIÓN DE ASTM D4718/4718M-15

Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm ³)	2.023
Peso Unitario Máximo Corregido (kN/m ³)	19.84
Óptimo Contenido de Humedad Corregida (%)	8.8

SERVILAB M.J.L. S.A.C.

 ALEX BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-2.4
----------------	---------

Muestra ensayada Agregado Grueso

Masa de la muestra seca en el horno OD (g)	7,050
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra sumergida (g)	4,380
Gravedad Específica (SH) GOD	2.54
Gravedad Específica SSD GSSD	2.58
Gravedad Específica Aparente Gs	2.64

No. Tara	1
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra seca en el horno (g)	7,050
% Absorción	1.6

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

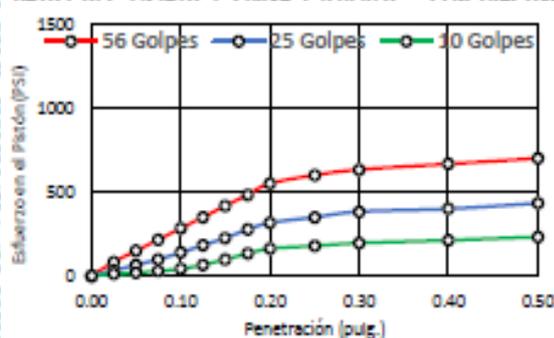

 SERVILAB MJL S.A.C.
 ALEXBONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

DATOS DE LA MUESTRA

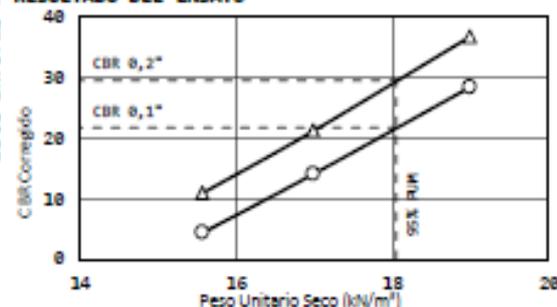
ID Laboratorio	INF-2.5		
Clasificación SUCS	Arena arcillosa con grava	Humedad de recepción (%)	4.8
Método preparación	ASTM D 1557	Material ret. en el tamiz 3/4 in. (%)	18
Peso Unitario Máximo (kN/m ³)	19.0	Óptimo contenido de humedad (%)	10.6

MOLDEO Y SATURACIÓN DE ESPECÍMENES

Datos de molde CBR		M-01	M-02	M-03					
Masa de molde (g)		0	0	0					
Volumen de molde (cm ³)		2125.5	2125.5	2125.5					
Golpes por capa		56	25	10					
Masa suelo húmedo + molde		4553	4072	3733					
Masa suelo húmedo (g)		4553	4072	3733					
Densidad húmeda (g/cm ³)		2.142	1.916	1.756					
Fase de moldeo		Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término		
Identificación de tara		K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6		
Masa de tara		0	0	0	0	0	0		
Masa húmeda + tara		100	100	100	100	100	100		
Masa seca + tara (g)		90.4	90.4	90.5	90.3	90.6	90.2		
Humedad (%)		10.6	10.6	10.5	10.7	10.4	10.9		
Humedad promedio (%)		10.6		10.6		10.6			
Resultados		Densidad seca (g/cm ³)		1.9		1.7		1.6	
		Peso Unitario Seco (kN/m ³)		19.0		17.0		15.6	
		Compactación alcanzada (%)		100.0		89.4		82.0	
Condición del ensayo		Saturado por 96 horas							
Hinchamiento		Masa de sobrecarga (kg)		4.54		4.54		4.54	
		Lectura inicial a 0 Horas		125.1		110.4		101.3	
		Lectura final a 96 horas		125.6		110.9		101.8	
		Variación de altura (mm)		0.5		0.5		0.5	
		Hinchamiento (%)		3.3		3.3		3.3	

DATOS DEL ENSAYO Y CURVA FUERZA - PENETRACIÓN


Condición:	Saturado por 96 horas		
Especimen (golpes)	56	25	10
Peso Unitario Seco (kN/m ³)	18.99	16.98	15.57
Densidad Seca (g/cm ³)	1.936	1.732	1.588
Humedad Inicial (%)	10.6	10.6	10.62
Humedad final (%)	22.0	26.58	33.33
Hinchamiento (%)	3.3	3.3	3.3
Sobrecarga empleada (kg)	4.54	4.54	4.54
Esfuerzo corregido para 0.1 in.	283	140	43
Esfuerzo corregido para 0.2 in.	550	317	163

RESULTADO DEL ENSAYO

CBR a 0.1 in. De penetración (O)

CBR al 100% del Peso Unitario Máximo	28.3
CBR al 95% del Peso Unitario Máximo	21.7

CBR a 0.2 in. De penetración (Δ)

CBR al 100% del Peso Unitario Máximo	36.7
CBR al 95% del Peso Unitario Máximo	29.5

SERVILAB M.J.L.S.A.C.

 ALEX BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Muestra patrón +6.5% MgCl₂



INFORME DE ENSAYO No.1 UCV-INF-003-2023
 Fecha de emisión: 3/07/2023

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

Proyecto: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRETERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023"
 Ubicación: SAMEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
 Cliente: Isaac Noé Cauna Tala
 Bruno Aldair Corasi Alvarado

DATOS DE LA MUESTRA RECIBIDA

ID laboratorio: INF003
 Fecha de muestreo: 26/06/2023
 Material: Suelo
 Identificación: Calicata 01
 No. de muestra: M-01
 Presentación: Sacos de polipropileno (03)
 Cantidad: Aprox. 50 kg por saco
 Fecha de recepción: 26/06/2023
 Otra referencia: 6.5% MgCl₂

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

INFORME

ENSAYO	DESIGNACIÓN DEL MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO
DRISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELO POR TAMIZADO	ASTM D6913/D6913M-17	% Que pasa el tamiz estándar 3 in. 100 No. 10 46 2 in. 99 No. 20 35 1 1/2 in. 95 No. 40 28 1 in. 89 No. 60 23 3/4 in. 82 No. 100 19 3/8 in. 69 No. 140 17 No. 4 57 No. 200 14	INF-003.1-2023
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	ASTM D4318-17e1	Límite Líquido, LL 28 Límite Plástico, LP 18 Índice de Plasticidad, IP 10	INF-003.2-2023
CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN-m/m ³)	ASTM D1557-12e1	Máxima Densidad Seca (g/cm ³) 1.995 Peso Unitario Máximo (kN/m ³) 19.56 Óptimo Contenido de Humedad (%) 9.0 Máx. Dens. Seca Corregida (g/cm ³) 2.074 Peso Unt. Máx. Corregido (kN/m ³) 20.34 Óp. Cont. De Humedad Corregida (%) 7.5	INF-003.3-2023
METODO PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	ASTM C127-15	Gravedad Específica (SH) G00 2.54 Gravedad Específica SSD GSSD 2.58 Gravedad Específica Aparente Gs 2.64 % Absorción 1.6	INF-003.4-2023
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO	ASTM D1883-21	Valor al 100% penetr. 0.1 in. (%) 40.02 Valor al 100% penetr. 0.2 in. (%) 48.91 Valor al 95% penetr. 0.1 in. (%) 29.97	INF-003.5-2023

OBSERVACIONES

Anexo: 5 reportes (5 páginas)
 xxxxxxxxxxxxxxxx Fin de Informe xxxxxxxxxxxxxxxx

SERVILAB MJL S.A.C.

 ALEX BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

El ensayo ha sido realizado en las instalaciones del Laboratorio de SERVILAB y los resultados presentados se refieren únicamente a los items ensayados.

Los datos del proyecto y las fechas de nuestro corresponde a información proporcionada por el cliente.

LABORATORIO SERVILAB (SERVILAB MJL S.A.C.)
 Asoc. California Mz X -8, Lt 19 - San Antonio, Moquegua, Perú. / Email : laboratorio@servilabmj.com

DATOS DE LA MUESTRA

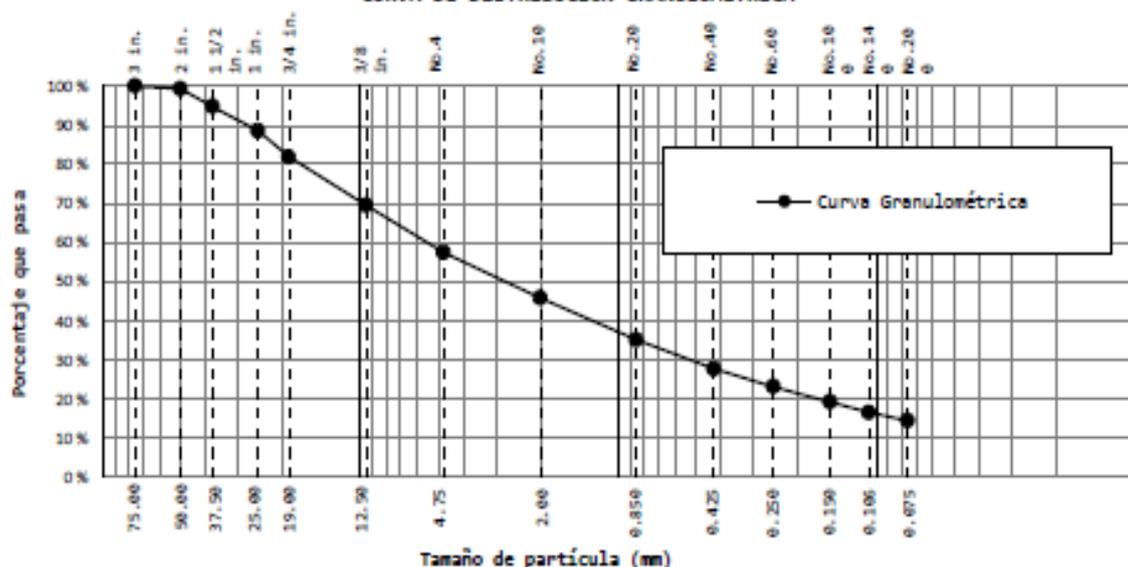
ID Laboratorio	INF-3.1
----------------	---------

Tamaño máximo (visual):	Procesamiento		
	Húmedo	Seco	horno
2 in.			X

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto	1ra separación	2da separación	Tamizado Fracción	Agente dispersante:	No
Tamiz de separación (designación)	3/4 in.	No. 4	---	Equipo de agitación:	No
Fracción gruesa retenida seca (g)	5,266	7,153	---	Masa fina seca lavado (g):	585.50
Frac. gruesa ret. seca + fondo (g)	5,266	7,153	---	Pérdidas por procesamiento (%):	
Fracción fina pasante húmeda (g)	23,883	16,730	818.30	Fase de ensayo	Lavado Tamizado
Hum. de frac. fina, ASTM D2216 (%)	0	0	4.8	1ra separación	0.00 0.00
Fracción fina pasante seca (g)	23,883	16,730	---	2da separación	0.00 0.00
Masa total inicial seca (g)	29,149	23,883	780.80	Fracción fina	--- 0.00
				Masa menor a 3 in.(g)	29,149

Tamiz 8" diámetro		Masas secas retenidas			Control en tamiz separador (%)	Factor de Tamizado	Ret. parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Porcen. que pasa (%)
Designación (ASTM E11)	Abertura (mm)	1ra F. gruesa (0.1 g)	2da F. gruesa (0.1 g)	Fracción Fina (0.01 g)					
3 in.	75.00	0.0	0.0	0		-	-	-	100
2 in.	50.00	195.0	0.0	0		0.003431	0.67	0.67	99
1 1/2 in.	37.50	1,320.0	0.0	0		0.003431	4.53	5.20	95
1 in.	25.00	1,807.0	0.0	0		0.003431	6.20	11.40	89
3/4 in.	19.00	1,944.0	0.0	0	0	0.003431	6.67	18.07	82
3/8 in.	9.50	0.0	3,625.0	0		0.003431	12.44	30.50	69
No. 4	4.75	0.0	3,528.0	0	0	0.003431	12.10	42.61	57
No. 10	2.000	0.0	0.0	158.40		0.073508	11.64	54.25	46
No. 20	0.850	0.0	0.0	145.40		0.073508	10.69	64.94	35
No. 40	0.425	0.0	0.0	100.10		0.073508	7.36	72.29	28
No. 60	0.250	0.0	0.0	62.60		0.073508	4.60	76.90	23
No. 100	0.150	0.0	0.0	53.00		0.073508	3.90	80.79	19
No. 140	0.106	0.0	0.0	36.80		0.073508	2.71	83.50	17
No. 200	0.075	0.0	0.0	29.20		0.073508	2.15	85.64	14
Fondo	-			0.00	-	-	-	-	-

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA


Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MIL



REPORTE DE ENSAYO No. INF 003-2023

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566-19

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-3
----------------	-------

Muestra ensayada Mestra patron de subrasante +6.5MgCl2

%MgCl2 6.50%
Peso MgCl2(g) 67.6

Recipiente No.	P-01
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	1,306.60
Masa recipiente + suelo seco (g)	1,272.63
Masa del recipiente (g)	199.00
Masa de agua (g)	33.97
Masa del suelo seco (g)	1,073.63
Humedad agregado (%)	3.164

SERVILAB S.A.C.
[Signature]
ALDYBON FLORES FLORES
INGENIERO EN Q. Q.
CP 21120

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MDL

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-3.2
----------------	---------

Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)
4.8	2 in	72.29

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN

Humedad	X	Lavado en tamiz No. 40	-	Agua de mezcla:	
Secado al aire	-	Tamizado en seco tamiz No. 40	-	Destilada	X
Secado al horno	-	Mecánicamente por tamiz No. 40	-	Desmineralizada	-
		Mezclado y partículas de arena	X	Otra	-

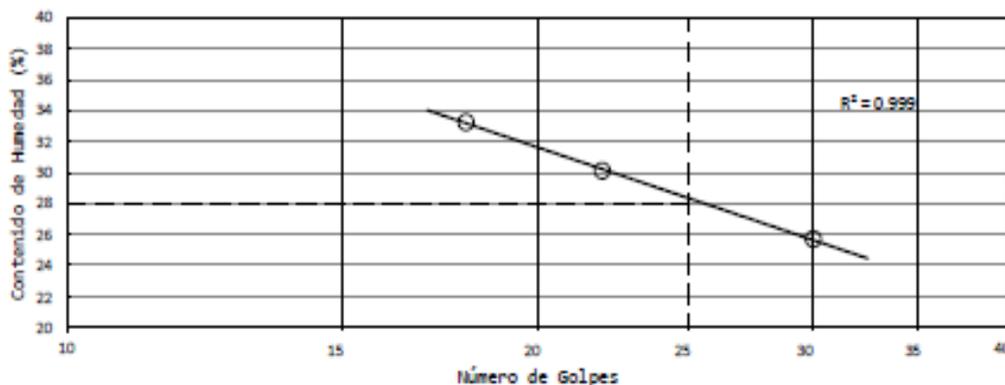
EQUIPO EMPLEADO

Límite Plástico		Límite Líquido		Ranurador Casagrande/ASTM	
Rolado manual	X	Equipo Manual	X	Metálico	-
Rolado mecánico	-	Equipo motorizado	-	Plástico	X

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO	Método: A				
	1	2	3	-	-
Número de Cápsula					
Masa de cápsula (g)	43.66	47.24	43.58	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	54.72	58.65	55.48	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	52.46	56.01	52.51	-	-
Masa de suelo seco (g)	8.80	8.77	8.93	-	-
Masa de agua (g)	2.26	2.64	2.97	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.68	30.10	33.26	-	-
NÚMERO DE GOLPES	30	22	18	-	-
LÍMITE LÍQUIDO UNIPUNTO ASTM	-	-	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLÁSTICO	4	5	-	-
Número de cápsula				
Masa de cápsula	53.53	49.21	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	62.61	58.46	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	61.22	57.02	-	-
Masa de suelo seco (g)	7.69	7.81	-	-
Masa de agua (g)	1.39	1.44	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.08	18.44	-	-

Límite Líquido, LL	28
Límite Plástico, LP	18
Índice de Plasticidad, IP	10
Índice de Liquididad, IL	-1
Clasificación según Carta de Plasticidad	CL

SERVILAB M.J.L. S.A.C.

 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB M.J.L.

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-3.3
----------------	---------

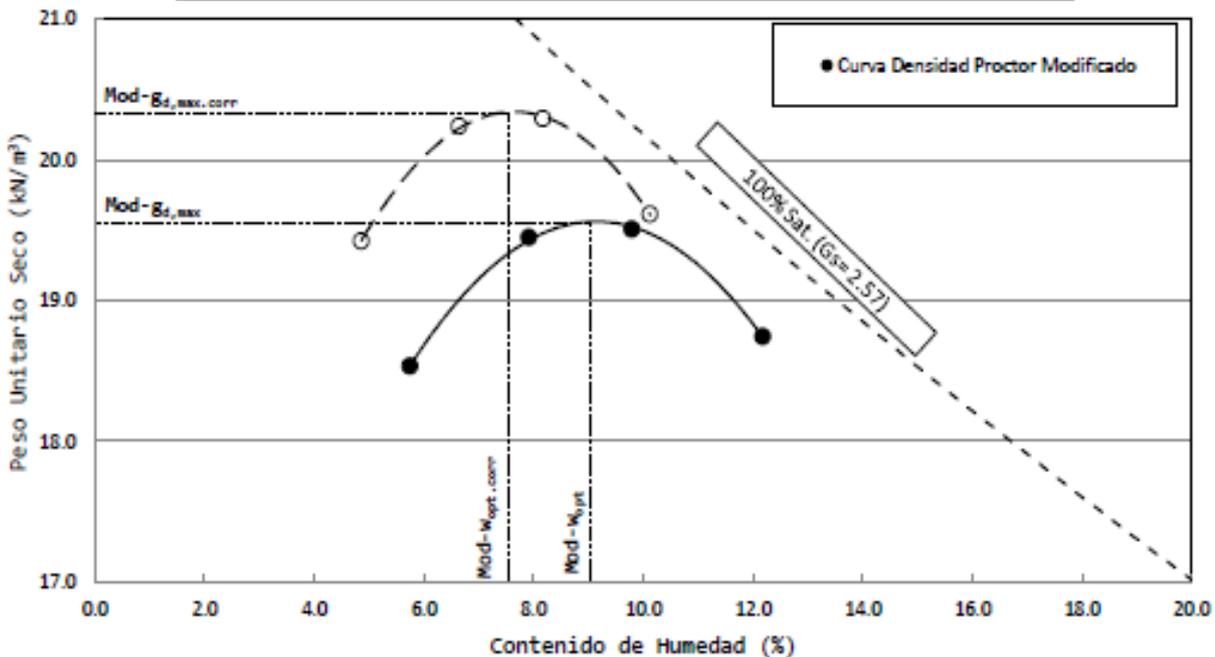
Clasificación Visual: Grava arcillosa con arena	Tamaño Máximo Considerado:	2 in.
Porcentaje Retenido Tamiz No. 4: 43	Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc): 18	Cont. Hum. Fracción Sobretamaño: 0.8
Porcentaje Retenido Tamiz 3/8 in. 31	Porcentaje Fracción de Ensayo (PF): 82	Cont. Humedad de Recepción: 4.8
Porcentaje Retenido Tamiz 3/4 in. 18	Gs Fracción de Ensayo: 2.57	Método de Preparación: Seco -
Método de Ensayo: C	600 Fracción Sobretamaño (SH): 2.54	Húmedo: X

EQUIPO EMPLEADO

Volúmen del molde (cm ³) 2114.37	Masa de Molde (g) 6697	Tipo de martillo Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>
---	---------------------------	--

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Prueba No.	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	6.0	8.0	10.0	12.0	-
Masa de suelo + molde (g)	10,923	11,223	11,315	11,231	-
Masa de suelo (g)	4,226	4,526	4,618	4,534	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.00	2.14	2.18	2.14	-
Tara No.	P1	P2	P3	P4	-
Masa de tara (g)	197.00	196.00	196.00	199.00	-
Masa de suelo húmedo + tara (g)	1,245.0	1,231.0	1,272.0	1,258.0	-
Masa de suelo seco + tara (g)	1,188.0	1,155.0	1,176.0	1,143.0	-
Contenido de humedad (%)	5.8	7.9	9.8	12.2	-
Densidad seca (g/cm ³)	1.89	1.98	1.99	1.91	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	18.53	19.45	19.51	18.75	-


RESULTADOS DEL ENSAYO

Fracción Ensayada:	Menor al tamiz 3/4 in.
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.995
Peso Unitario Máximo (kN/m ³)	19.56
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.0

APLICACIÓN DE ASTM D4718/4718M-15

Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm ³)	2.074
Peso Unitario Máximo Corregido (kN/m ³)	20.34
Óptimo Contenido de Humedad Corregida (%)	7.5

SERVILAB MÚL S.A.C.

 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MÚL

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-3.4
----------------	---------

Muestra ensayada Agregado Grueso

Masa de la muestra seca en el horno OD (g)	7,050
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra sumergida (g)	4,380
Gravedad Específica (SH) GOD	2.54
Gravedad Específica SSD GSSD	2.58
Gravedad Específica Aparente Gs	2.64

No. Tara	1
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra seca en el horno (g)	7,050
% Absorción	1.6

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

SERVILAB MJL S.A.C.



ALEX BONY FLORES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 263720

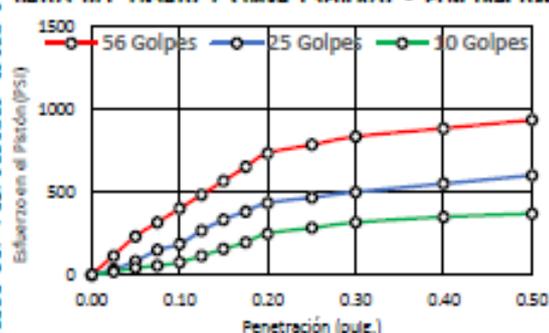
DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-3.5		
Clasificación SUCS	Arena arcillosa con grava	Humedad de recepción (%)	4.8
Método preparación	ASTM D 1557	Material ret. en el tamiz 3/4 in. (%)	18
Peso Unitario Máximo (kN/m³)	19.6	Óptimo contenido de humedad (%)	9.0

MOLDEO Y SATURACIÓN DE ESPECÍMENES

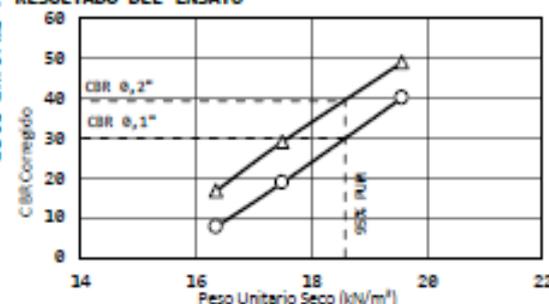
Datos de molde CBR	ID molde CBR	M-01	M-02	M-03			
	Masa de molde (g)	0	0	0			
	Volumen de molde (cm³)	2125.5	2125.5	2125.5			
Densidad de la muestra	Golpes por capa	56	25	10			
	Masa suelo húmedo + molde	4622	4132	3862			
	Masa suelo húmedo (g)	4622	4132	3862			
	Densidad húmeda (g/cm³)	2.175	1.944	1.817			
Humedad de la muestra (previo a saturación)	Fase de moldeo	Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término
	Identificación de tara	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6
	Masa de tara	0	0	0	0	0	0
	Masa húmeda + tara	100	100	100	100	100	100
	Masa seca + tara (g)	91.7	91.8	91.6	91.9	91.5	92
	Humedad (%)	9.1	8.9	9.2	8.8	9.3	8.7
	Humedad promedio (%)	9.0		9.0		9.0	
	Densidad seca (g/cm³)	2.0		1.8		1.7	
Resultados	Peso Unitario Seco (kN/m³)	19.6		17.5		16.3	
	Compactación alcanzada (%)	100.0		89.4		83.6	
	Condición del ensayo	Saturado por 96 horas					
Hinchariento	Masa de sobrecarga (kg)	4.54		4.54		4.54	
	Lectura inicial a 0 Horas	115.3		106.4		96.1	
	Lectura final a 96 horas	115.7		106.8		96.5	
	Variación de altura (mm)	0.4		0.4		0.4	
	Hinchariento (%)	2.6		2.6		2.6	

DATOS DEL ENSAYO Y CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN



Condición:	Saturado por 96 horas		
Especimen (golpes)	56	25	10
Peso Unitario Seco (kN/m³)	19.57	17.49	16.35
Densidad Seca (g/cm³)	1.995	1.784	1.667
Humedad Inicial (%)	9.0	9.0	8.99
Humedad final (%)	22.0	26.58	33.33
Hinchariento (%)	2.6	2.6	2.6
Sobrecarga empleada (kg)	4.54	4.54	4.54
Esfuerzo corregido para 0.1 in.	400	187	77
Esfuerzo corregido para 0.2 in.	734	434	250

RESULTADO DEL ENSAYO



CBR a 0.1 in. De penetración (O)

CBR al 100% del Peso Unitario Máximo	40.0
CBR al 95% del Peso Unitario Máximo	30.0

CBR a 0.2 in. De penetración (Δ)

CBR al 100% del Peso Unitario Máximo	48.9
CBR al 95% del Peso Unitario Máximo	39.3

SERVI LAB M.L.S.A.C.

 ALEX BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Muestra patrón +10.5% MgCl₂



INFORME DE ENSAYO No.: UCV-INF-004-2023
 Fecha de emisión: 3/07/2023

DATOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE

Proyecto: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRETERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023"
 Ubicación: SAMEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA
 Cliente: Isaac Noé Cauna Tala
 Bruno Aldair Corasí Alvarado

DATOS DE LA MUESTRA RECIBIDA

ID laboratorio: INF004
 Fecha de muestreo: 26/06/2023
 Material: Suelo
 Identificación: Calicata 01
 No. de muestra: M-01
 Presentación: Sacos de polipropileno (03)
 Cantidad: Aprox. 50 kg por saco
 Fecha de recepción: 26/06/2023
 Otra referencia: 10.5% MgCl₂

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

INFORME

ENSAYO	DESIGNACIÓN DEL MÉTODO	RESULTADO	REPORTE DE ENSAYO
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELO POR TAMIZADO	ASTM D6913/D6913M-17	% Que pasa el tamiz estándar	INF-004.1-2023
		3 in. 100 No. 10 46	
		2 in. 99 No. 20 35	
		1 1/2 in. 95 No. 40 28	
		1 in. 89 No. 60 23	
		3/4 in. 82 No. 100 19	
		3/8 in. 69 No. 140 17	
No. 4 57 No. 200 14			
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	ASTM D4318-17e1	Límite Líquido, LL 24 Límite Plástico, LP 16 Índice de Plasticidad, IP 8	INF-004.2-2023
CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO DE SUELOS EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN-m/m ³)	ASTM D1557-12e1	Máxima Densidad Seca (g/cm ³) 2.101 Peso Unitario Máximo (kN/m ³) 20.60 Óptimo Contenido de Humedad (%) 7.3 Máx. Dens. Seca Corregida (g/cm ³) 2.168 Peso Unt. Máx. Corregido (kN/m ³) 21.26 Óp. Cont. De Humedad Corregida (%) 6.1	INF-004.3-2023
METODO PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO	ASTM C127-15	Gravedad Específica (SH) GOD 2.54 Gravedad Específica SSD GSSD 2.58 Gravedad Específica Aparente Gs 2.64 % Absorción 1.6	INF-004.4-2023
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO	ASTM D1883-21	Valor al 100% penetr. 0.1 in. (%) 55.02 Valor al 100% penetr. 0.2 in. (%) 64.47 Valor al 95% penetr. 0.1 in. (%) 42.33	INF-004.5-2023

OBSERVACIONES

Anexo: 5 reportes (5 páginas)
 XXXXXXXXXXXXXXX Fin de Informe XXXXXXXXXXXXXXX

SERVILAB MJL S.A.C.

 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

El ensayo ha sido realizado en las instalaciones del Laboratorio de SERVILAB y los resultados presentados se refieren únicamente a los items ensayados.

Los datos del proyecto y las fechas de nuestro corresponde a información proporcionada por el cliente.

LABORATORIO SERVILAB (SERVILAB MJL S.A.C.)

Asoc. California Mz X -8, Lt 19 - San Antonio, Moquegua, Perú. / Email : laboratorio@servilabmj1.com

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-4.1
----------------	---------

Tamaño máximo (visual):	Procesamiento		
	Húmedo	Seco	horno
2 in.			X

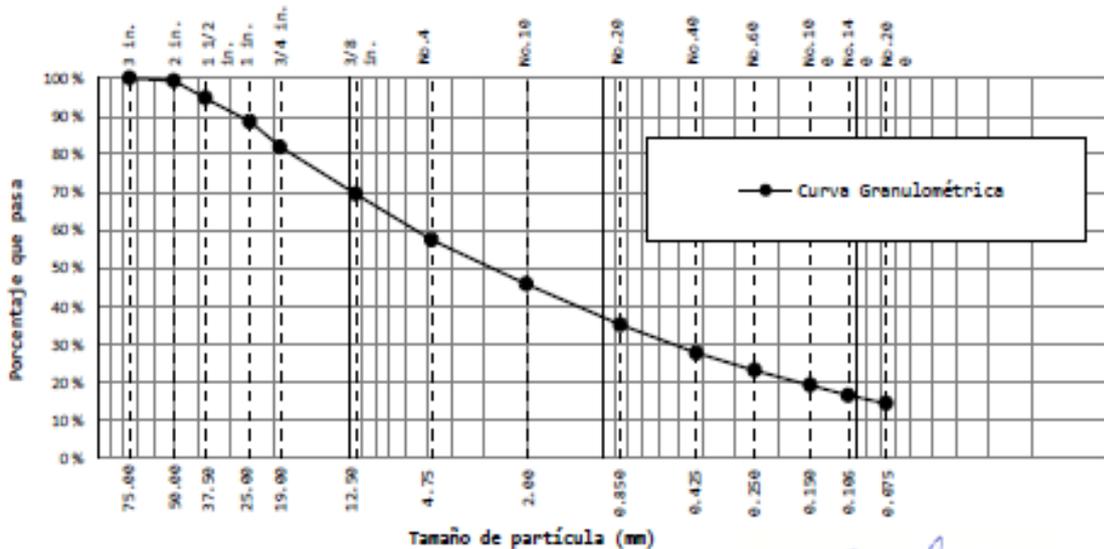
REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto	1ra separación	2da separación	Tamizado Fracción	Agente dispersante:	No
Tamiz de separación (designación)	3/4 in.	No. 4	---	Equipo de agitación:	No
Fracción gruesa retenida seca (g)	5,266	7,153	---	Masa fina seca lavado (g):	585.50
Frac. gruesa ret. seca + fondo (g)	5,266	7,153	---	Pérdidas por procesamiento (%):	
Fracción fina pasante húmeda (g)	23,883	16,730	818.30	Fase de ensayo	Lavado Tamizado
Hum. de frac. fina, ASTM D2216 (%)	0	0	4.8	1ra separación	0.00 0.00
Fracción fina pasante seca (g)	23,883	16,730	---	2da separación	0.00 0.00
Masa total inicial seca (g)	29,149	23,883	780.80	Fracción fina	--- 0.00
				Masa menor a 3 in. (g)	29,149

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

Tamiz 8" diámetro		Masas secas retenidas			Control en tamiz separador (%)	Factor de Tamizado	Ret. parcial (%)	Ret. Acum. (%)	Porcen. que pasa (%)
Designación (ASTM E11)	Abertura (mm)	1ra F. gruesa (0.1 g)	2da F. gruesa (0.1 g)	Fracción Fina (0.01 g)					
3 in.	75.00	0.0	0.0	0		-	-	-	100
2 in.	50.00	195.0	0.0	0		0.003431	0.67	0.67	99
1 1/2 in.	37.50	1,320.0	0.0	0		0.003431	4.53	5.20	95
1 in.	25.00	1,807.0	0.0	0		0.003431	6.20	11.40	89
3/4 in.	19.00	1,944.0	0.0	0	0	0.003431	6.67	18.07	82
3/8 in.	9.50	0.0	3,625.0	0		0.003431	12.44	30.50	69
No. 4	4.75	0.0	3,528.0	0	0	0.003431	12.10	42.61	57
No. 10	2.000	0.0	0.0	158.40		0.073508	11.64	54.25	46
No. 20	0.850	0.0	0.0	145.40		0.073508	10.69	64.94	35
No. 40	0.425	0.0	0.0	100.10		0.073508	7.36	72.29	28
No. 60	0.250	0.0	0.0	62.60		0.073508	4.60	76.90	23
No. 100	0.150	0.0	0.0	53.00		0.073508	3.90	80.79	19
No. 140	0.106	0.0	0.0	36.80		0.073508	2.71	83.50	17
No. 200	0.075	0.0	0.0	29.20		0.073508	2.15	85.64	14
Fondo	-			0.00	-	-	-	-	-

CURVA DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





REPORTE DE ENSAYO No. INF 004-2023

ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C566-19

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio INF-3

Muestra ensayada Mestra patron de subrasante +10.5MgCl2

%MgCl2 10.50%

Peso MgCl2(g) 109.2

Recipiente No.	P-01
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	1,348.20
Masa recipiente + suelo seco (g)	1,315.50
Masa del recipiente (g)	199.00
Masa de agua (g)	32.70
Masa del suelo seco (g)	1,116.50
Humedad agregado (%)	2.929

SERVILAB N.L.S.A.C.

ALDERSION FLORES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 203720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MJL

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-4.2
----------------	---------

Humedad de recepción (%)	Tamaño máximo de partícula	Retenido en tamiz No. 40 (%)
4.8	2 in	72.29

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN

Humedad	X	Lavado en tamiz No. 40	-	Agua de mezcla:	
Secado al aire	-	Tamizado en seco tamiz No. 40	-	Destilada	X
Secado al horno	-	Mecánicamente por tamiz No. 40	-	Desmineralizada	-
		Mezclado y partículas de arena	X	Otra	-

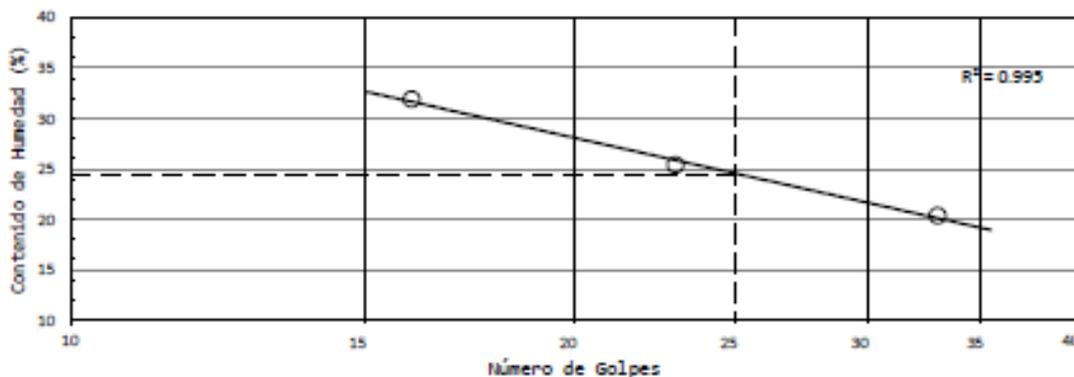
EQUIPO EMPLEADO

Límite Plástico		Límite Líquido		Ranurador Casagrande/ASTM	
Rolado manual	X	Equipo Manual	X	Metálico	-
Rolado mecánico	-	Equipo motorizado	-	Plástico	X

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO	Método: A				
	1	2	3	-	-
Número de Cápsula					
Masa de cápsula (g)	43.66	47.24	43.58	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	54.13	58.35	55.12	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	52.36	56.10	52.33	-	-
Masa de suelo seco (g)	8.70	8.86	8.75	-	-
Masa de agua (g)	1.77	2.25	2.79	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.34	25.40	31.89	-	-
NÚMERO DE GOLPES	33	23	16	-	-
LÍMITE LÍQUIDO UNIPUNTO ASTM	-	-	-	-	-

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITE PLÁSTICO	4	5	-	-
Número de cápsula				
Masa de cápsula	53.53	49.21	-	-
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	62.94	58.82	-	-
Masa de cápsula + suelo seco (g)	61.62	57.51	-	-
Masa de suelo seco (g)	8.09	8.30	-	-
Masa de agua (g)	1.32	1.31	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	16.32	15.78	-	-

Límite Líquido, LL	24
Límite Plástico, LP	16
Índice de Plasticidad, IP	8
Índice de Liquidez, IL	-1
Clasificación según Carta de Plasticidad	CL

SERVILAB M.L.S.A.C.

 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB M.L.

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-4.3
----------------	---------

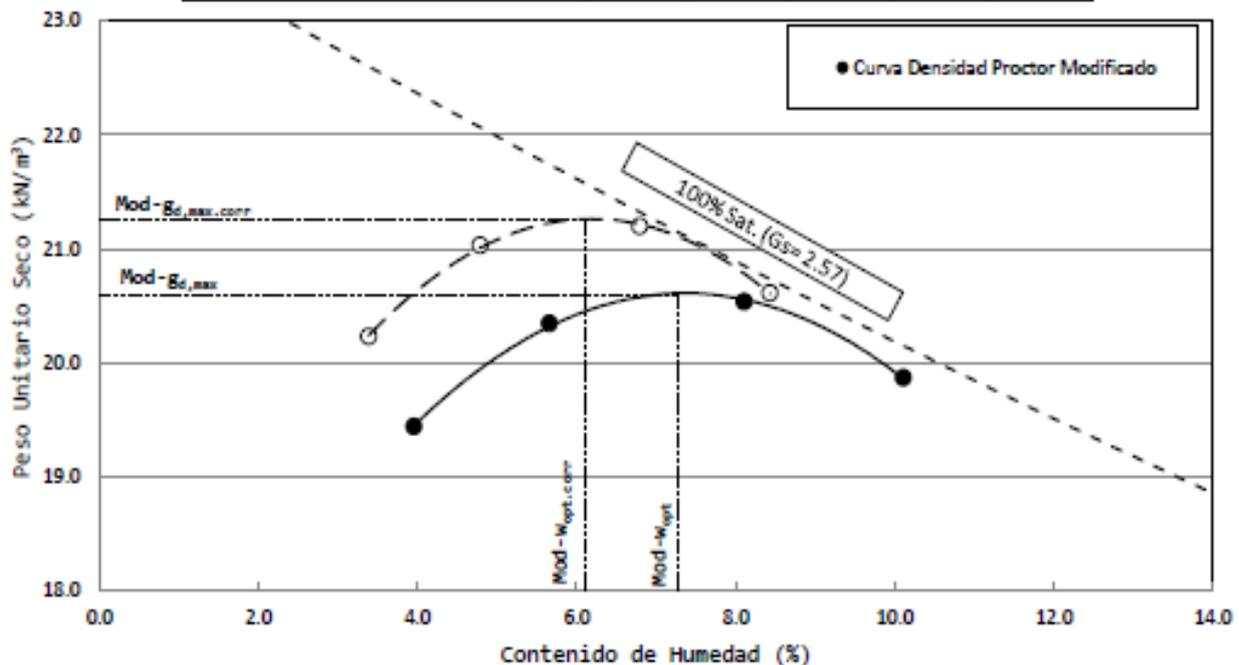
Clasificación Visual: Grava arcillosa con arena		Tamaño Máximo Considerado:		2 in.	
Porcentaje Retenido Tamiz No. 4:	43	Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18	Cont. Hum. Fracción Sobretamaño	0.8
Porcentaje Retenido Tamiz 3/8 in.	31	Porcentaje Fracción de Ensayo (PF):	82	Cont. Humedad de Recepción	4.8
Porcentaje Retenido Tamiz 3/4 in.	18	Gs Fracción de Ensayo:	2.57	Método de Preparación:	Seco -
Método de Ensayo:	C	600 Fracción Sobretamaño (SH):	2.54	Húmedo	X

EQUIPO EMPLEADO

Volúmen del molde (cm ³)	Masa de Molde (g)	Tipo de martillo
2114.37	6697	Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico <input type="checkbox"/>

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO

Prueba No.	1	2	3	4	5
Agua añadida (%)	2.0	4.0	6.0	8.0	-
Masa de suelo + molde (g)	11,053	11,331	11,483	11,413	-
Masa de suelo (g)	4,356	4,634	4,786	4,716	-
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.06	2.19	2.26	2.23	-
Tara No.	P1	P2	P3	P4	-
Masa de tara (g)	197.00	196.00	196.00	199.00	-
Masa de suelo húmedo + tara (g)	1,432.0	1,483.0	1,462.0	1,451.0	-
Masa de suelo seco + tara (g)	1,385.0	1,414.0	1,367.0	1,336.0	-
Contenido de humedad (%)	4.0	5.7	8.1	10.1	-
Densidad seca (g/cm ³)	1.98	2.07	2.09	2.03	-
Peso unitario seco (kN/m ³)	19.43	20.34	20.53	19.86	-



RESULTADOS DEL ENSAYO

Fracción Ensayada:	Menor al tamiz 3/4 in.
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	2.101
Peso Unitario Máximo (kN/m ³)	20.60
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.3

APLICACIÓN DE ASTM D4718/4718M-15

Porcentaje Fracción de Sobretamaño (Pc):	18
Máxima Densidad Seca Corregida (g/cm ³)	2.168
Peso Unitario Máximo Corregido (kN/m ³)	21.26
Óptimo Contenido de Humedad Corregida (%)	6.1

SERVILAB MOL S.A.C.
ALEX-BONY FLORES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 263720

Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB MOL

DATOS DE LA MUESTRA

ID Laboratorio	INF-4.4
----------------	---------

Muestra ensayada Agregado Grueso

Masa de la muestra seca en el horno OD (g)	7,050
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra sumergida (g)	4,380
Gravedad Específica (SH) GOD	2.54
Gravedad Específica SSD GSSD	2.58
Gravedad Específica Aparente Gs	2.64

No. Tara	1
Masa de la muestra al aire SSD (g)	7,160
Masa de la muestra seca en el horno (g)	7,050
% Absorción	1.6

SERVILAB M.J.L. S.A.C.

 ALEX-BONY FLORES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 263720

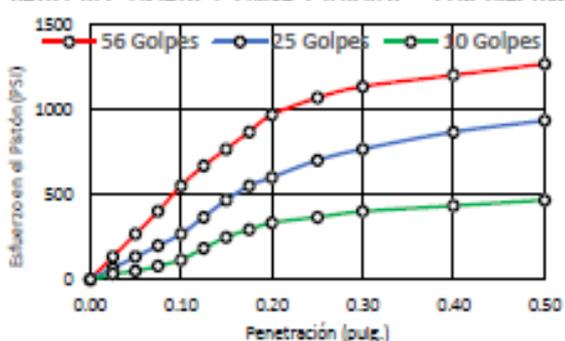
Este informe no puede ser reproducido total o parcialmente sin autorización del laboratorio SERVILAB M.J.L.

DATOS DE LA MUESTRA

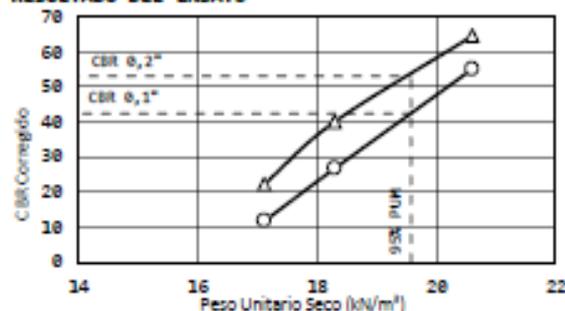
ID Laboratorio	INF-4.5
Clasificación SUCS	Arena arcillosa con grava
Método preparación	ASTM D 1557
Peso Unitario Máximo (kN/m ³)	20.6
Humedad de recepción (%)	4.8
Material ret. en el tamiz 3/4 in. (%)	18
Óptimo contenido de humedad (%)	7.3

MOLDEO Y SATURACIÓN DE ESPECÍMENES

ID molde CBR		M-01	M-02	M-03			
Masa de molde (g)		0	0	0			
Volumen de molde (cm ³)		2125.5	2125.5	2125.5			
Golpes por capa		56	25	10			
Masa suelo húmedo + molde		4790	4254	3980			
Masa suelo húmedo (g)		4790	4254	3980			
Densidad húmeda (g/cm ³)		2.254	2.001	1.873			
Fase de moldeo		Inicio	Término	Inicio	Término	Inicio	Término
Identificación de tara		K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6
Masa de tara		0	0	0	0	0	0
Masa húmeda + tara		100	100	100	100	100	100
Masa seca + tara (g)		93.1	93.3	93	93.4	92.9	93.5
Humedad (%)		7.4	7.2	7.5	7.1	7.6	7.0
Humedad promedio (%)		7.3		7.3		7.3	
Densidad seca (g/cm ³)		2.1		1.9		1.7	
Peso Unitario Seco (kN/m ³)		20.6		18.3		17.1	
Compactación alcanzada (%)		100.0		88.8		83.1	
Condición del ensayo		Saturado por 96 horas					
Masa de sobrecarga (kg)		4.54		4.54		4.54	
Lectura inicial a 0 Horas		105.2		98.5		89.7	
Lectura final a 96 horas		105.3		98.6		89.8	
Variación de altura (mm)		0.1		0.1		0.1	
Hinchamiento (%)		0.7		0.7		0.7	

DATOS DEL ENSAYO Y CURVA ESFUERZO - PENETRACIÓN


Condición:	Saturado por 96 horas		
Especimen (golpes)	56	25	10
Peso Unitario Seco (kN/m ³)	20.60	18.29	17.11
Densidad Seca (g/cm ³)	2.100	1.865	1.745
Humedad Inicial (%)	7.3	7.3	7.30
Humedad final (%)	22.0	26.58	33.33
Hinchamiento (%)	0.7	0.7	0.7
Sobrecarga empleada (kg)	4.54	4.54	4.54
Esfuerzo corregido para 0.1 in.	550	267	117
Esfuerzo corregido para 0.2 in.	967	600	333

RESULTADO DEL ENSAYO

CBR a 0.1 in. De penetración (O)

CBR \geq 100% del Peso Unitario Máximo	55.0
CBR \geq 95% del Peso Unitario Máximo	42.3

CBR a 0.2 in. De penetración (Δ)

CBR \geq 100% del Peso Unitario Máximo	64.5
CBR \geq 95% del Peso Unitario Máximo	53.0

Anexo 05: Panel fotografico

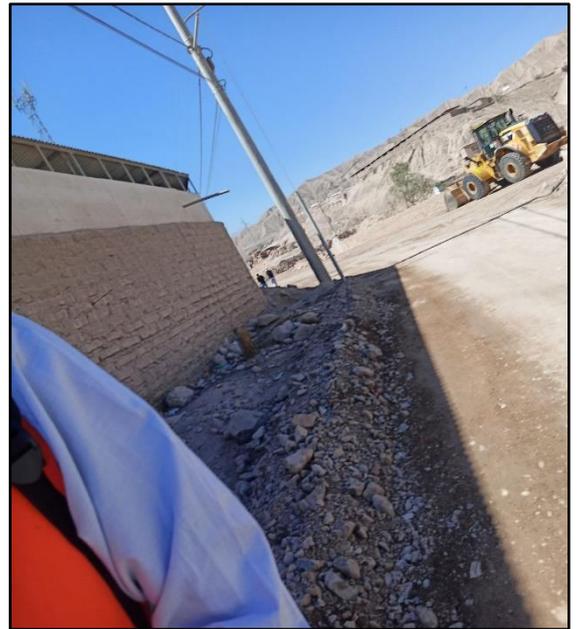


Foto 01,02: Reconocimiento del lugar donde se realizó la investigación.



Foto 03,04: Excavación de calicatas con maquinaria pesada.

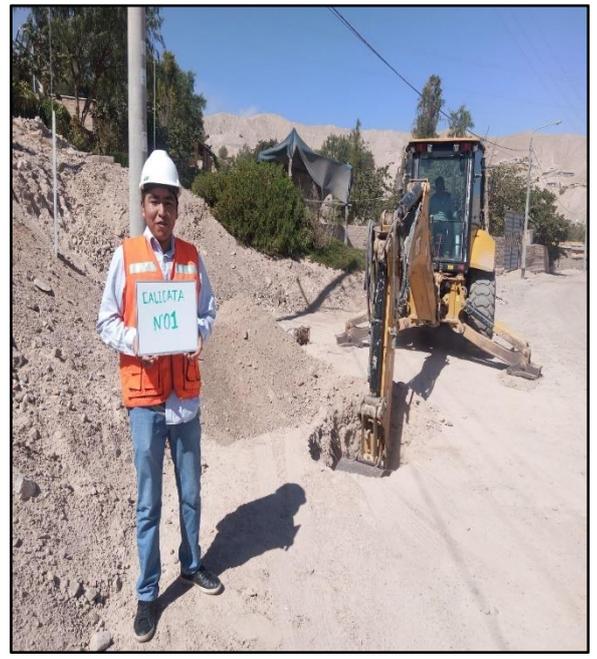


Foto 05,06: Excavación de calicata N°01.



Foto 07,08: Toma de muestras calicata N°01.

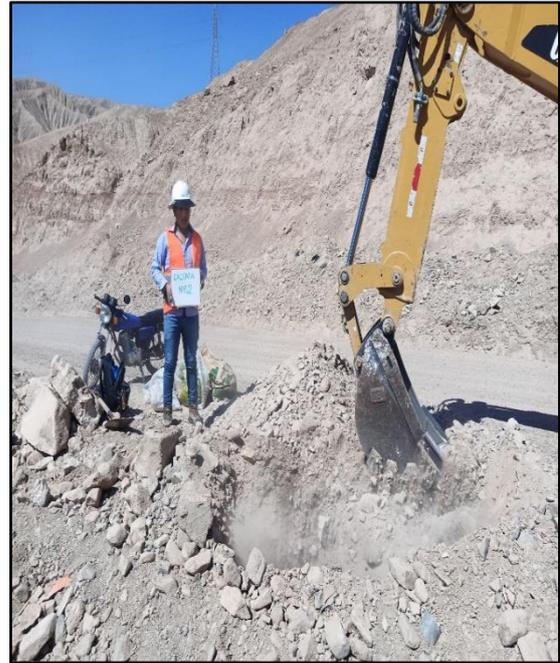


Foto 09,10: Excavación y toma de muestras calicata N°02.



Foto 11,12: Traslado de material al laboratorio.



Foto 13,14,15,16: Preparación de la muestra para el ensayo de granulometría.



Foto 17,18: Preparación de herramientas para el ensayo de granulometría.





Foto 19,20,21,22: Realización del ensayo de análisis granulométrico.





Foto 23,24,25,26: Preparación de la muestra para el ensayo de limite líquido y limite plástico.



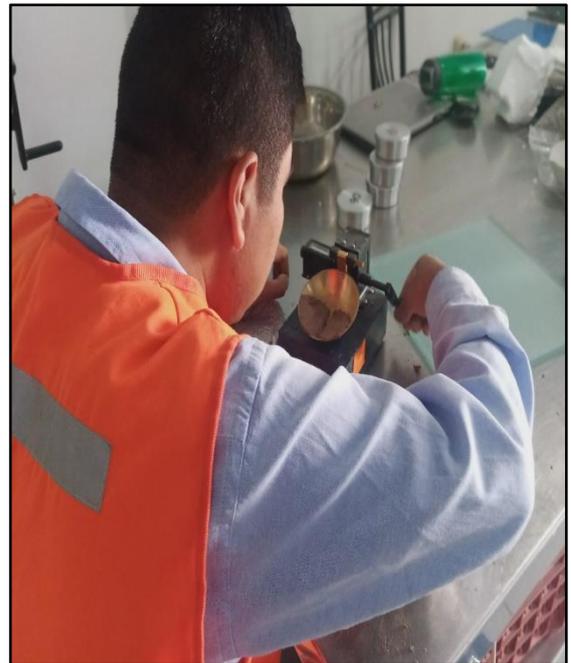


Foto 27,28,29,30: Realización del ensayo de límite líquido.





Foto 31,32,33,34: Toma de muestra del ensayo de limite líquido.



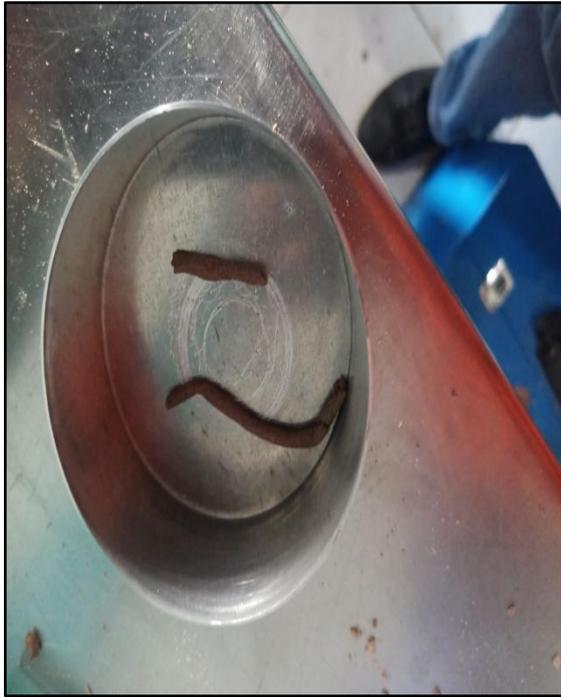


Foto 35,36,37,38: Realización del ensayo de limite plástico.



Foto 39,40: Muestras colocadas en el horno

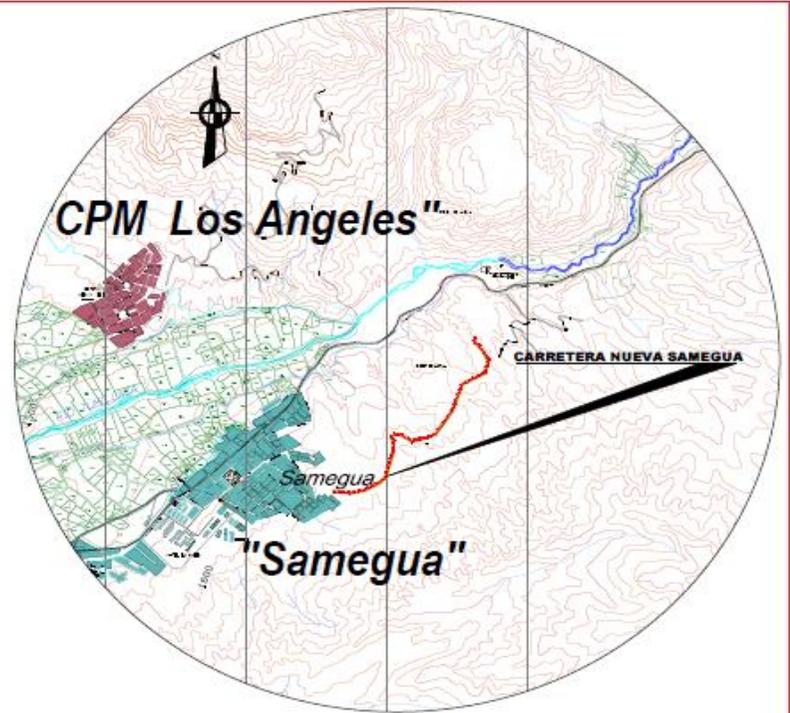
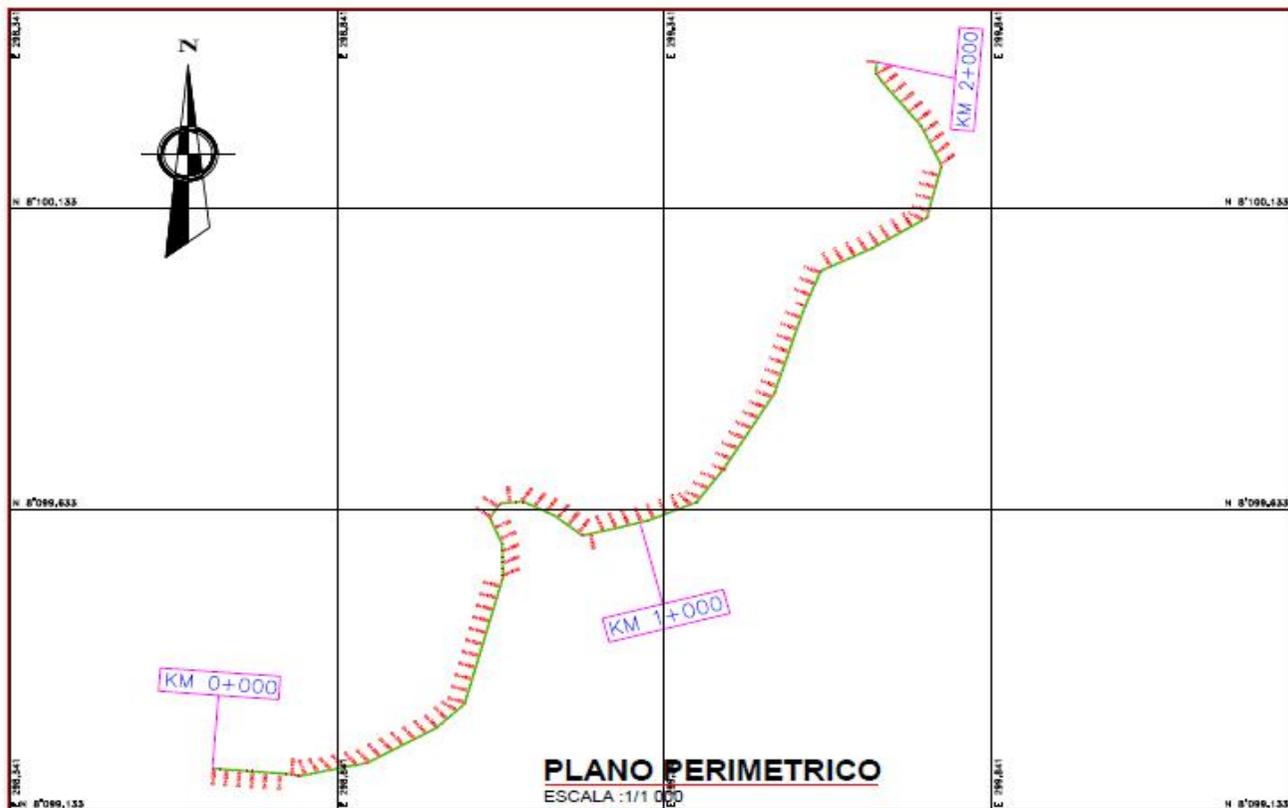


Foto 41,42,43,44: Realización del ensayo de Proctor modificado.

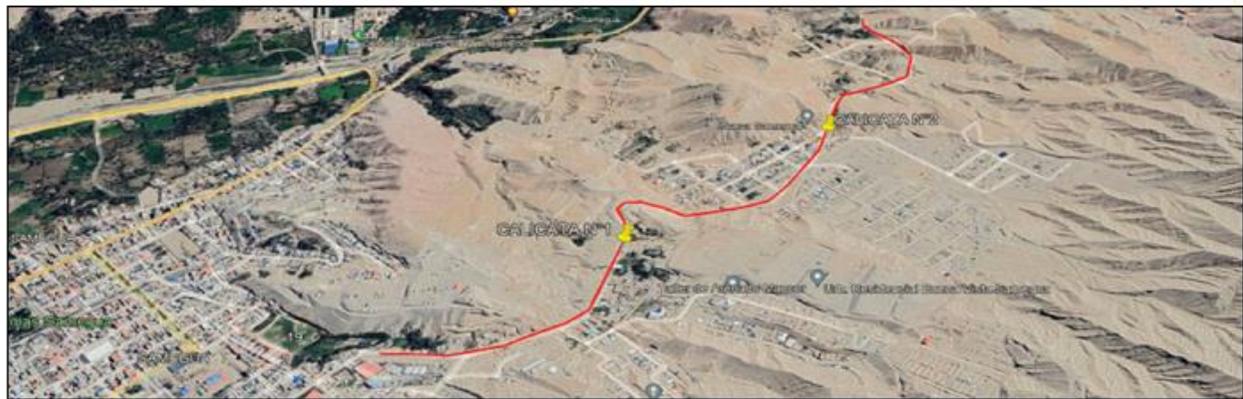


Foto 45,46,47,48: Dosificación y adición de cloruro para la realización de los diferentes ensayos

Anexo 06: Plano de Ubicación



"INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023"
CARRERA NUEVA SAMEGUA DE 20M DE ANCHO DE ESTUDIO



PLANO: PERIMÉTRICO - UBICACIÓN		LONGITUD TOTAL: 2 KM	
PROYECTO DE TESIS: "INFLUENCIA DEL POLVILLO DE CLORURO DE MAGNESIO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, CARRERA NUEVA SAMEGUA, MOQUEGUA - 2023"		SECTOR: NUESTRA SEÑORA	
ALUMNOS: ISAAC NOR CAJALTA TALA RUTICO COPASI ALTAMIRANO		DISTRITO: MOQUEGUA	
LEV.TOP. ISC		PROVINCIA: MOQUEGUA	
REVISIÓN:		DEPARTAMENTO: MOQUEGUA	
FECHA: 01/07/2023		DATUM: WGS-84	
LACEDAS: JU-01		ZONA: 18 SUD	
		NOTA: 35-T	
		ESCALA: INDICADA	

Anexo 07: % del Turnitin, últimas hojas



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: ISAAC NOE CAUNA TALA
Título del ejercicio: Turnitin Cuarta Semana
Título de la entrega: (turniting) DPI_Cauna_Tala_Isaac_-_Corasi_Alvarado_Bruno_t...
Nombre del archivo: _turniting_DPI_Cauna_Tala_Isaac_-_Corasi_Alvarado_Bruno_t...
Tamaño del archivo: 808.54K
Total páginas: 35
Total de palabras: 9,708
Total de caracteres: 48,446
Fecha de entrega: 08-dic.-2023 12:41p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2252686892

