



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Mejoramiento de subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y cal - avenida Los Chankas, San Jeronimo-Andahuaylas-2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

AUTOR:

BCH: Poccorpachi Echavarría Ruth Shavely (ORCID: 0000-0002-9663-2955)

ASESOR:

MS. Gustavo Adolfo Aybar Arriola (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

CALLAO — PERÚ

2022

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi hermosa mama quien es el cimiento de mi vida gracias a ti logre superarme como profesional, durante toda mi vida fuiste padre y madre para mi eres mi ejemplo a seguir aquella persona que, con su amor, paciencia, sabiduría me lleva por el buen camino gracias dios por concederme la mejor mama del mundo.

A mi tío Saúl quien fue como mi papa quien siempre estuvo presente aportando grandes cosas en mi vida

A mi familia quienes siempre estuvieron presente apoyándome enseñándome valiosas lecciones siempre creyendo en mi otorgándome valores de respeto, honestidad, responsabilidad hasta lograr las metas propuestas, los amo familia, gracias por estar siempre presentes.

AGRADECIMIENTO

Muy orgullosa de hacer mención a aquellas personas a quienes les agradezco el poder llegar al cumplimiento de esta meta que es el obtener mi título profesional a través del presente trabajo de investigación en honor a tal orgullo deseo empezar mi agradecimiento nombrando a DIOS por darme la fuerza, paciencia y sabiduría para poder obtener este logro profesional.

Al MS Gustavo Adolfo Aybar Arriola por tener la paciencia, voluntad para que mi persona pueda lograr la meta profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACION.....	21
3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	23
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
3.5 PROCEDIMIENTOS.....	25
3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	28
3.7 ASPECTOS ÉTICOS.....	29
IV.RESULTADOS.....	29
V.DISCUSIÓN.....	51
VI.CONCLUSIÓN.....	55
VII.RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15
TABLA 2.	NUMERO DE TAMICES.....	16
TABLA 3.	CLASIFICACION DE SUELOS SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS.....	17
TABLA 4.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL IP.....	18
TABLA 5.	CATEGORÍAS DE SUBRASANTE.....	19
TABLA 6.	CLASIFICACIÓN AASHTO Y SUCS.....	20
TABLA 7.	RESULTADO DE DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS EN LOS TAMICES.....	29
TABLA 8.	RESULTADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELO.....	31
TABLA 9.	LÍMITES DE CONSISTENCIA – MUESTRA NATURAL.....	31
TABLA 10.	LÍMITES DE CONSISTENCIA – MN + 1% DE MGCL2 Y CAL.....	33
TABLA 11.	LÍMITES DE CONSISTENCIA – MN + 3% DE MGCL2 Y CAL.....	34
TABLA 12.	LÍMITES DE CONSISTENCIA – MN + 9% DE MGCL2 Y CAL.....	35
TABLA 13.	LIMITES DE CONSISTENCIA – MN + 9% DE MGCL2 Y CAL.....	39
TABLA 14.	OCH Y MDS – MUESTRA NATURAL.....	40
TABLA 15.	OCH Y MDS – MN + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO Y CAL.....	41
TABLA 16.	OCH Y MDS – MN + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO Y CAL.....	42
TABLA 17.	OCH Y MDS – MN + 9% DE CLORURO DE MAGNESIO Y CAL.....	43
TABLA 18.	RESUMEN DE MDS Y OCH	46
TABLA 19.	VALOR DE CBR PARA LA MUESTRA NATURAL.....	47
TABLA 20.	VALOR DE CBR PARA LA MN + 1% DE MGCL2 Y CAL.....	47
TABLA 21.	VALOR DE CBR PARA LA MN + 3% DE MGCL2 Y CAL.....	48
TABLA 22.	VALOR DE CBR PARA LA MN + 9% DE MGCL2 Y CAL.....	48
TABLA 23.	RESUMEN DE VALORES DE CBR.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	4
FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA POBLACIÓN	23
FIGURA 3. CURVA GRANULOMÉTRICA.....	30
FIGURA 4. LIMITE LIQUIDO – MUESTRA NATURAL	32
FIGURA 5. LIMITE LIQUIDO – MGCL2 Y CAL EN 1%	33
FIGURA 6. LIMITE LIQUIDO – MGCL2 Y CAL EN 3%	35
FIGURA 7. LIMITE LIQUIDO – MGCL2 Y CAL EN 9%	36
FIGURA 8. LIMITE LIQUIDO VS % DE ADICIÓN DE MGCL2 Y CAL	37
FIGURA 9. LIMITE PLÁSTICO VS % DE ADICIÓN DE MGCL2 Y CAL	38
FIGURA 10.ÍNDICE DE PLASTICIDAD VS % DE ADICIÓN DE MGCL2 Y CAL	39
FIGURA 11.CURVA DE COMPACTACIÓN – MUESTRA NATURAL.....	41
FIGURA 12.CURVA DE COMPACTACIÓN – MN + 1% DE MGCL2 Y CAL.....	42
FIGURA 13.CURVA DE COMPACTACIÓN – MN + 3% DE MGCL2 Y CAL.....	43
FIGURA 14.CURVA DE COMPACTACIÓN – MN + 9% DE MGCL2 Y CAL.....	44
FIGURA 15.OCH VS % DE ADICIÓN	45
FIGURA 16.MDS VS % DE ADICIÓN	46
FIGURA 17.CBR AL 95% VS % DE ADICIÓN	49
FIGURA 18.CBR AL 100% VS % DE ADICIÓN	50

RESUMEN

Para el proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal podrá mejorar la subrasante arcillosa en la avenida los chankas- san Jerónimo- Andahuaylas- 2022, como metodología tenemos un tipo de investigación cuantitativa y aplicada, donde presento un diseño de investigación cuasi experimental, por lo cual obtuvimos para el suelo natural un suelo según la clasificación SUCS y AASHTO de CL (arcillas de baja plasticidad), A-6(5) (suelo arcilloso) respectivamente, presenta un IP= 11.9%, MDS= 1.937 gr/cm³, OCH 8.1%, CBR= 1% a los cuales se les añadió MgCl₂ y cal en dosificaciones de 1%, 3%, 9% donde para el 1% de MgCl₂ y cal se notaron mejorías de IP= 9.7%, MDS=1.988 gr/cm³, OCH=7.6%, CBR=5.2%, para el 3% de MgCl₂ y cal tuvo como resultados IP=11%, MDS=2.099 gr/cm³, OCH= 6.8%, CBR= 9.3%, por ultimo para la adición de 9% DE MgCl₂ y cal se obtuvieron resultados de IP= 7.6%, MDS=2.104 gr/cm³, OCH=7.9%, CBR= 12.3% concluyendo así una mejora considerable al adicionar MgCl₂ y Cal en comparación con los resultados de la muestra natural en las propiedades físico-mecánicas, para la dosificación del 9% se logró evidenciar mejores resultados.

Palabras claves; mejoramiento de la subrasante arcillosa, Cal, MgCl₂, propiedades físico-mecánicas

ABSTRACT

For the research project, the objective was to determine how magnesium chloride and lime can improve the clayey subgrade in Los Chankas-San Jerónimo-Andahuaylas-2022 avenue, as a methodology we have a type of quantitative and applied research, I present a design of pre-experimental research, where we obtained for the natural soil a soil according to the SUCS and AASHTO classification of CL (low plasticity clays), A-6(5) (clay soil) respectively, it presents a PI= 11.9%, MDS= 1.937 gr/cm³, OCH 8.1%, CBR= 1% to which MgCl₂ and lime were added in dosages of 1%, 3%, 9% where for 1% of MgCl₂ and lime improvements of IP= 9.7% were noted, MDS=1.988 gr/cm³, OCH=7.6%, CBR=5.2%, for 3% of MgCl₂ and lime the results were PI=11%, MDS=2.099 gr/cm³, OCH= 6.8%, CBR= 9.3%, Finally, for the addition of 9% DE MgCl₂ and lime, results of IP= 7.6%, MDS=2.104 gr/cm³, OCH=7.9%, CBR= 12.3% were obtained, thus noting a considerable improvement when adding r MgCl₂ and Cal in comparison with the results of the natural sample in the physical-mechanical properties, for all the dosages used it was possible to show better results.

Keywords; improvement of the clayey subgrade, Lime, MgCl₂, physical-mechanical properties

I. INTRODUCCIÓN

REALIDAD PROBLEMÁTICA

A nivel mundial se ha podido observar un crecimiento poblacional de las distintas ciudades como viene hacer las rurales, urbanas, del mismo modo se ha visto la necesidad de incrementar distintas vías de acceso las cuales puedan interconectar las distintas ciudades entre sí, por otro lado, a que tener en cuenta que la actividad económica ya sea en los rubros de la industria, agricultura, comercio, etc. se han venido incrementando los últimos años en diferentes países. Esto obliga de igual manera a tener que generar vías de acceso las cuales cubran las necesidades que se requieran. Por lo antes mencionado se entiende en general que la ejecución de vías es imprescindible para el desarrollo de cualquier población. Sin embargo, cuando se comenta de ejecución de vías se debe de considerar las posibles precariedades que estas puedan presentar a causa de la presencia de suelos que son insuficientes para ser considerados como parte de una vía a nivel de sub rasante, comúnmente los suelos que no cumplen con propiedades aceptables para componer la vía son los suelos finos en particular los suelos arcillosos y limosos. Por otra parte, nuestro país no es ajeno a las situaciones mencionadas anteriormente. Si bien es cierto estos últimos años se han venido impulsando proyectos viales a nivel nacional pero gran parte de estas no cuentan con las condiciones aceptables que requieren, tal es así que según él (SINAC, 2021). Indica que dentro del ámbito nacional se tiene vías no pavimentadas en una longitud de 146,010.00 km equivalente al 83.15 % de la vía total. Las cuales al ser carreteras no pavimentadas están expuestas a presentar suelos insuficientes para componer la vía. Así mismo la zona donde se tiene planeado aplicar el trabajo de investigación atraviesa varios problemas, de los cuales podemos describir lo siguiente, debido a las malas condiciones que presenta el material de sub rasante en el tramo en estudio en este caso Av. Los chankas, se ha evidenciado la presencia de suelos arcillosos originando continuamente polvareda en dicho tramo por consiguiente afectando a los vecinos que colindan sus viviendas con el tramo en investigación y estas a su vez provocando malestar en la salud de sus habitantes. Por lo mismo se

evidenciado otros problemas que aquejan al tramo tales como los constantes hundimientos, encharcamientos en temporadas de lluvias que se suscitan en la subrasante del tramo han contribuido a las constantes quejas que realizan los transportistas que transitan, debido a las malas condiciones que presenta ocasionando daños en sus vehículos como consecuencia volviéndose inaccesibles así mismo obligando a tomar otros tramos para su circulación, es así que para este trabajo de investigación se busca realizar el mejoramiento de la subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y Cal en la Av. Los Chankas, distrito san jerónimo provincia de Andahuaylas, para de esta manera poder lograr el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de dicho tramo. Por tanto, la formulación del **problema general** se planteó a partir de la pregunta principal que origino nuestro tema de investigación: ¿Cómo el uso del cloruro de Magnesio y cal mejorará la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo- Andahuaylas-2022?; a razón del problema general se pueden observar distintos cuestionamientos como **problemas específicos**; ¿Cómo el cloruro de magnesio y cal reducirá el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022?, ¿Cómo el cloruro de magnesio y cal reducirá el óptimo contenido de humedad e incrementará la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022?; ¿Cómo el cloruro de magnesio y cal mejorará en la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022? De la misma manera procedemos a describir las distintas justificaciones, no sin antes mencionar que según (LERMA GONZALEZ, 2016) indica que la importancia de solucionar un problema de investigación es generar un aporte (pág. 54), por consiguiente procedemos a describir las siguientes justificaciones para lo cual se toma en consideración una **justificación practica** según (Bernal Torres C. A., 2010) la justificación practica tiene como objetivo resolver problemas para así generar estrategias de solución para esta (pág. 106). Por lo cual en la siguiente investigación se obtienen acciones rápidas ya que el cloruro de magnesio y cal son fáciles de aplicar, así generando mejoras para la comunidad en general. Complementando con la justificación también encontraremos una **justificación económica** ya que (Baena Paz,

2017) indica que una investigación deberá justificar si podrá recuperarse el dinero que se invierte durante su proceso. Utilizando el cloruro de magnesio y cal en la av. Los Chankas ubicado en el distrito de San Jerónimo optimizaríamos costos en este tipo de actividades, finalmente se tomará en cuenta la **justificación social** cuya importancia es predominante ya que causa gran impacto en la vía en estudio así mejorando las actividades que se realizan en dicho distrito como vendría hacer la agricultura, comercio, turismo entre otros provocando así el desarrollo de dicho distrito. Para continuar con el desarrollo de esta investigación se planteará objetivos clara y concisas como **objetivo general**; determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal podrá mejorar la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022, a razón de esta tendremos los siguientes **objetivos específicos**; determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal reduce el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022; determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal reduce el óptimo contenido de humedad e incrementa la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022; determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal aumentara la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022 Desarrollando deberemos de asumir lo siguiente **hipótesis general**: la utilización del cloruro de magnesio y cal mejorara la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022 para lo presente también tendremos las **hipótesis específicas**; la utilización del cloruro de magnesio y cal reduce el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la av. Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022; la utilización del cloruro de magnesio y cal reduce el óptimo contenido de humedad e incrementa la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022; la utilización del cloruro de magnesio y cal aumenta la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022

Figura 1. Realidad problemática



Fuente propia

II. MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES

En este capítulo encontraremos los antecedentes, bases teóricas relacionadas a la presente investigación, conceptos y procedimientos que nos brindaran apoyo para la investigación, comenzando con el capítulo II daremos inicio con los antecedentes nacionales, donde (Encalada Oncihuay, 2020) "Aplicación de cenizas volantes de carbon y cal para mejorar la estabilizacion de suelos arenosos en la ciudad pachacutec, ventanilla, callao"; dicha tesis fue sustentada ante la universidad cesar vallejo para obtener el titulo profesional de ingenieria civil, es un estudio cuyo **objetivo** es: determinar como la aplicación de cenizas volantes de carbon y cal para mejorar la estabilizacion de suelos arenosos en ciudad pachacutec, ventanilla, callao, la **Metodologia:** La metodología empleada en esta investigacion fue del tipo aplicada, así mismo se consideró un diseño del tipo experimental y enfoque cuantitativo. **Resultados:** para la muestra en estudio determino un suelo del tipo SM y A-1-b (0) para el sistema SUCS y AASHTO respectivamente. Así mismo de acuerdo a los ensayos de los límites de consistencia obtuvo lo siguiente, para la muestra natural se verificó un valor para el LL y LP iguales a 21% y 19% respectivamente por tanto se halló un IP igual a 2%, así mismo para esta investigación el autor adicionó Cal en porcentajes de 5%, 10% y 15%, para ello procedemos con la verificación de sus resultados, para la adición de 5% de Cal obtuvo valores de LL y LP iguales a 20% y 18% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 2%, para la adición de 10% de Cal obtuvo valores de LL y LP iguales a 19% y 18% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 1%, para la adición de 15% de Cal obtuvo valores de LL y LP iguales a 18% y 17% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 1%. Por otro lado para el ensayo de proctor modificado el autor de dicha investigación obtuvo los siguientes resultados, para la muestra natural se obtuvo una MDS y OCH iguales a 2.098 gr/cm³ y 6.4% respectivamente todo esto para el 100% de la MDS, así mismo para la adición de un 5% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 2.123 gr/cm³ y 6.9% todo ello para el 100% de la MDS, así mismo para la adición de un 10% de Cal

se obtuvo un MDS y OCH iguales a 2.133 gr/cm³ y 6.9% todo ello para el 100% de la MDS, por último para la adición de un 15% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 2.145 gr/cm³ y 7.10% todo ello para el 100% de la MDS. De igual manera los resultados obtenidos del ensayo de CBR fueron las siguientes, para la muestra natural se obtuvo valores de 34.20% y 27% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la adición del 5% de Cal se obtuvo valores de 44.80% y 35% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la adición del 10% de Cal se obtuvo valores de 51.20% y 40% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, por último para la adición del 15% de Cal se obtuvo valores de 56.80% y 44% para el 100% y 95% de MDS respectivamente. De la misma manera dentro de sus **Conclusiones** se pudo verificar lo siguiente, que con la adición de cal a la muestra en los porcentajes establecidos se obtuvieron aumentos favorables.

(Maquera Flores & Aquino Chura, 2021) "estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera acora-jayujayu, acora, puno-2021" esta tesis fue presentada ante la universidad cesar vallejo para obtener el título profesional de Ingeniería Civil y tiene como **objetivo**: determinar en qué medida la adición de cal y cenizas volantes influye en la estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera acora-jayujayu, acora, puno 2021, **metodología**: La metodología empleada en esta investigación fue del tipo aplicada, así mismo se consideró un diseño del tipo experimental y enfoque cuantitativo., **Resultados**: obtuvieron los siguientes resultados, de acuerdo a los ensayos de límites de consistencia obtuvo lo siguiente, para la muestra natural se verificó un valor para el LL y LP iguales a 36.44% y 20.88% respectivamente por tanto se halló un IP igual a 15.56%, así mismo para esta investigación los autores adicionaron Cal y Cenizas volantes en porcentajes como se indica a continuación, para una primera dosificación aplicaron un 5% de cal y 10% de cenizas volantes, para una segunda dosificación aplicaron en un 5% de cal y 13% de cenizas volantes, para una tercera dosificación aplicaron en un 5% de cal y 16% de cenizas volantes, para la primera dosificación que realizaron obtuvieron valores de LL y LP iguales a 33.61% y 22.39% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de

11.22%, para la segunda adición de ambas componentes obtuvieron valores de LL y LP iguales a 30.60% y 22.70% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 7.90%, para la tercera adición obtuvieron valores de LL y LP iguales a 28.03% y 22.89% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 5.14%. Por otro lado para el ensayo de proctor modificado los autores de dicha investigación obtuvieron los siguientes resultados, para la muestra natural se obtuvo una MDS y OCH iguales a 1.89 gr/cm³ y 11.50% respectivamente todo esto para el 100% de la MDS, así mismo para la primera adición de los aditivos mencionados obtuvieron un MDS y OCH iguales a 1.92 gr/cm³ y 15.50% todo ello para el 100% de la MDS, así mismo para la segunda adición obtuvieron una MDS y OCH iguales a 1.907 gr/cm³ y 15.10% todo ello para el 100% de la MDS, por último para la tercera adición de un obtuvieron una MDS y OCH iguales a 1.97 gr/cm³ y 14.90% todo ello para el 100% de la MDS. De igual manera los resultados obtenidos del ensayo de CBR fueron las siguientes, para la muestra natural se obtuvo valores de 27.5% y 18.60% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la primera adición de los aditivos se obtuvo valores de 52.00% y 39.50% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la segunda adición obtuvieron valores de 72.00% y 52.00% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, por último para la tercera adición obtuvieron valores de 86.00% y 65.00% para el 100% y 95% de MDS respectivamente. De la misma manera dentro de sus **Conclusiones** se pudo verificar lo siguiente que, con la adición de cal y cenizas volantes en los porcentajes mencionados, se obtuvieron aumentos favorables en los valores de CBR llegándose a evidenciar un mayor incremento para las tercera adición el cual vendría a ser la adición de Cal en 5% y cenizas volantes en 16%, pudiendo evidenciarse un aumento en un 59% respecto al CBR del suelo natural. Así mismo indicaron que, al adicionar los aditivos mencionados en los porcentajes indicados, se obtienen una mejoría en los resultados de la máxima densidad seca para lo cual verificaron que, al adicionar la Cal en 5% y ceniza volante en 16%. Se obtiene una mayor mejoría en el suelo estudiado. De la misma manera pudieron comprobar que, con las adiciones realizadas se verifico un incremento en el óptimo contenido de humedad llegándose a evidenciar un mayor incremento para la adición de Cal en 5% y cenizas volantes en 10%.

(AVILA CHAVEZ, 2021) en su proyecto de investigación titulada "Análisis y evaluación de la subrasante aplicando métodos de estabilización con cal y cloruro de calcio, en la carretera tramo huamachuco-cajabamba, caserío San Miguel, distrito Marcabal, provincia de Sánchez Carrión- La Libertad" este proyecto fue sustentado antes la universidad privada Antenor Orrego para obtener el título profesional de Ingeniera Civil y tiene como **objetivo:** realizar análisis y evaluación de la subrasante aplicando métodos de estabilización con cal y cloruro de calcio, en la carretera tramo huamachuco-cajabamba, caserío San Miguel, distrito Marcabal, provincia de Sánchez Carrión- La Libertad **metodología:** La metodología empleada en esta investigación fue de diseño del tipo experimental y con nivel descriptivo. **Resultados:** de acuerdo a los resultados verificados en este trabajo de investigación se pudo observar lo siguiente, se procedieron a realizar los ensayos en laboratorio para un total de 8 muestras para las cuales al realizar los ensayos de análisis granulométrico y los límites de consistencia llegó a clasificarlo en el sistema AASHTO los cuales fueron, M01 siendo del tipo A-4, M2 – A-4, M3 siendo un A-1-b, M4 siendo un A-1-b, M5 siendo un A-14, M6 siendo un A-6, M7 siendo un A-1-b, M8 siendo un A-1-b, sin embargo para dicha investigación se tomaron dos muestras de las totales para proceder con los ensayos de Proctor obteniéndose para la M01 una MDS de 2.19gr/cm³ y un OCH de 5.83% estos valores para la muestra inalterada, ahora al adicionar Cal al 3% se obtuvo una MDS de 2.31gr/cm³ y un OCH de 6.40%, de igual manera al adicionar cloruro de calcio al 3% se obtuvo una MDS de 2.20gr/cm³ y un OCH de 6.30%, de igual forma se procedió con la adición de cal al 4% llegando a obtener una MDS de 2.42gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 7.11%, del mismo modo para el cloruro de calcio al adicionar al 4% se observó el siguiente valor para MDS igual a 2.24gr/cm³ y un OCH de 7.10%, todo ello correspondiente a la muestra 01, por otro lado se realizó el mismo procedimiento para la muestra 02, una MDS de 1.81gr/cm³ y un OCH de 10.95% estos valores para la muestra inalterada, ahora al adicionar Cal al 3% se obtuvo una MDS de 1.82gr/cm³ y un OCH de 11.35%, de igual manera al adicionar cloruro de calcio al 3% se obtuvo una MDS de 1.87gr/cm³ y un OCH de 14.90%, de igual forma se procedió con la adición de cal al 4% llegando a obtener una MDS de 1.99gr/cm³ y un OCH de 12.20%, del mismo modo para el cloruro de calcio al

adicionar al 4% se observó el siguiente valor para MDS igual a 1.97gr/cm³ y un OCH de 15.80%, De tal manera se pudo verificar los valores hallados para el CBR para las dos muestras, en este caso para la muestra 01 inalterada se aplicó para una penetración de 0,1 y 0,2 se obtuvo un valor de 23.77% y 27.40% respectivamente para el 100% de MDS y un valor de 21.15% y 23.77% respectivamente para el 95% de la MDS. De la misma manera se verificó para la muestra 02 inalterada, obteniéndose para una penetración de 0,1 y 0,2 un valor de 10.24% y 10.81% respectivamente para el 100% de MDS y un valor de 9.30% y 9.70% respectivamente para el 95% de la MDS. Luego se verificó el CBR para las dos muestras al aplicar los dos aditivos en porcentaje de 4%. Para la muestra 01 se llegó a visualizar para una penetración de 0,1 y 0,2 un valor de 37.40% y 49.80% respectivamente para el 100% de MDS y un valor de 29.60% y 39.40% respectivamente para el 95% de la MDS. Para la muestra 02 se llegó a visualizar para una penetración de 0,1 y 0,2 un valor de 35.60% y 40.80% respectivamente para el 100% de MDS y un valor de 24.20% y 28.50% respectivamente para el 95% de la MDS, **Conclusión:** para la primera y segunda muestra se adicionaron los dos métodos para así poder obtener una mejoría con la adición de estos dos aditivos donde se notará un aumento en los resultados de la capacidad de soporte cumpliendo con los requisitos establecidos para la subrasante, tendremos como conclusión se puede determinar que económicamente la cal tiene un menor costo por m² mientras que el cloruro de calcio proporciona mejores resultados en cuanto a la mejora del suelo en estudio, Y por último tendremos a (Moale Quispe & Rivera Justo, 2019) “Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de villa rica” para obtener el título profesional de ingeniería civil tiene como **objetivo:** mejorar la capacidad de soporte de la subrasante, mediante la estabilización química del suelo en estudio, con el óptimo porcentaje de cal, **Metodología:** La metodología empleada en esta investigación fue del tipo aplicada, así mismo se consideró un diseño del tipo experimental con enfoque cuantitativa, **Resultados:** se pudo verificar lo siguiente. para la muestra en estudio determino un suelo del tipo CL y A-6 para el sistema SUCS y AASHTO respectivamente. Así mismo de acuerdo a los ensayos de los límites de consistencia obtuvo lo siguiente para la muestra natural se verificó un valor para el LL y LP iguales

a 33.70% y 20% respectivamente por tanto se halló un IP igual a 13.70%, así mismo para esta investigación el autor adicionó Cal en porcentajes de 9%, 15% y 21%, para ello procedemos con la verificación de sus resultados, para la adición de 9% de Cal obtuvo valores de LL y LP iguales a 30.18% y 23.91% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 6.27%, para la adición de 15% de Cal obtuvo valores de LL y LP iguales a 27.86% y 24.57% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 3.29%, para la adición de 21% de Cal obtuvo valores de LL y LP iguales a 26.43% y 24.65% respectivamente obteniéndose así un valor de IP de 1.78%. Por otro lado para el ensayo de proctor modificado los autores de dicha investigación obtuvieron los siguientes resultados, para la muestra natural se obtuvo una MDS y OCH iguales a 1.85 gr/cm³ y 13.40% respectivamente todo esto para el 100% de la MDS, así mismo para la adición de un 9% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 1.87 gr/cm³ y 14.60% todo ello para el 100% de la MDS, así mismo para la adición de un 15% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 1.89 gr/cm³ y 14% todo ello para el 100% de la MDS, por ultimo para la adición de un 21% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 1.88 gr/cm³ y 13.60% todo ello para el 100% de la MDS. De igual manera los resultados obtenidos del ensayo de CBR fueron las siguientes, para la muestra natural se obtuvo valores de 3.70% y 3.30% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la adición del 9% de Cal se obtuvo valores de 5.10% y 3.80% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la adición del 15% de Cal se obtuvo valores de 6.40% y 5.90% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, por ultimo para la adición del 21% de Cal se obtuvo valores de 5.10% y 4.10% para el 100% y 95% de MDS respectivamente. De la misma manera dentro de sus **Conclusiones** se pudo verificar lo siguiente, que con la adición de cal a la muestra en los porcentajes establecidos se obtuvieron aumentos en los valores de CBR llegando a concluir que con la adición de Cal en un 15% se llega a obtener mejores incrementos del valor de CBR. Así mismo concluye que para los valores de la MDS si se observó un cierto incremento llegándose a visualizar un mejor incremento para la adición de Cal en un 15%.

Como artículos científicos tendremos a (Guaman Iler, 2016) “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos metodos quimicos (cal y cloruro de sodio)” artículo científico cuyo **objetivo** es: Analizar el comportamiento de

un suelo arcilloso estabilizado con componentes químicos (cal y cloruro de sodio) en el laboratorio, **metodología:** La metodología empleada en esta investigación es de un nivel descriptiva, experimental, explicativa **Resultados:** según el ensayo de límites de atterberg se pudo verificar que el LL de la muestra de origen es 86.00 mientras el LP es de 66.67 por lo tanto el IP sería de 19.33 lo cual indica que este suelo no requiere de una estabilización ya que según las normativas de Ecuador estos superan el máximo requerido, de acuerdo al ensayo de granulometría y los ensayos de los límites de atterberg se podrá determinar que se presenta un suelo A-7 (arcilla de alta compresibilidad) según la clasificación AASTHO por otro lado según la clasificación SUCS se podrá determinar un CH (arcilla de alta plasticidad) en cuanto a su contenido de humedad presenta un 172.86% por otro lado se verá la MDS cuyo resultado es 1.531 gr/cm³ indica que cuanto más uses la cal reducirá la densidad y necesitará más agua para la compactación, en cuanto a su CBR se presentaría un resultado de 4.85% donde según la normativa de Ecuador indica que el CBR mínimo es de 20%, también obtendremos las siguientes **conclusiones:** se pudo verificar que la estabilización con cal mejora la trabajabilidad pero no se compara con el cloruro de sodio por otro lado también se observó que a mayor sea el porcentaje que se adiciona al suelo menor será el esponjamiento para realizar una estabilización con cal se necesitará mayor cantidad de agua para llegar al OCH sin embargo cuando mayor sea el porcentaje de cal irá disminuyendo su densidad. también observaremos a (Robles Díaz , 2018) presentando “Análisis y estabilización de arcilla negra con cloruro de sodio, arena pomez, cal y cemento para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas” para obtener el título profesional de ingeniero civil ante la universidad nacional de ingeniería, **Objetivo:** determinar la estabilización de arcilla negra con cloruro de sodio, arena pómez, cal y cemento, para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas **Metodología:** el trabajo de investigación presenta en su metodología la descripción del suelo, localización, trabajos en campo y laboratorio. **Resultados:** según los resultados podremos notar que el porcentaje de la humedad natural del suelo será de 48.4% en sus ensayos de límites de atterberg se obtuvo un LL de 82.2% y su LP de 34.0 por lo que el IP es de 48.2% de acuerdo a su clasificación según SUCS es de arcilla de alta plasticidad (CH), de acuerdo al ensayo de compactación proctor se pudo

ver MDS 1256 kg/m³ y la humedad optima es de 32.0%, en los ensayos de CBR se pudo ver que para el 95% de la MDS un CBR de 2.0 y están son tomadas para un 0.1 pulgadas de penetración **conclusiones:** se verifico que la racilla negra en un suelo que es malo para subrasante, muy plástica con bajo CBR lo que presenta malas condiciones debido a las condiciones climatológicas de la zona en estudio, en comparación de la estabilización con cemento se pudo observar que la estabilización con cal es menor en porcentajes se obtuvieron los siguientes de 11.5, 17.2, 23.0 kg/cm² por otro lado también tenemos a (RIVERA, Aguirre Guerrero, Mejia de Gutierrez , & Orobio, 2020) en su artículo titulado “estabilización química de suelos- materiales convencionales y activados alcalinamente” la cual fue sustentada ante la universidad del valle donde el **objetivo** de este artículo científico es realizar los diferentes tipos de estabilización que se utilizan como son la estabilización física, mecánica entre otros en cuanto a su **metodología** no menciona ser el tipo, nivel, enfoque que se está utilizando por otro lado los **resultados** mencionan que para elegir un tipo de estabilizador para depender a los ensayos realizados en laboratorio con mejor precisión vale mencionar el ensayos de los límites de atterberg con lo cual determinaremos el porcentaje de humedad que se encontrar en el suelo en estudio sin embargo también menciona que una vez realizada la estabilización con aditivos es importante realizar la debida compactación para ver mejores resultados, **conclusión:** es posible combinar un estabilizador químico con una convencional para así verificar mejores resultados ya que con la complementación necesaria su añadidura reducirá en gran medida el contenido de humedad presente en dicha investigación, por otro lado tendremos a (Gongora Hernandez, Iriarte Suarez, & Mendoza Ardila, 2017) en su trabajo de investigación titulado “Estabilizacion y mejoramiento de las características físicas y químicas de los suelos a partir de mezclas con cal y escombros de material de canales de riego” la cual fue sustentada ante la universidad cooperativa de colombia donde el **objetivo:** mejorar las carcteristicas fisicas y mecanicas de un material granular (afirmado) a partir de ensayos de laboratorio y mezclas con cal y derivados de escombros de los canales de las arrocetas (limos de riego) en cuanto a su **metodologia:** indica que su trabajo de investigacion esta dado bajo los parametros y reglamentos establecidos por la normativa que rige el instituto nacional de vias por otro

lado los **resultados**: se pudo verificar lo siguiente. para la muestra en estudio determino un suelo del tipo GW para el sistema SUCS. Así mismo de acuerdo a los ensayos de los límites de consistencia obtuvo lo siguiente para la muestra natural se verificó un valor para el LL y LP iguales a 25.63% y 18.36% respectivamente por tanto se halló un IP igual a 7.27%, así mismo para esta investigación no se encontraron adiciones de Cal para determinar los límites de consistencia. Por otro lado para el ensayo de proctor los autores procedieron con la adición de Cal en un 5%, 10% y 15% para ello obtuvieron los siguientes resultados, para la muestra natural se obtuvo una MDS y OCH iguales a 1.85 gr/cm³ y 13.40% respectivamente todo esto para el 100% de la MDS, así mismo para la adición de un 5% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 1.65 gr/cm³ y 4.24% todo ello para el 100% de la MDS, así mismo para la adición de un 10% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 1.61 gr/cm³ y 9.79% todo ello para el 100% de la MDS, por ultimo para la adición de un 15% de Cal se obtuvo un MDS y OCH iguales a 1.63 gr/cm³ y 15.00% todo ello para el 100% de la MDS. De igual manera los resultados obtenidos del ensayo de CBR fueron las siguientes, para la muestra natural se obtuvo valores de 3.70% y 3.30% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la adición del 5% de Cal se obtuvo valores de 5.10% y 3.80% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, para la adición del 15% de Cal se obtuvo valores de 6.40% y 5.90% para el 100% y 95% de MDS respectivamente, por ultimo para la adición del 21% de Cal se obtuvo valores de 5.10% y 4.10% para el 100% y 95% de MDS respectivamente. De la misma manera dentro de sus **Conclusiones** se pudo verificar lo siguiente, que con la adición de cal a la muestra en los porcentajes establecidos se obtuvieron aumentos en los valores de CBR llegando a concluir que con la adición de Cal en un 15% se llega a obtener mejores incrementos del valor de CBR. Así mismo concluye que para los valores de la MDS si se observó un cierto incremento llegándose a visualizar un mejor incremento para la adición de Cal en un 15%.

Para complementar se definirán conceptos de acuerdo a las variables y las dimensiones a trabajar para dicha investigación.

Variable independiente- cloruro de magnesio y cal

Suelos estabilizados con cal

Según el (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014) en el capítulo IX nos indica que se obtiene por una mezcla de suelo cal y agua la indicada para su utilización en estabilización es la cal aérea ya que tiene la propiedad de endurecerse en el aire, este aditivo cambia las propiedades físico mecánicas del suelo e incrementara el OCH, la cal es lo más conveniente para suelos granulares finas, (pág. 102).

Cloruro de magnesio:

Según el (MTC, 2013) en el capítulo IX nos indica que es un material que se representa en forma de cristales blanquecinos así mismo el manual indica que dicho material al ser aplicado se obtienen resultados más favorables en comparación al CaCl_2 ya que esta muestra un incremento en la tensión superficial generando de esta manera un superficie de rodadura más compacta, la característica química que el MgCl_2 presenta es aproximadamente de un 10.5% de Mg, un 33.5% de Cl un 52% de H_2O y un 4% de impurezas entre sus características mas resaltantes y útiles que cuenta son las siguientes tiene propiedad higroscópica es decir cuenta con la capacidad de disminuir la el contenido de agua del ambiente, además es cumple tal función en áreas altamente áridas, otra característica con la que cuenta vendría hacer la propiedad de ser ligante es decir cohesiona los materiales finos permitiendo de esa manera lograr la consolidación de la superficie de rodadura, así mismo cumple la característica de ser resistente a la evaporación, ya que esta cuenta con una baja tensión de vapor lo cual evita una pérdida del contenido de humedad, (pág, 106).

Variable dependiente- mejoramiento de la subrasante arcillosa

Arcilla

según la (MTC, 2013) se le dice arcillosa cuando al humedecer sus partí culas de estos materiales pueden entrar en las capas granulares infestándolas, También podemos decir que (MAMANI BARRIGA & YATACO QUISPE , 2017) indica que la mayor cantidad de suelos arcillosos se encuentran en áreas cuya humedad generan dificultades en su absorción, los suelos arcillosos comúnmente presentan niveles altos de contenido de humedad y su capacidad de resistencia bajas en campo, las arcillas cuando son sometidas a cambios en su contenido de humedad sufren de cambios volumétricos, dichos suelos generalmente están constituidos por distintos minerales

activos tales vendrían hacer montmorillonita en grandes y pocas cantidades entre otros minerales que comúnmente compone la arcilla tenemos a la clorita y la vermiculita, por otra parte entre los minerales que se consideran activos tenemos a la caolinitas y illitas, estos pueden llegar a proporcionar características expansivas siempre y cuando se presenten en proporciones apreciables. (pág, 92), por otro lado (Crespo Villalaz, 2004) indica que la arcilla es aquel suelo cuyo tamaño es menor a 0.005mm, el cual cuenta con la propiedad de esponjarse con la presencia de agua así mismo contraerse al secarse sin embargo otros autores consideran arcillas a aquellas cuyo tamaño son menores a 0.002 mm.

Tabla 1. Clasificación de Suelos Según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Características
IP>20	Suelos muy arcillosos
IP≤20	Suelos arcilloso
IP>7	
IP<7	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos de arcilla

Fuente: (MTC M. D., 2014)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Según (DAS, 2001) indica que en cualquier masa de suelo, las dimensiones de las partículas pueden llegar a variar. para poder distribuir apropiadamente un suelo funciona su tamaño se requiere la realización de una distribución granulométrica, para

poder realizar dicha distribución para partículas gruesas se debe verificar comúnmente por un análisis granulométrico con tamices así mismo para las partículas finas tal distribución se requeriría aplicar un análisis hidrométrico, (pág, 2). Por otro lado (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO, 2016) MTC E 107 tiene como finalidad definir la cantidad de materiales que pasan por los tamices especificados en dicha norma hasta el tamiz mas pequeño que es el tamiz N°200 para asi poder clasificarlos según el tamaño de sus partículas.

A continuacion mostraremos una tabla con el numero de tamices que se utilizaria.

Tabla 2. Numero de Tamices

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.000
3/8"	9.500
N°4	4.760
N°10	2.000
N°20	0.840
N°40	0.425
N°60	0.260
N°140	0.106
N°200	0.075

Fuente: (MTC M. D., 2014)

Tabla 3. Clasificación de Suelos Según el Tamaño de Partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
	Grava	75mm-4.75mm
	Arena	Arena fina: 0.425-0.075
Arena media: 2mm-0.425mm		
Material fino	Limo	0.075mm-0.005mm
	Arcilla	Menor a 0.005mm

Fuente: (MTC, 2013)

LÍMITE LÍQUIDO

Según el (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO, 2016) MTC E 110 el cual es aplicado para obtener los límites líquidos (LL) de los suelos, nos indica que el LL es el porcentaje de agua encontrado en una muestra de suelo donde se encontrara entre estado plástico y líquido, para poder realizar este ensayo se requiere una muestra tamizada por la malla N° 40, luego es aplicada en plato de Casa grande para de esta manera hacer uso de los procedimientos proporcionados por las normativas correspondientes. Así también teniendo en cuenta a (DAS, 2001) menciona que para hallar el LL se usara la copa de casa grande y se determinara especificando en cuantos golpes se cierra una ranura de 12.7 mm.

LÍMITE PLÁSTICO

Según (DAS, 2001) menciona que el LP se relaciona con el contenido de humedad así mismo al formar rollitos con el suelo en estudio estos no deben presentar fisuras por otro lado el procedimiento para hallar el límite plástico según (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO, 2016) como primer punto se formara un elipse con la muestra y con estas formamos rollitos con los dedos de la mano y la superficie lisa a un diámetro de 3.2mm si al llegar al diámetro mencionado no se desmorona y se repite los procesos las veces sea necesaria hasta que al llegar al diámetro mencionado se desmorone, el

desmoronamiento se puede presentar de dos formas dependiendo del tipo de plasticidad que tenga el suelo es decir si es un suelo muy plástico se puede desmoronar en trozos de unos 6mm de largo en cambio en suelos plásticos los trozos serán mas pequeños y se continua con el proceso hasta juntar unos 6 g de suelo (pág. 74).

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Según (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO, 2016) menciona que el índice de plasticidad es la diferencia entre LL y LP, en casos en el que no se puede definir el LL y el LP entonces se determinara el índice de plasticidad como no plástico de igual manera cuando el LP sea igual o mayor al LL.

$$IP = LL - LP$$

Tabla 4. Clasificación de Suelos Según el IP

IP	PLASTICIDAD	CARACTERISTICAS
IP mayor a 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP menor o igual a 20	Media	Suelos arcillosos
IP mayor a 7		
IP menor a 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP igual a 0	NP	Suelos exentos de arcilla

Fuente: (MTC, 2013)

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Según (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO, 2016) MTC E 115 indica que el ensayo tiene como finalidad realizar una compactación en laboratorio, para así verificar la relación entre contenido de agua y peso unitario seco realizando 5 capas de suelo compactadas con un pisón a 56 golpes este ensayo se aplica para aquellos suelos que tienen menos del 30% de sus partículas retenidas en el tamiz N° 3/4", para determinar se tomara uno de los tres métodos existentes como método "A" se conoce que se realizara 5 capas y cada una de estas a 25 golpes cuando menos del 20% del suelo en estudio sea retenido en el tamiz N°4, para el método "B" de igual manera que el método A se realizara 5 capas a 25 golpes en este caso cuando mas del 20% sea

retenida en el tamiz n°4 y menos o igual al 20% cuando sea retenida en el tamiz n° 3/8” por último el método “C” se realizara 5 capas a 56 golpes cuando más del 20% del suelo en estudio sea retenida en el tamiz 3/8” y cuando sea menor al 30% del suelo retenido en el tamiz N° ¾”.

ENSAYO CBR

Según (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO, 2016) MTC E 132 Este ensayo se utiliza para verificar la resistencia del suelo en estudio y para ello el suelo debe estar preparado en el laboratorio en condiciones de humedad y densidad, el procedimiento se basa en que cuando mas del 75% pasa el tamiz 3/4” para el ensayo se utilizara el material que pasara por el tamiz ¾” sin embargo cuando más del 25% sea retenido en dicho tamiz en peso se sustituye el material retenido en el tamiz ¾” por material que pase por el tamiz ¾” y n° 4 en cantidades iguales esto tamizando otra cantidad de las misma muestra, de la muestra preparada se tomara la cantidad necesaria más unos 5 kg para cada molde, para ello se obtendrá la HO y MDS después del ensayo de proctor. Según el (MTC, 2013)se realizara un perfil estratigráfico para el suelo en estudio.

Tabla 5. Categorías de Subrasante

Categorías de subrasante	CBR
So: Subrasante inadecuado	CBR menor del 3%
S1:Subrasante pobre	CBR mayor o igual al 3% CBR menor al 6%
S2:Subrasante regular	CBR mayor o igual al 6% CBR menor al 10%
S3:Subrasante buena	CBR mayor o igual al 10% CBR menor al 20%
S4:Subrasante muy buena	CBR mayor o igual al 20% CBR menor al 30%
S5:Subrasante excelente	CBR mayor o igual al 30%

Fuente: (MTC, 2013)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Según el (MTC, 2013) Los suelos se podrán clasificar teniendo en cuenta ensayos previos como podrían ser granulometría, plasticidad, existen dos métodos para poder clasificarlos hasta el sistema AASHTO, SUCS.

Tabla 6. Clasificación AASHTO y SUCS

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrememente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	LL alto(>50)	L
Turba	Pt	LL bajo (<50)	H

CLASIFICACIÓN AASHTO	CLASIFICACION SUCS		
A-1-a	GW, GP	SW, SP	GM, SM
A-1-a	SW, SP, GM, SM	GP	---
A-3	SP	---	SW, GP
A-2-4	GM, SM	GC,SC	GW, GP, SW, SP
A-2-5	GM, SM	---	GW, GP, SW, SP
A-2-6	GC-SC	GM,SM	GW, GP, SW, SP
A-2-7	GM, GC, SM, SC	---	GW, GP, SW, SP
A-4	ML, OL	CL, SM, SC	GM, GC
A-5	OH, MH, ML, OL	---	SM, GM
A-6	CL	ML, OL, CH	GC, GM, SM
A-7-5	OH, MH	ML, OL, SC	GM, SM, GC, SC
A-7-6	CH, CL	ML, OL, SC	OH, MH, GC, GM, SM

Fuente: WEB

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

para poder determinar el método con la cual se está trabajando debemos de tener en cuenta conceptos importante como viene a ser el método científico es así que para (Bernal Torres C. A., 2010) el cual nos comenta que al hacer uso de ciertos postulados y reglas para una determinada investigación y a su vez mostrando una solución al problema, podemos llegar a denominarlo método científico (pág. 288). Para verificar este método se indica que la siguiente investigación es de tipo aplica donde (Baena Paz, 2017) nos basamos en que aquellas teorías aprendidas ponerlas en práctica ya que así nos esforzaríamos en resolver problemas asociados con la sociedad (pág. 18).de acuerdo a lo ya mencionado por Baena en la presente investigación se tomara en cuenta teorías propuestas en antecedentes realizadas en diferentes investigaciones y así realizar una comparativa en cuanto a los ensayos a realizar. En dicho proyecto de investigación se observará un **diseño cuasi experimental** utilizando las variables, Según (Avila Baray, 2006) indica que una investigación se le denomina cuasi experimental cuando los grupos de investigación ya están conformados y no se designan al azar ni por pareamiento aleatorio (pág. 69), utilizando lo mencionado podremos observar que para esta investigación propondremos grupo de investigación ya establecidos para los distintos porcentajes de adición de cloruro de magnesio y cal, dicha investigación se fundamentó en un **enfoque cuantitativo** según (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014) nos dice que el presente enfoque utiliza la recopilación de datos para comprobar las hipótesis propuestas, teniendo en cuenta las estadísticas (pág. 5).

3.2 Variables y operacionalización

Para la obtención de las siguientes variables tendremos a (Bernal Torres C. A., 2010) se relaciona a las variables como causa y efecto donde la causa será la variable independiente y el efecto la variable dependiente por lo tanto podremos decir que al manejo q se le hace a la variable independiente repercutirá en la variable dependiente

(pág, 139). Para dicha investigación se obtendrá dos variables las cuales estarán relacionadas con la causa y efecto, donde podremos observar que la variable independiente vendría hacer el cloruro de magnesio y cal y la variable dependiente sería el mejoramiento de la subrasante arcillosa en tal caso las manipulaciones que se le realizaran al cloruro de magnesio y cal repercutirá en el mejoramiento de la subrasante.

Dicha investigación tendría las siguientes variables:

Variable independiente (X):

Cloruro de magnesio y cal

Indicadores:

- Muestra natural+1% de MgCl₂ y cal
- Muestra natural+3% de MgCl₂ y cal
- Muestra natural+9% de MgCl₂ y cal

Variable dependiente (Y):

mejoramiento de la subrasante arcillosa

Indicadores:

- LL
- LP
- IP
- Clasificación de suelo
- OCH y MDS
- Capacidad de soporte

para realizar la dimensiones de las variables (Dominguez Granda , 2015) es el transcurso por la cual las variables pasan para así poder disgregar las variables en

cuestión, esto provocaría las dimensiones y los indicadores en función a lo estudiado (pág, 55), una vez obtenido la operacionalización de variables estudiaremos las hipótesis planteadas en función a la realidad problemática.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

La población según (Maureira Cid & Flores Ferro, 2018) indica que la población se conoce de acuerdo a las delimitaciones en una investigación (pág, 81), de acuerdo a lo descrito anteriormente la población en la presente investigación será la subrasante de la avenida los chankas para el cual cuenta con una longitud de aproximadamente 650 m y un ancho vía de 5.00m aproximadamente.

Figura 2. Ubicación de la población



Muestra:

Para definir la muestra se tomara en cuenta a la población antes mencionada en donde según (Muñoz Rocha, 2015) se le conceptualizara a la muestra como una parte de la investigación la cual sea significativa, donde esta se utilizara para la

indagación de las variables propuestas (pág, 168), En dicha investigación se obtendrá la muestra por medio de una calicata.

Muestreo:

Según (NIÑO ROJAS, 2011) indica que el procedimiento de muestreo se puede llegar a determinar como la técnica por la cual se obtendría la muestra de la población, se puede llegar a clasificar de dos maneras la primera un muestreo del tipo probabilístico y el otro del tipo no probabilístico (pág, 56), por consiguiente en la presente investigación se tiene previsto el empleo del muestro tipo no probabilístico ya que se pretende asumir de forma intencional los puntos donde se quiere extraer la muestra.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Durante la investigación se utilizaran diversos tipos de técnicas, según (NIÑO ROJAS, 2011) indica que la técnica será uno de los manejos para realizar una investigación (pág, 29), una vez obtenida la definición de técnica identificaremos las técnicas usadas en la presente investigación, aplicaremos la técnica observacional directa donde indica que las muestra obtenidas y ensayos según la MTC pueden ser manejados por los investigadores, tendremos la técnica de revisión documental donde se podrán obtener de investigaciones realizadas anteriormente concordantes con el tema de investigación, la técnica de Instrumento de recolección de datos donde (Baena Paz, 2017) indica que el método va de la mano con la técnica ya que lo utilizamos para el desarrollo del proyecto y poder afirmar o negar los resultados de las hipótesis (pág, 68), la recopilación de datos son aquellos obtenidos de acuerdo a los requerimientos del MTC los resultados se obtuvieron de acuerdo a los ensayos indicados por el MTC y estos resultados fueron obtenidos como instrumento de recolección y así verificar en qué medida contribuye el cloruro de magnesio y cal en la subrasante, la autenticidad y veracidad de la presente investigación es de suma importancia ya que se basó principalmente a los manuales de carreteras del MTC esta entidad nos brinda documentos y formatos auténticos, a su vez los ensayos realizados en laboratorio serán autenticados y sellados por un especialista en laboratorio, y así mismo nos

basaremos en la confianza ya que para dicha investigación trabajaremos en función a fuentes, artículos, revistas científicas para así obtener un investigación de calidad.

3.5 Procedimientos

ETAPA 1.- Realización de la Calicata y Transporte a Laboratorio

Para esta etapa se realizó la excavación para la calicata con el fin de poder extraer la cantidad de muestra necesaria para realizar los distintos ensayos tanto de la muestra natural como también de las adiciones de cloruro de magnesio y cal aplicadas de acuerdo a los objetivos de la investigación así mismo. Como se puede ver en la fotografía la ejecución de la calicata con dimensiones de 1m x 1m con una altura de 1.50m de acuerdo a lo que indica el manual de carreteras del MTC

Realización de calicata



Fuente propia

ETAPA 2.- Clasificación de Suelos de la Muestra Estudiada

En esta etapa se realizó los ensayos de análisis granulométrico cumpliendo lo indicado por el manual del MTC E 107, para lo cual después de haber realizado tal ensayo se pudo corroborar una clasificación para el suelo estudiado, CH (arcilla de baja plasticidad) según el sistema SUCS y un A-6 según el sistema AASHTO, tal como se puede ver en las imágenes dicho ensayo elaborado.

Ensayo de granulometría



Fuente propia

ETAPA 3.- Ensayos de Límites de Consistencia

En esta etapa se tomó de 150 a 200 gramos aproximadamente de muestra para la realización del límite líquido, material que pase por el tamiz N° 40. Por otro lado, para el límite plástico se utilizó aproximadamente 20 gramos de muestra, que al igual que el límite líquido pase por el tamiz N° 40, con el objetivo de poder determinar el contenido de humedad expresado en porcentaje según el MTC E 110, el límite plástico según el MTC E 111.

Ensayo de límites de consistencia



Fuente propia

ETAPA 4.- Ensayo Proctor Modificado

La realización de esta etapa consistió en compactar 5 capas de muestra y cada capa a 25 golpes se utilizó aproximadamente 16 kg en caso sea un suelo seco, por otro lado, si se utiliza una muestra húmeda tiene que ser de 23kg aproximadamente según el MTC E 115 con la finalidad de determinar la resistencia que esta tenga.

Ensayo Proctor Modificado + Cloruro de magnesio y cal



Fuente propia

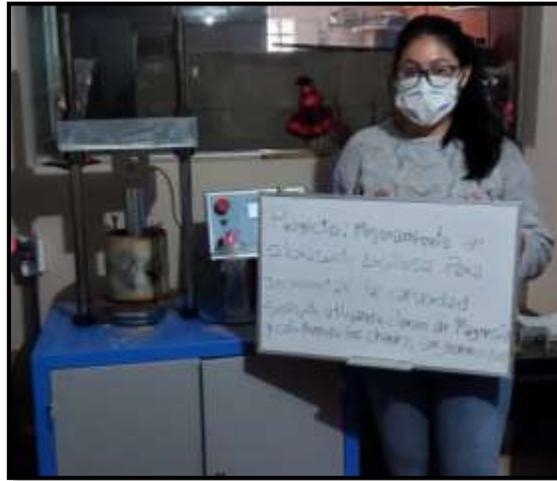
ETAPA 5.- Ensayo CBR

Este ensayo se utiliza para determinar la MDS y el OCH que tendrá la subrasante según el MTC E 132 consiste de 3 etapas:

- Compactación
- Saturación
- Penetración

en la primera etapa se realizará el proceso semejante al proctor modificado donde se obtendrán 3 moldes para esta etapa, la segunda etapa consiste en que se tendrá que saturar la muestra compactada por cuatro días con una sobrecarga que simulara al que actuara sobre el material, para la tercera etapa se tomaran lecturas de los esfuerzos sometidos a dicha muestra.

Ensayo CBR



Fuente propia

ETAPA 6.- Resultados

La última etapa donde se obtendrán los resultados de los ensayos realizados tanto de la muestra natural como de la muestra natural más la adición en 1%, 3%, 9% de cloruro de magnesio y cal en proporciones iguales para poder realizar los comparativos de acuerdo a los objetivos establecidos y así poder determinar si existe o no una mejora.

3.6 Método de análisis de datos

Para verificar los datos (Baena Paz, 2017) nos indica que al evaluar una cierta cantidad de datos obtenidos lo podemos ordenar y clasificar de una manera más comprensible para poder comprender de mejor manera los distintos fenómenos que se lleguen a observar (pág. 253). Para la presente investigación se inició con la evaluación de los datos obtenidos para verificar las condiciones más favorables para el cloruro de calcio y magnesio en la subrasante de la avenida en estudio.

3.7 Aspectos éticos

Para una determinada investigación siempre se buscará la aplicación de la ética profesional, por lo cual en dicha investigación se desea inducir a la utilización de información primaria, haciendo uso de información que cumplan con un alto nivel de autenticidad, por consiguiente, se pretende presentar dichas informaciones cumpliendo los niveles de transparencia, confiabilidad y responsabilidad las cuales ameritan.

IV. RESULTADOS

Para la presente investigación se tiene como objetivo general, determinar de qué manera el cloruro de magnesio y Cal podrá mejorar la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022. Para lo cual se procedieron con la realización de los ensayos en laboratorio para la obtención de los resultados.

Clasificación de suelos.

Análisis granulométrico por tamizado. (MTC E 107)

Se procedió con la realización del ensayo, llegándose a obtener el siguiente cuadro.

Tabla 7. Resultado de distribución de partículas en los tamices

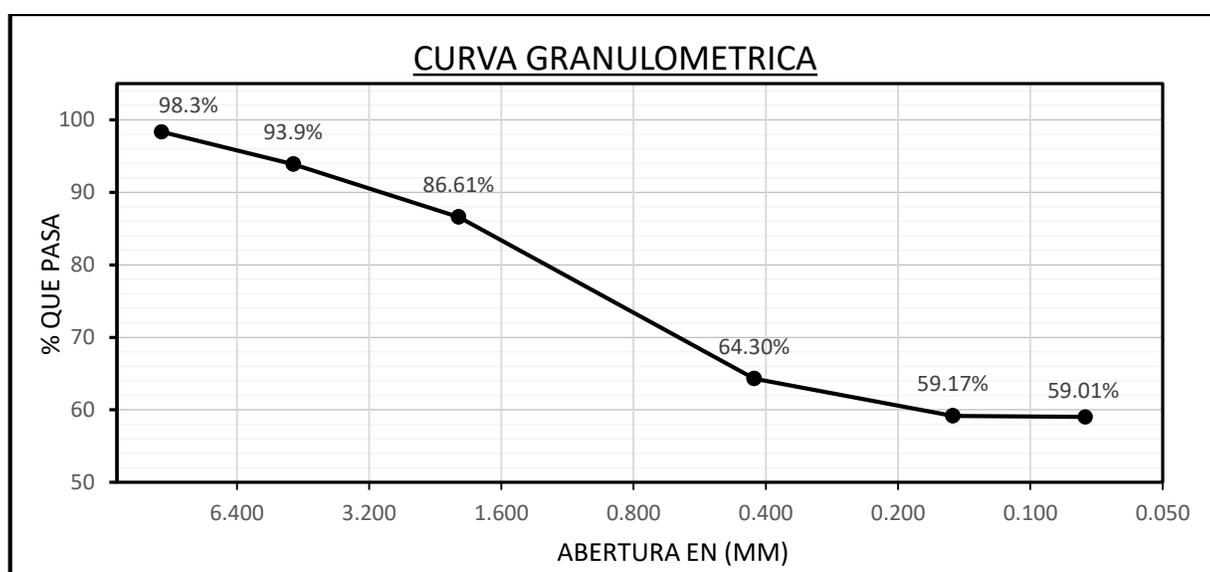
TAMAÑO DE TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
(plg)	(mm)	(gr)	%	%	%
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	10.00	1.65	1.65	98.35

N° 4	4.760	27.00	4.46	6.12	93.88
N° 8	2.360	0.00	0.00	6.12	93.88
N° 10	2.000	44.00	7.27	13.39	86.61
N° 16	1.100	0.00	0.00	13.39	86.61
N° 20	0.840	0.00	0.00	13.39	86.61
N°40	0.425	135.00	22.31	35.70	64.30
N° 100	0.150	31.00	5.12	40.83	59.17
N° 140	0.106	0.00	0.00	40.83	59.17
N° 200	0.075	1.00	0.17	40.99	59.01
PASA N° 200		357.00	59.01	100.00	-
TOTAL		605.00	100.00	-	-

Fuente: propia

Interpretación: una vez realizado el procedimiento de tamizado de la muestra, de acuerdo con la tabla N° 7 se puede visualizar que, en un porcentaje de 59.01% del total de la muestra ensayada pasa la malla N°200 mostrando así las características de un suelo fino. Así mismo se procede a mostrar a continuación la curva granulométrica que representa la distribución de los materiales tamizados en las distintas mallas.

Figura 3. Curva granulométrica



Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: de acuerdo a la figura N°3, se puede visualizar la conformación de la curva granulométrica en función a los porcentajes que pasan para cada tamiz.

De acuerdo a los resultados de los límites de consistencia se tiene el cuadro resumen para la clasificación de la muestra en estudio. Por consiguiente, una vez obtenido los resultados del análisis granulométrico y límites de consistencia procedemos a presentar la clasificación del suelo para los sistemas SUCS y AASTHO.

Tabla 8. Resultado de clasificación de suelo.

Descripcion	Valores
LL (%)	31.9
LP (%)	20
IP (%)	11.9
SUCS	CL
AASTHO	A-6 (5)

Fuente: laboratorio JJR

Con referencia al Objetivo específico 01: determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal reduce el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la Avenida los chankas – San jerónimo – Andahuaylas – 2022.

Para dar cumplimiento al objetivo N° 01 procedemos a mostrar los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizados de los límites de consistencia tanto del límite líquido (LL) como del límite plástico (LP).

Para la Muestra Natural.(MN):

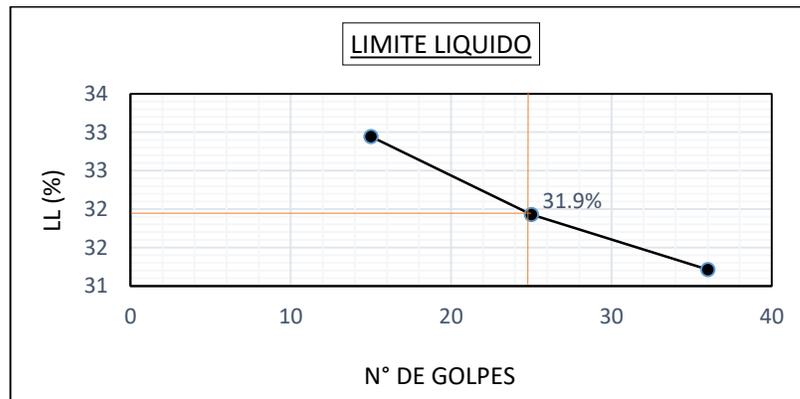
Tabla 9. Límites de consistencia – Muestra Natural

LIMITE LIQUIDO	OBSERVACIONES:		
Muestra N°	1	2	3
peso de la capsula	27.49	27.35	27.21
p. cápsula + s. humedo	48.03	46.13	48.86
p.capsula + s. seco	42.94	41.58	43.71
Numero de golpes	15	25	36

Peso suelo seco	15.45	14.235	16.5		
peso del agua	5.09	4.545	5.15		
% humedad	32.94	31.9	31.21		
LIMITE PLASTICO				RESULTADOS:	
Muestras	1	2			
peso de la capsula	24.53	21.46		LL.(%)	31.9
p. capsula + s. humedo	33.51	28.58			
p.capsula + s. seco	32	27.4			
Peso suelo seco	7.47	5.94			
peso del agua	1.51	1.18		LP.(%)	20
% humedad	20.21	19.87			
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)				IP.(%)	11.9

Fuente: laboratorio JJR

Figura 4. limite liquido – Muestra Natural



Fuente: laboratorio JJR

interpretación: como se puede visualizar en la tabla N°9 y figura N°4 los valores para el LL y LP hallados serán utilizados para determinar el valor del IP, el cual viene a ser igual a $IP = LL - LP$ obteniéndose un valor de 11.90%. siendo este un valor no muy alto, si en este caso aplicamos los criterios de clasificación para los IP de acuerdo al manual de carreteras, vendría a ser un suelo con una plasticidad media característica común de un suelo arcilloso.

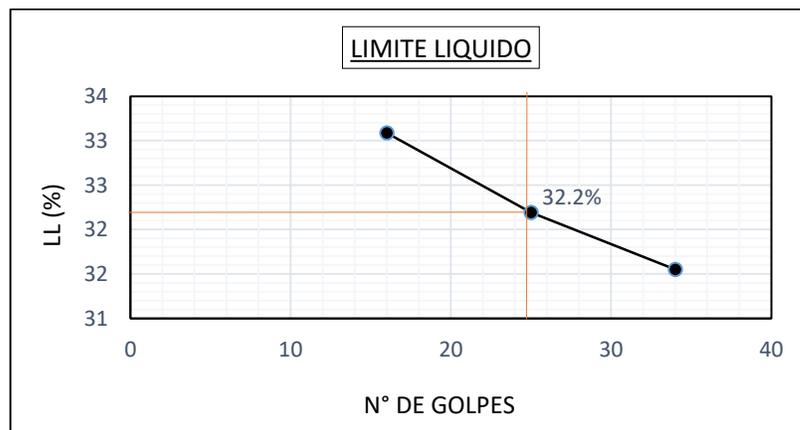
Para la Muestra Natural. (MN) + 1% de cloruro de magnesio y cal:

Tabla 10. Límites de consistencia – MN + 1% de MgCl₂ y Cal

LIMITE LIQUIDO			OBSERVACIONES:	
Muestra N°	1	2	3	
peso de la capsula	14.20	14.26	14.14	
p. capsula + s. humedo	39.54	38.94	36.99	
p.capsula + s. seco	33.24	32.93	31.51	
Numero de golpes	16	25	34	
Peso suelo seco	19.04	18.67	17.37	
peso del agua	6.3	6.01	5.48	
% humedad	33.09	32.2	31.55	
LIMITE PLASTICO			RESULTADOS:	
Muestras	1	2		
peso de la capsula	10.69	11.11		
p. capsula + s. humedo	14.720	14.72	LL.(%)	32.2
p.capsula + s. seco	13.98	14.06		
Peso suelo seco	3.29	2.95		
peso del agua	0.74	0.66	LP.(%)	22.4
% humedad	22.50	22.37		
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)			IP.(%)	9.7

Fuente: laboratorio JJR

Figura 5. limite liquido – MgCl₂ y Cal en 1%



Fuente: laboratorio JJR

interpretación: como se puede visualizar en la tabla N°10 y figura N°5 los valores para el LL y LP hallados serán utilizados para determinar el valor del IP, el cual viene a ser igual a $IP = LL - LP$ obteniéndose un valor de 9.7%. pudiéndose evidenciar una

reducción en tal valor, de igual forma, si aplicamos los criterios de clasificación para los IP de acuerdo al manual de carreteras, al igual que el valor de la muestra natural, vendría a ser un suelo con una plasticidad media característica común de un suelo arcilloso.

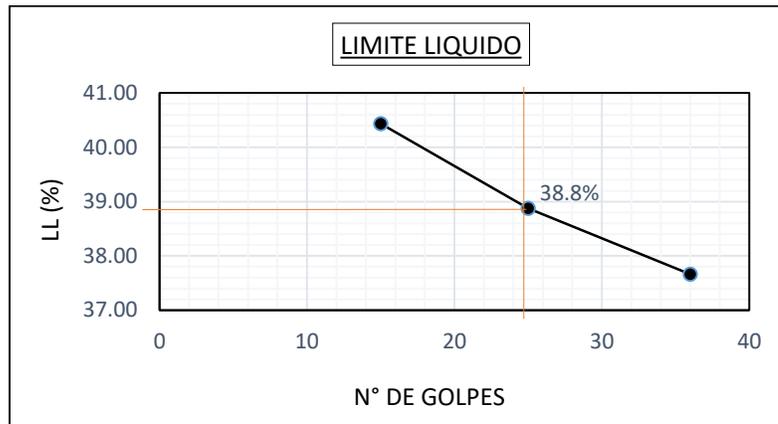
Para la Muestra Natural.(MN) + 3% de cloruro de magnesio y cal:

Tabla 11. Límites de consistencia – MN + 3% de MgCl₂ y Cal

LIMITE LIQUIDO				OBSERVACIONES:
Muestra N°	1	2	3	
peso de la capsula	16.93	23.17	25.45	
p. capsula + s. humedo	36.24	37.03	44.86	
p.capsula + s. seco	30.68	33.15	39.55	
Numero de golpes	15	25	36	
Peso suelo seco	13.75	9.98	14.10	
peso del agua	5.56	3.88	5.31	
% humedad	40.44	38.88	37.66	
LIMITE PLASTICO				RESULTADOS:
Muestras	1	2		
peso de la capsula	24.49	25.97		
p. capsula + s. humedo	32.14	32.53		LL.(%) 38.8
p.capsula + s. seco	30.46	31.11		
Peso suelo seco	5.97	5.14		
peso del agua	1.68	1.42		LP.(%) 27.9
% humedad	28.14	27.63		
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)				IP.(%) 11

Fuente: laboratorio JJR

Figura 6. limite liquido – MgCl2 y Cal en 3%



Fuente: laboratorio JJR

interpretación: como se puede visualizar en la tabla N°11 y figura N°6 los valores para el LL y LP hallados fueron de 38.8% y 27.9% respectivamente por tanto se pudo determinar el IP, obteniéndose un valor de 11%. pudiéndose evidenciar una reducción en tal valor en 0.9% con respecto a la muestra natural así mismo de igual forma, si aplicamos los criterios de clasificación para los IP de acuerdo al manual de carreteras, al igual que el valor de la muestra natural, vendría a ser un suelo con una plasticidad media característica común de un suelo arcilloso.

Para la Muestra Natural. (MN) + 9% de cloruro de magnesio y cal:

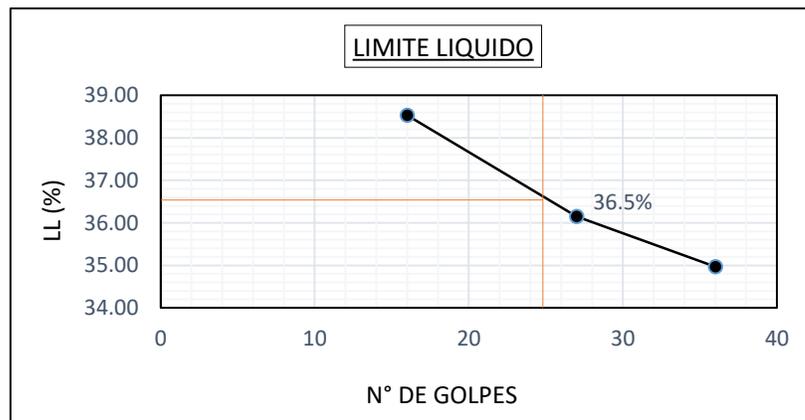
Tabla 12. Límites de consistencia – MN + 9% de MgCl2 y Cal

LIMITE LIQUIDO			OBSERVACIONES:	
Muestra N°	1	2	3	
peso de la capsula	23.99	28.55	26.39	
p. capsula + s. humedo	38.55	43.20	42.64	
p.capsula + s. seco	34.50	39.31	38.43	
Numero de golpes	16	27	36	
Peso suelo seco	10.51	10.76	12.04	
peso del agua	4.05	3.89	4.21	
% humedad	38.53	36.15	34.97	
LIMITE PLASTICO			RESULTADOS:	
Muestras	1	2		
peso de la capsula	23.08	23.84	LL.(%)	36.5

p. capsula + s. humedo	27.75	30.88		
p.capsula + s. seco	26.70	29.30		
Peso suelo seco	3.62	5.46		
peso del agua	1.05	1.58	LP.(%)	29
% humedad	29.01	28.94		
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)			IP.(%)	7.6

Fuente: laboratorio JJR

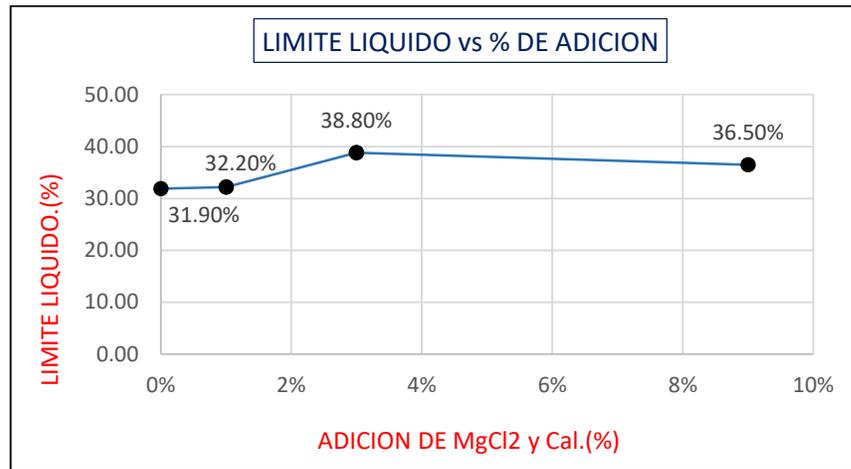
Figura 7. limite liquido – MgCl2 y Cal en 9%



Fuente: laboratorio JJR

interpretación: como se puede visualizar en la tabla N°12 y figura N°7 los valores para el LL y LP hallados fueron de 36.5% y 29% respectivamente por tanto se pudo determinar el IP, obteniéndose un valor de 7.6%. pudiéndose evidenciar una reducción en tal valor en 4.3% con respecto a la muestra natural así mismo de igual forma, si aplicamos los criterios de clasificación para los IP de acuerdo al manual de carreteras, al igual que el valor de la muestra natural, vendría a ser un suelo con una plasticidad media característica común de un suelo arcilloso. Sin embargo quede corroborado la mejoría del índice de plasticidad. Por otra parte procedemos a presentar las siguiente figuras en las cuales se muestran los valores para el LL, LP e IP para la muestra natural como para las distintas adiciones realizadas.

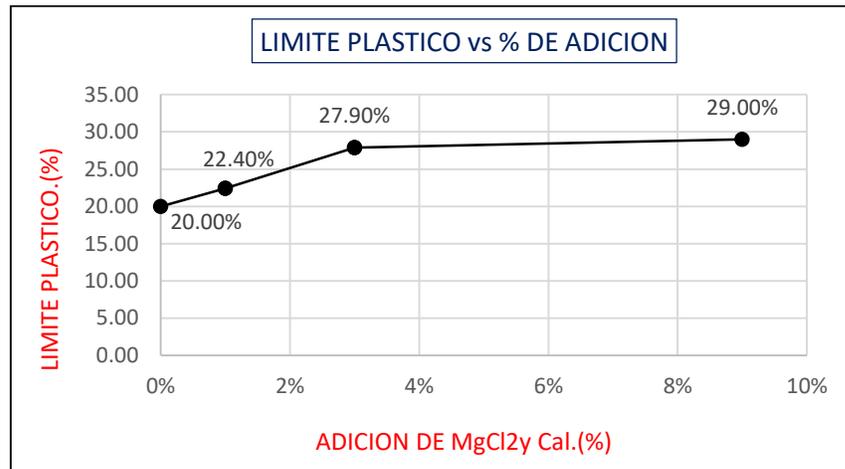
Figura 8. Limite liquido vs % de adición de MgCl₂ y Cal



Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: En la figura N°8 se puede evidenciar los valores del límite líquido en función a las distintas adiciones realizadas tal como se ve en la gráfica un incremento en los valores de los límites líquido es así que, para la adición en 1% se puede corroborar un incremento en 0.30% con respecto a la muestra natural, así mismo para la adición de 3% se verifico un incremento de 6.90% con respecto a la muestra natural por último se puede visualizar un incremento de 4.60% para la adición de 9%. Con estos resultados se puede ir evidenciando que la muestra en estudio presentan valores para el LL de manera critica.

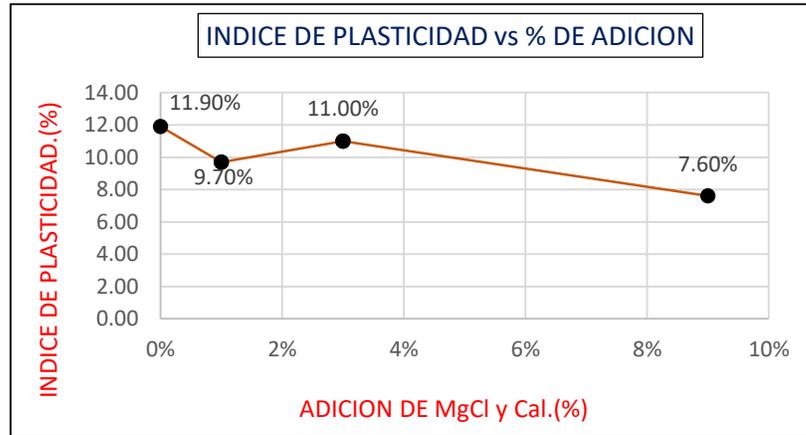
Figura 9. Limite Plástico vs % de adición de MgCl₂ y Cal



Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: En la figura N°9 se puede evidenciar los valores para el límite plástico. (LP) en función a las distintas adiciones realizadas tal como se ve en la gráfica se da un incremento en los valores de los LP es así que, para la adición en 1% se puede corroborar un incremento en 2.40% con respecto a la muestra natural, así mismo para la adición de 3% se verifico un incremento de 7.90% con respecto a la muestra natural por último se puede visualizar un incremento de 9.00% para la adición de 9%. Con estos resultados se puede ir evidenciando que la muestra en estudio presentan valores para el LP de manera óptima.

Figura 10. Índice de Plasticidad vs % de adición de MgCl₂ y Cal



Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: En la figura N°10 se puede evidenciar los valores para el Índice plástico. (IP) en función a las distintas adiciones realizadas tal como se ve en la gráfica se da una reducción en los valores de los IP es así que, para la adición en 1% se puede corroborar una reducción en 2.20% con respecto a la muestra natural, así mismo para la adición de 3% se verifico una reducción solo de 0.90% con respecto a la muestra natural por último se puede visualizar una reducción de 4.30% para la adición de 9%. Con estos resultados se puede ir evidenciando que la muestra en estudio presenta valores para el IP de manera óptima. Por último se presenta el cuadro resumen de los limites de consistencia.

Tabla 13. Limites de consistencia – MN + 9% de MgCl₂ y Cal

Descripción	Suelo Natural (SN)	SN + 1% de MgCl ₂ y Cal	SN + 3% de MgCl ₂ y Cal	SN + 9% de MgCl ₂ y Cal
LL (%)	31.90	32.20	38.80	36.50
LP (%)	20.00	22.40	27.90	29.00
IP (%)	11.90	9.70	11.00	7.60

Fuente: laboratorio JJR

Con referencia al Objetivo específico 02: determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal reduce el óptimo contenido de humedad e Incrementa

la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida los chankas – San jerónimo – Andahuaylas – 2022.

Para poder alcanzar el objetivo específico 02 indicado se procedió con la realización del ensayo de proctor, para lo cual procedemos a mostrar los resultados obtenidos para los valores del optimo contenido de humedad (OCH) y máxima densidad seca de la muestra natural, así como también de las adiciones de MgCl₂ y Cal en los porcentajes indicados con anterioridad.

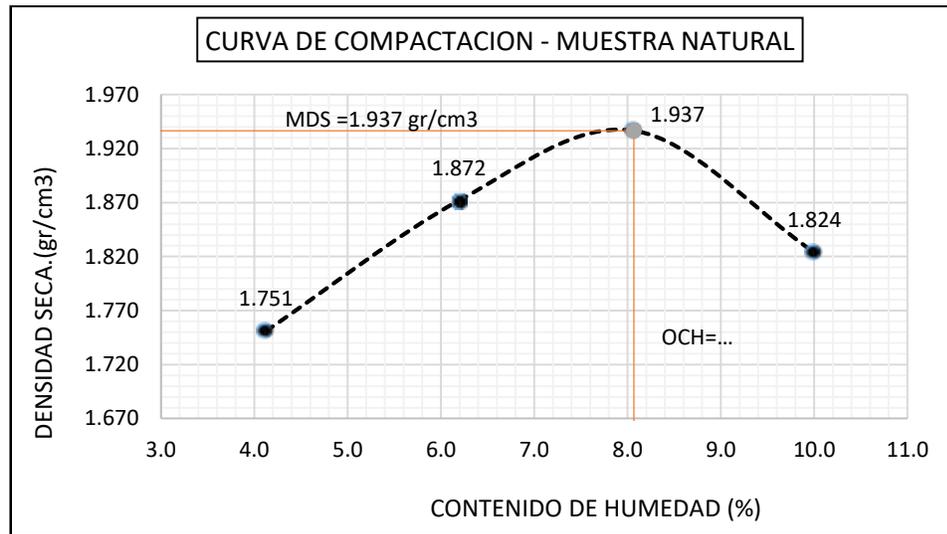
Para la Muestra Natural.(MN):

Tabla 14. OCH y MDS – Muestra Natural

DETERMINACION:	N°	1	2	3	4
Peso Del Molde + Muestra	gr	11005	11396	11645	11440.0
Peso Del Molde	gr	6669	6669	6669	6669
Volumen del Molde	cc	2378	2378	2378	2378
Peso De La Muestra Compacta	gr	4336	4727	4976.5	4771
Densidad Humeda	gr/cc	1.823	1.988	2.093	2.006
Densidad Seca	gr/cc	1.751	1.872	1.937	1.824
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>					
Tarro	N°	1	2	3	4
Peso Del Tarro	gr	0	0	0	0
Peso Del T. + Suelo Humedo	gr	707	703	710	715
Peso Del T. + Suelo Seco	gr	679	662	657	650
Peso Del Agua	gr	28	41	53	65
Peso Del Suelo Seco	gr	679	662	657	650
Contenido de Humedad	%	4.1	6.2	8.1	10.0
MAXIMA DENSIDAD SECA =	1.937	gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA (%) =		8.1

Fuente: laboratorio JJR

Figura 11. Curva de Compactación – Muestra Natural



Fuente: laboratorio JJR

De acuerdo a la tabla N°14 y figura N°11, se puede apreciar los valores para el OCH y MDS de la muestra natural. Llegándose a obtener valores iguales a un 8.1% y 1.937gr/cm³ para el OCH y MDS respectivamente.

Para la Muestra Natural.(MN) + 1% de cloruro de magnesio y cal:

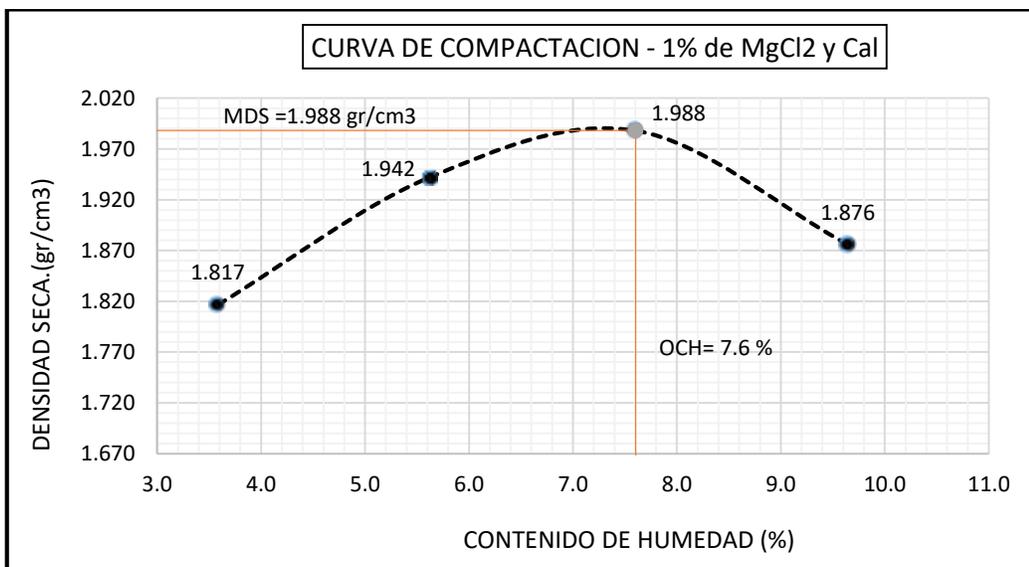
Tabla 15. OCH y MDS – MN + 1% de Cloruro de Magnesio y Cal

DETERMINACION:	N°	1	2	3	4
Peso Del Molde + Muestra	gr	11369	11790	12009	11804.0
Peso Del Molde	gr	6691	6691	6691	6691
Volumen del Molde	cc	2486	2486	2486	2486
Peso De La Muestra Compacta	gr	4678	5099	5318	5113
Densidad Humeda	gr/cc	1.882	2.051	2.139	2.057
Densidad Seca	gr/cc	1.817	1.942	1.988	1.876
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>					
Tarro	N°	1	2	3	4
Peso Del Tarro	gr	0	0	0	0
Peso Del T. + Suelo Humedo	gr	549	545	552	557
Peso Del T. + Suelo Seco	gr	530	516	513	508
Peso Del Agua	gr	19	29	39	49

Peso Del Suelo Seco	gr	530	516	513	508
Contenido de Humedad	%	3.6	5.6	7.6	9.6
MAXIMA DENSIDAD SECA =	1.988 gr/cm3		HUMEDAD OPTIMA (%) =	7.6	

Fuente: laboratorio JJR

Figura 12. Curva de Compactación – MN + 1% de MgCl2 y Cal



Fuente: laboratorio JJR

Para la Muestra Natural.(MN) + 3% de cloruro de magnesio y cal:

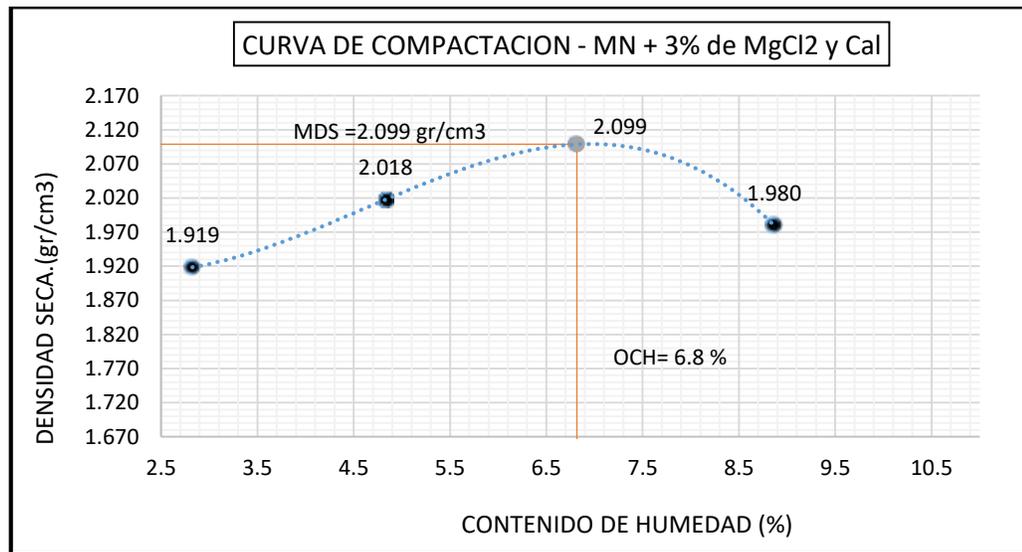
Tabla 16. OCH y MDS – MN + 3% de Cloruro de Magnesio y Cal

DETERMINACION:	N°	1	2	3	4
Peso Del Molde + Muestra	gr	11360.0	11699	12000	11795.0
Peso Del Molde	gr	6669	6669	6669	6669
Volumen del Molde	cc	2378	2378	2378	2378
Peso De La Muestra Compacta	gr	4691.2	5030	5331	5126
Densidad Humeda	gr/cc	1.973	2.115	2.242	2.156
Densidad Seca	gr/cc	1.919	2.018	2.099	1.980
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>					
Tarro	N°	1	2	3	4
Peso Del Tarro	gr	0	0	0	0
Peso Del T. + Suelo Humedo	gr	655	651	658	663

Peso Del T. + Suelo Seco	gr	637	621	616	609
Peso Del Agua	gr	18	30	42	54
Peso Del Suelo Seco	gr	637.0	621	616	609
Contenido de Humedad	%	2.8	4.8	6.8	8.9
MAXIMA DENSIDAD SECA =	2.099	gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA (%) =	6.8	

Fuente: laboratorio JJR

Figura 13. Curva de Compactación – MN + 3% de MgCl2 y Cal



Fuente: laboratorio JJR

Para la Muestra Natural.(MN) + 9% de cloruro de magnesio y cal:

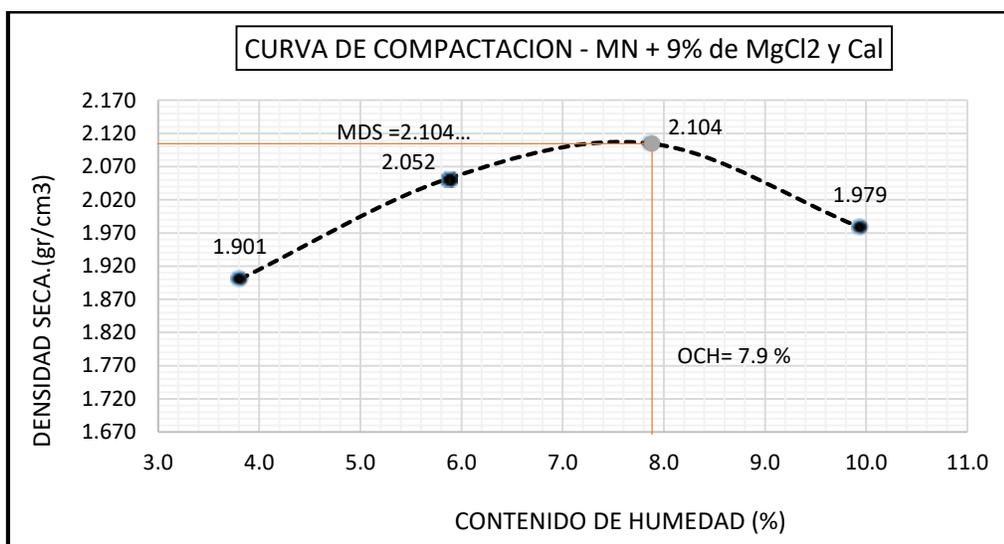
Tabla 17. OCH y MDS – MN + 9% de Cloruro de Magnesio y Cal

DETERMINACION:	N°	1	2	3	4
Peso Del Molde + Muestra	gr	12957.0	13386.0	13597.0	13392.0
Peso Del Molde	gr	8713	8713	8713	8713
Volumen del Molde	cc	2151	2151	2151	2151
Peso De La Muestra Compacta	gr	4244	4673	4884	4679
Densidad Humeda	gr/cc	1.973	2.172	2.270	2.175
Densidad Seca	gr/cc	1.901	2.052	2.104	1.979
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro	N°	1	2	3	4

Peso Del Tarro	gr	0	0	0	0
Peso Del T. + Suelo Humedo	gr	545.0	541.0	548.0	553.0
Peso Del T. + Suelo Seco	gr	525.0	511.0	508.0	503.0
Peso Del Agua	gr	20.0	30.0	40.0	50.0
Peso Del Suelo Seco	gr	525.0	511.0	508.0	503.0
Contenido de Humedad	%	3.8	5.9	7.9	9.9
MAXIMA DENSIDAD SECA =	2.104	gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA (%) =	7.9	

Fuente: laboratorio JJR

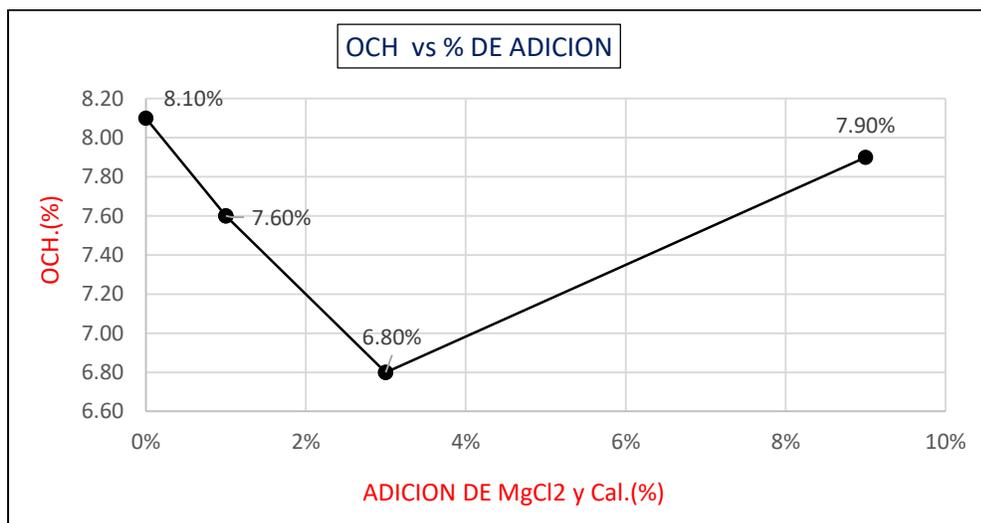
Figura 14. Curva de Compactación – MN + 9% de MgCl₂ y Cal



Fuente: laboratorio JJR

Procedemos a mostrar las siguientes figuras en las cuales se presentan el OCH y MDS para las distintas adiciones de MgCl₂ y Cal.

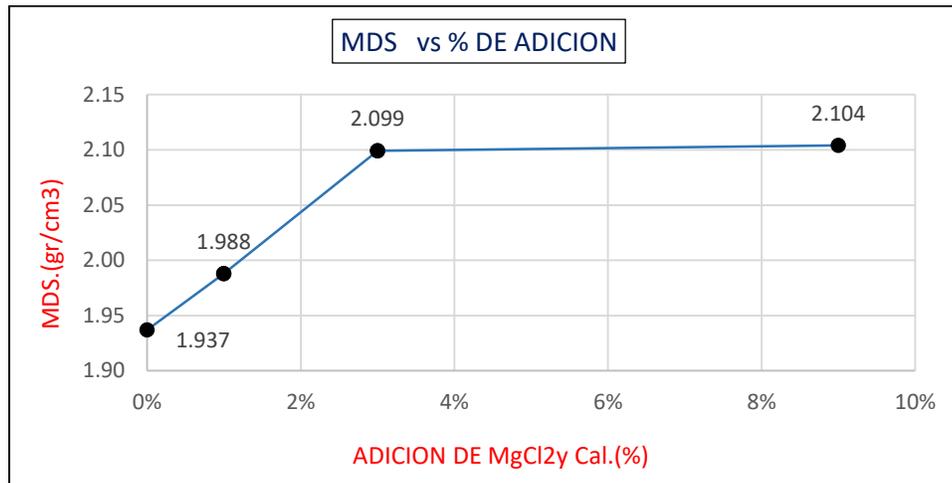
Figura 15. OCH vs % de adición



Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: de acuerdo a la figura N°15 se puede visualizar de manera resumida el OCH obtenida tanto para la muestra natural como para las distintas adiciones se puede visualizar que, para la adición de 1% se reduce en un 0.50% con respecto a la muestra natural, para la adición de 3% se puede verificar una reducción en 1.30% con respecto a la muestra natural así mismo para la adición de 9% se puede ver que la reducción que se obtuvo del OCH fue muy insignificante con respecto a la muestra natural tal es así que se obtuvo una reducción solo de 0.20% con respecto a la muestra natural.

Figura 16. MDS vs % de adición



Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: de acuerdo a la figura N°16 se puede visualizar de manera resumida el MDS obtenida tanto para la muestra natural como para las distintas adiciones se puede visualizar que, para la adición de 1% se tiene un incremento en un 2.63% con respecto a la muestra natural, para la adición de 3% se puede verificar un incremento en 8.36% con r

especto a la muestra natural así mismo para la adición de 9% se puede ver un incremento de 8.62% con respecto a la muestra natural. De igual forma mostramos el cuadro resumen en el cual mostramos los resultados de la MDS y OCH para las distintas adiciones.

Tabla 18. Resumen de MDS y OCH

Descripción	Suelo Natural (SN)	SN + 1% de MgCl2 y Cal	SN + 3% de MgCl2 y Cal	SN + 9% de MgCl2 y Cal
MDS (gr/cm3)	1.937	1.988	2.099	2.104
OCH (%)	8.10	7.60	6.80	7.90

Fuente: laboratorio JJR

Con referencia al Objetivo específico 03: determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal aumentara la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida los chankas – San Jerónimo – Andahuaylas – 2022.

Para poder llegar a determinar tal objetivo se procedió con la determinación del CBR, para tal efecto se procedieron con los ensayos en laboratorio llegando a obtener el valor de CBR para la muestra natural, así mismo se realizaron los ensayos con la incorporación de Cloruro de Magnesio y Cal de manera combinada en porcentajes de 1%, 3% y 9%, por tanto para una mejor explicación procedemos a mostrar los resultados e interpretación para cada incorporación realizada.

Para la Muestra Natural:

Tabla 19. valor de CBR para la muestra Natural

CBR para la Muestra Natural.(MN)		
Penetracion.(plg)	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS
0.1"	1.00%	1.80%

Fuente: laboratorio JJR

Para la Muestra Natural. (MN) + 1% de cloruro de magnesio y cal:

Tabla 20. valor de CBR para la MN + 1% de MgCl₂ y Cal

CBR para la MN + adición de 1% de cloruro de Magnesio y Cal		
Penetracion.(plg)	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS
0.1"	5.20%	5.60%

Fuente: laboratorio JJR

Para la Muestra Natural.(MN) + 3% de cloruro de magnesio y cal:

Tabla 21. valor de CBR para la MN + 3% de MgCl₂ y Cal

CBR para la MN + adición de 3% de cloruro de Magnesio y Cal		
Penetracion.(plg)	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS
0.1"	9.30%	13.60%

Fuente: laboratorio JJR

Para la Muestra Natural.(MN) + 9% de cloruro de magnesio y cal:

Tabla 22. valor de CBR para la MN + 9% de MgCl₂ y Cal

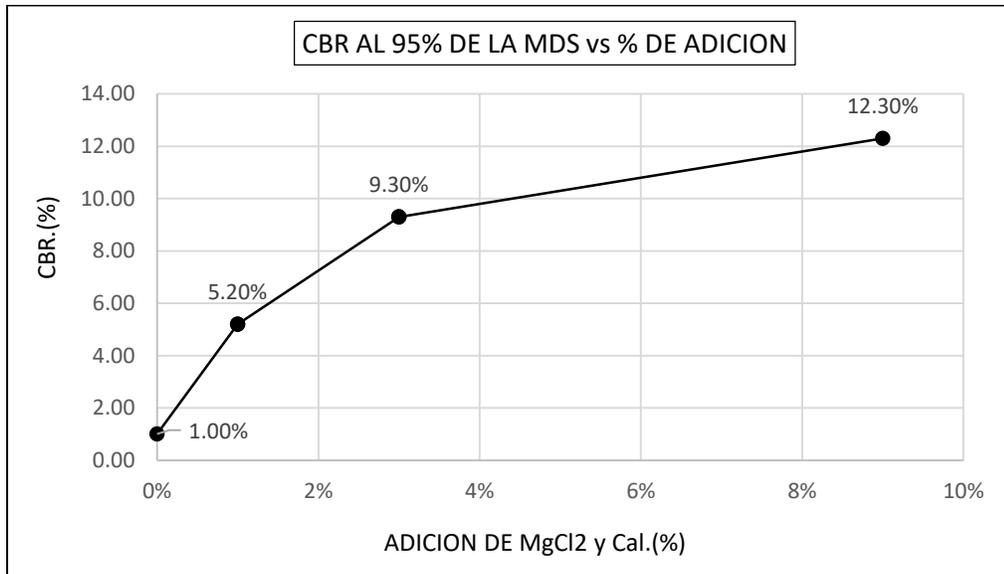
CBR para la MN + adición de 9% de cloruro de Magnesio y Cal		
Penetracion.(plg)	al 95% de la MDS	al 100% de la MDS
0.1"	12.30%	18.30%

Fuente: laboratorio JJR

Interpretación: Se pudo determinar los valores de CBR hallados tanto para la muestra natural como para las adiciones indicadas anteriormente, de acuerdo con la tabla N°19 se puede visualizar los resultados para la muestra natural en el cual se observa un CBR tanto para el 95% y 100% de la MDS iguales a 1% y 1.80% respectivamente. Por otro lado para la primera adición de cloruro de magnesio y cal de manera combinada en una adición de 1.00%, se observó un incremento favorable en sus valores llegándose a obtener valores tanto para el 95% y 100% de la MDS iguales a 5.20% y 5.60% respectivamente, es así que podemos constatar un incremento de CBR en un 4.20% y 3.80% tanto para el 95% y 100% de la MDS respectivamente todo ello con respecto a la muestra natural, así mismo de acuerdo a la tabla N°20 en el cual se indica los valores de CBR con la incorporación de cloruro de magnesio y cal en un 3% se pudo verificar un incremento de 8.30% y 11.80% correspondientes al 95% y 100% de la MDS respectivamente, todo ello con respecto a la muestra natural. De igual modo

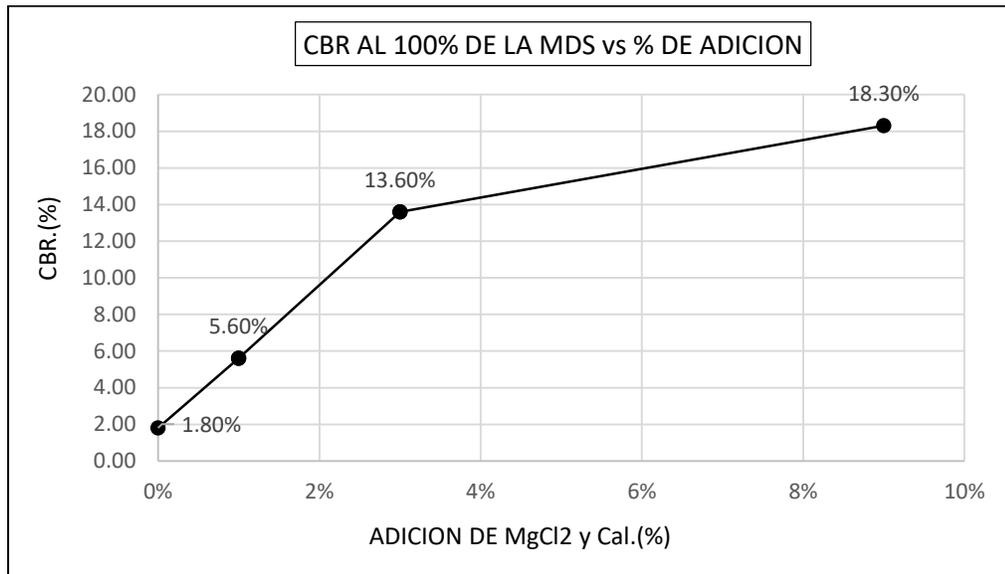
tal como se aprecia en la tabla N°21 para la adición de un 9% se verifico un incremento de 11.30% y 16.50% correspondientes al 95% y 100% de la MDS todo ello con respecto a los valores de la muestra natural. Así mismo se presenta las siguientes figuras:

Figura 17. CBR al 95% vs % de adición



Fuente: laboratorio JJR

Figura 18. CBR al 100% vs % de adición



Fuente: laboratorio JJR

Se puede apreciar tanto en la figura N°17 como N°18 los valores de CBR del suelo natural como de las distintas adiciones realizadas de manera resumida, determinados tanto para el 95% y 100% de la MDS. En ellas se puede evidenciar los incrementos de los valores de CBR mencionados anteriormente.

Tabla 23. Resumen de valores de CBR

Penetracion	Suelo Natural (SN) (%)	SN + 1% de MgCl2 y Cal (%)	SN + 3% de MgCl2 y Cal (%)	SN + 9% de MgCl2 y Cal (%)
01".(95% de MDS)	1.0	5.2	9.3	12.3
01".(100% de MDS)	1.8	5.6	13.6	18.3
02".(95% de MDS)	1.2	9.5	14.1	17.6
02".(100% de MDS)	1.7	10.3	19.5	23.7

Fuente: laboratorio JJR

En la tabla N° 23 se puede visualizar el resumen para los valores de CBR hallados tanto para una penetración del 0.1" como del 0.2".

V. Discusión

En este capítulo tendremos en cuenta los resultados obtenidos en laboratorio con la adición de cloruro de magnesio y cal en proporciones de 1, 3 y 9% con lo cual se procederá con la discusión en base a los antecedentes nacionales e internacionales

D1. Según (Moale Quispe & Rivera Justo, 2019), los cuales en sus resultados hallados a partir de la realización de los límites de consistencia, obtuvo valores para el IP iguales a 13.70%, 6.27%, 3.29% y 1.78%, correspondientes de la aplicación de Cal en porcentajes de 0%, 9%, 15% y 21% respectivamente, es así que podemos mencionar que se logró obtener una reducción de 7.43% para la adición en 9% de Cal con respecto a la muestra natural, así mismo para la adición en 15% de cal dicho autor obtuvo una reducción del IP en 10.41% así mismo para la adición de Cal en 21% halló una reducción del IP en 11.92%. Por otro lado para esta investigación realizados se halló valores para el MgCl₂ y Cal iguales a 11.9%, 9.7%, 11% y 7.9% todos ellos correspondientes para la adición de MgCl₂ y Cal de 0%, 1%, 3%, 9% respectivamente, podemos visualizar el poco incremento alcanzado para los valores de IP para esta investigación esto debido a los porcentajes bajos añadidos, sin embargo si se pudo evidenciar una cierta concordancia entre ambas investigaciones. Ya que para ambas investigaciones se logró una reducción del IP, el cual vendría a ser favorable. Por otro lado tenemos a (Gongora Hernandez, Iriarte Suarez, & Mendoza Ardila, 2017) en el cual para sus resultados obtenidos de los límites de consistencia aplicaron Cal en porcentajes de 5%, 10%, 15% para los cuales los autores hallaron valores para el IP iguales a 7.27%, 6.2%, 5.7% y 4.8% correspondientes para la adición en 0%, 5%, 10%, 15% respectivamente. Como se puede ver efectivamente dichos autores lograron obtener una reducción en sus valores del IP lo cual es favorable, así mismo comparando con los resultados de esta investigación podemos corroborar la concordancia existente entre ambas investigaciones ya que para ambas investigaciones se obtuvo una reducción para los valores del IP llegando a ser favorables.

D2. De acuerdo a Guaman Iler, 2016 en su trabajo de investigación obtuvo valores para la MDS y OCH de la muestra natural iguales a 1.531 gr/cm³ y 35.3% respectivamente, así mismo dicho autor aplicó Cal en porcentajes de 2.5%, 7.5% y 12.5% para los cuales al adicionar en un 2.5% obtuvo valores para la MDS y OCH iguales a 1.501 gr/cm³ y 36.4% respectivamente llegando a evidenciar una reducción de la MDS en 0.03 gr/cm³ equivalente a 1.96% de la muestra natural, de igual manera para el OCH incrementó su valor en 1.1% de la muestra natural, de igual forma para la adición de Cal en 7.5% el autor halló un valor para la MDS y OCH iguales a 1.464 gr/cm³ y 38.2% respectivamente de igual forma se evidenció una reducción de la MDS en 0.067 gr/cm³ equivalente a un 4.38% de la muestra natural, así mismo para su OCH se evidenció un incremento en 2.9% de la muestra natural de igual forma para adición en 12.5% de Cal se verificó valores para la MDS y OCH iguales a 1.418 gr/cm³ y 39.5% respectivamente así mismo quedó en evidencia la disminución de la MDS en 0.113 gr/cm³ el cual es equivalente a 7.38% de la muestra natural así mismo también se pudo constatar el aumento del OCH en 4.2% con respecto a la muestra natural, es así que a partir de tales resultados mostrados se muestra una discrepancia total con dicha investigación ya que para la presente investigación se obtuvo valores para la MDS iguales a 1.937 gr/cm³, 1.988 gr/cm³, 2.099 gr/cm³ y 2.104 gr/cm³ correspondientes a la adición de MgCl₂ y Cal en 0%, 1%, 3% y 9% respectivamente llegando a evidenciar un incremento uniforme, de igual manera para el OCH se obtuvo valores iguales a 8.1%, 7.6%, 6.8% y 7.9% después de la incorporación de MgCl₂ y Cal en porcentajes de 0%, 1%, 3% y 9% respectivamente en el cual se pudo evidenciar una reducción de sus valores sin embargo para la adición del 9% se comprobó un aumento paulatino del OCH. Por otro lado se tiene a Moale Quispe & Rivera Justo, (2019) para el cual proporcionó Cal en porcentajes de 9%, 15% y 21% de los cuales para los resultados de su MDS obtuvo valores iguales a 1.85 gr/cm³, 1.87 gr/cm³, 1.89 gr/cm³, 1.88 gr/cm³ correspondientes al 0%, 9%, 15% y 21% respectivamente llegando a evidenciar un incremento mínimo en sus valores. Para la adición del 9% hubo un incremento del 1.08% con respecto a la muestra natural, para la adición del 15% de Cal se generó un incremento de 2.16%, para la adición del 21% de Cal se presentó un incremento del 1.62% con respecto a la muestra natural. Por tanto a partir de dichos

resultados mostrados queda evidenciado la concordancia con la presente investigación ya que para ambas investigaciones se generan incrementos en los valores de la MDS. Del mismo modo para el OCH para la adición de Cal en 0%, 9%, 15% y 21% obtuvo valores iguales a 13.4%, 14.6%, 14%, 13.60% evidenciándose un incremento de dichos valores para el cual se genera la discrepancia con la presente investigación ya que para esta investigación se obtuvo valores iguales a 8.1%, 7.6%, 6.8% y 7.9% para proporciones de MgCl₂ y Cal en 0%, 1%, 3% y 9% como se puede visualizar con estos resultados podemos afirmar que, con la combinación de MgCl₂ y Cal se obtienen resultados más favorables para la MDS y OCH.

D3. Para la presente investigación se procedió con la obtención de los valores de CBR hallados. tal es así que para la muestra natural se obtuvo un valor de 1% así mismo se procedió con la incorporación de MgCl₂ y Cal en porcentajes de 1%, 3% y 9%, para los cuales se halló un valor de CBR igual a 5.2% para la adición de 1% pudiendo evidenciarse una mejoría de 4.2%, del mismo modo para la incorporación en 3% se halló un valor de CBR igual a 9.3% llegando a incrementar en 8.3% con respecto a la muestra natural por último para la incorporación en 9% de MgCl₂ y Cal se halló un valor para el CBR de 12.3% llegando a incrementar en un valor de 11.3% con respecto a la muestra natural, por otro lado, De acuerdo a Encalada Oncihuay, (2020), en su trabajo de investigación se pudo verificar los valores hallados para el CBR tal es así que, para la muestra natural obtuvo un valor de 27%, así mismo adicionó Cal en porcentajes de 5%, 10% y 15% es así que para la adición en 5% obtuvo un valor de CBR de 35% viéndose así un incremento de 8% con respecto de la muestra natural, de igual modo para la adición en 10% se obtuvo un valor de CBR igual a 40% llegando a evidenciar una mejoría en 13% con respecto a la muestra natural por último para la adición en 15% se evidenció un valor para el CBR de 44% llegando a constatar una mejoría de CBR en 17%, todos los valores de CBR antes mencionados fueron al 95% de la MDS. Es así que se puede afirmar la concordancia entre la presente investigación realizada y el antecedente presentado, ya que para ambos casos se evidenció un mejoramiento en las muestras estudiadas. Por otro lado AVILA CHAVEZ, en su trabajo de investigación realizó ensayos para 2 muestras de suelo a

los cuales aplico en proporciones de 3 y 4% de cal en lo que se observó que con la incorporación de 4% obtuvo mejores resultados, tal es así que para la primera muestra obtuvo un valor de CBR de 29.60% incrementándose así en 8.45% de la muestra natural el cual fue de un valor de 21.15%, pudiendo evidenciarse una mejora en la muestra estudiada, para la segunda muestra obtuvo un valor de CBR de 24.2% incrementándose así en 14.9% de la muestra natural el cual tuvo un valor de 9.30%, pudiendo evidenciarse de igual forma una mejora en la muestra estudiada. De acuerdo a lo explicado anteriormente podemos afirmar que, para ambas investigaciones se evidenció un incremento favorable para las muestras analizadas. de igual manera verificando los resultados obtenidos por Avila Chavez podemos afirmar que son concordantes con la investigación presentada debido a que en ambos casos se presentan una mejora en los valores de CBR hallados. Por último Moale Quispe & Rivera Justo, para esta investigación los autores aplicaron cal en porcentajes de 9%, 15%, 21% a un suelo del tipo "CL". Tal es así que para la muestra natural obtuvo un valor de CBR de 3.30% y al adicionar en 9% obtuvo un 3.80% evidenciándose así un incremento de 0.5% con respecto a la muestra natural, de igual forma para la aplicación de 15% de Cal obtuvo un valor 5.9% incrementándose así en un valor de 2.6% con respecto a la muestra natural por último para la aplicación de 21% de cal halló un valor de CBR de 4.10% llegando a observar un incremento de 0.8% con respecto a la muestra natural. Procediendo con la verificación de la investigación realizada por Quispe y Rivera podemos evidenciar un bajo incremento en sus resultados al aplicar Cal en sus porcentajes descritos, tal es así que para la aplicación en un 9% solo alcanzó un incremento de 0.50% si embargo para esta investigación al aplicar $MgCl_2$ y Cal en un 9% se obtuvo una mejora de 11.3%. a partir de ello podemos corroborar que al aplicar de manera combinada el $MgCl_2$ y Cal se obtiene mejores resultados en comparación a la sola aplicación de Cal.

VI. CONCLUSIÓN

O1. Se verifica que la adición de $MgCl_2$ y Cal al aplicarlos en los ensayos de límites de consistencia para la muestra en estudio se pudo evidenciar resultados favorables para los valores del IP, como se explica a continuación, para el suelo natural presentó un $IP= 11.9\%$, para la adición de 1% de $MgCl_2$ y Cal resultó un $IP=22.4\%$ de igual modo para la adición de 3% de $MgCl_2$ y Cal tuvo como resultado un $IP= 11\%$, así mismo para la adición de 9% de $MgCl_2$ y Cal resultó un $IP= 7.6\%$, podemos notar que se apreciaron reducciones en función al suelo natural viendo mejores resultados en una proporción de 9% de $MgCl_2$ y Cal.

O2. Se comprobó que para la adición de $MgCl_2$ y Cal en proporciones de 1%, 3%, 9%, se logró un aumento para la MDS, tal es así que para el suelo natural obtuvo un valor de 1.937 gr/cm^3 , para la adición de 1% se verificó una mejora, llegando a obtener un valor de 1.988 gr/cm^3 , así mismo para una adición de 3% resultó una $MDS= 2.099 \text{ gr/cm}^3$ y para la adición de un 9% se obtuvo un resultado de 2.104 gr/cm^3 donde observamos una mejora considerable en función al suelo natural notando mejores resultados para una adición de 9% de $MgCl_2$ y cal, Se verificó para la adición de $MgCl_2$ y Cal en porcentajes 1%, 3%, 9% lográndose obtener un OCH para la muestra natural igual a 8.1%, así mismo se observó una reducción favorable con la incorporación de $MgCl_2$ y Cal lográndose valores igual a 7.6%, 6.8%, 7.9% correspondientes para la adición de 1%,3%,9% respectivamente, tal como se puede observar los valores hallados presentan reducciones no muy notorias sin embargo en cierta medida llegan a reducirse, por tanto se concluye un mejor resultado para la adición de 3%.

O3. Se verificó que para la adición de $MgCl_2$ y Cal incrementa considerablemente el CBR de la siguiente manera, para el suelo natural resultó un CBR igual a 1% así mismo para la adición de 1% de $MgCl_2$ y Cal resultará un $CBR= 5.2\%$, luego para la adición de 3% de $MgCl_2$ y Cal resultará un $CBR=$

9.3% por ultimo para la adicion de 9% resultara un CBR= 12.3%. por tanto llegamos a la conclusion que se obtiene una mejora al aplicar en una proporcion de 9% de MgCl₂ y Cal.

OG. De manera general para el presente trabajo de investigacion al adicionar MgCl₂ y Cal en porcentajes de 1%, 3%, 9%, se logra verificar un mejoramiento de los distintos procedimientos realizados y de esta manera llegando a alcanzar los objetivos establecidos para esta investigacion por lo antes mencionado se concluye que para lograr resultados optimos se estaria logrando con la aplicaci3n de MgCl₂ y Cal en 9%.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de cloruro de Magnesio y Cal de manera combinada para el procedimiento de estabilización a nivel de sub rasante. Ya que para esta investigación se pudo comprobar resultados favorables.
- Se recomienda para la ejecución del tramo estudiado en este caso Av. Los Chankas – San Jerónimo, la aplicación de $MgCl_2$ y cal en un porcentaje de 9%, siendo este el porcentaje más óptimo con el cual se llegó a obtener resultados más convenientes.
- Se recomienda continuar con la línea de investigación aplicando $MgCl_2$ y Cal de manera combinada, para porcentajes mayores a los aplicados en esta investigación ya que se pudo comprobar un aumento proporcional en los valores de CBR acorde se adicionaba dichos aditivos.
- Se recomienda la aplicación de $MgCl_2$ y Cal para diferentes tipos de Suelos para su posterior comprobación, ya que para esta investigación al ser aplicada en un suelo fino en este caso un CL (arcilla de baja plasticidad) se confirmaron resultados que cumplían con los parámetros que exige el manual del MTC.

REFERENCIAS

- Avila Baray, h. I. (2006). *introduccion a la metodologia de la investigacion*. mexico. obtenido de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=r93tk4eykfuc&oi=fnd&pg=pa13&dq=\(avila+baray,+2006\)&ots=izji0zoycx&sig=vbd_Ingv-schscrusbjiolzrfy#v=onepage&q=\(avila%20baray%2c%202006\)&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=r93tk4eykfuc&oi=fnd&pg=pa13&dq=(avila+baray,+2006)&ots=izji0zoycx&sig=vbd_Ingv-schscrusbjiolzrfy#v=onepage&q=(avila%20baray%2c%202006)&f=false)
- Avila Chavez, K. M. (2021). *" analisis y evaluacion de la subrasante aplicando metodos de estabilizacion con cal y cloruro de calcio, en la carretera tramo huamachuco-cajabamba, caserío san miguel, distrito marcabal, provincia de sanchez carrion-la libertad"*. trujillo. obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8019>
- Baena Paz, G. (2017). *metodología de la investigacion serie integral por competencias*. mexico: grupo editorial patria, s.a. de c.v. obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/archivos/materiales_de_consulta/drogas_de_abuso/articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Bernal Torres, C. A. (2010). *metodologia de la investigacion*. colombia: pearson educacion. obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/el-proyecto-de-investigaci%c3%b3n-f.g.-arias-2012-pdf.pdf>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *metodología de la investigacion administracion, economia y humanidades y ciencias sociales*. orlando fernández palma. obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/el-proyecto-de-investigaci%c3%b3n-f.g.-arias-2012-pdf.pdf>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *mecanica de suelos y cimentaciones*. mexico: limusa noriega editores. obtenido de

<https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

Das, B. M. (2001). *principio de ingeniería de cimentación*. international thomson editores. obtenido de https://www.academia.edu/37854899/fundamentos_de_ingenieria_geotecnica_braja_m_das

Dominguez Granda , J. (2015). *manual de metodología de la investigación científica*. chimbote-peru: universidad catolica los angeles chimbote. obtenido de https://www.uladech.edu.pe/images/stories/universidad/documentos/2018/manual_de_metodologia_de_investigaci%c3%b3n_cient%c3%adfica_mimi.pdf

Encalada Oncihuay, J. R. (2020). "aplicación de cenizas volantes de carbón y cal para mejorar la estabilización de suelos arenosos en la ciudad pachacuyec, ventanilla, callao. lima. obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71396>

Gongora Hernandez, O. H., Iriarte Suarez, A. M., & Mendoza Ardila, J. J. (2017). estabilización y mejoramiento de las características físicas y químicas de los suelos a partir de mezclas con cal y escombros de material de canales de riego. colombia. obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17157/1/mejoramiento_fisicas_quimicas.pdf

Guaman Iler, I. I. (2016). estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio). ambato, ecuador. obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24608>

Hernandez Sampieri, R. (2014). *metodología de la investigación*. mexico: mcgraw hill education. obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/investigacion.pdf>

Lerma Gonzalez, H. (2016). *metodologia de la investigacion propuesta, anteproyecto y proyecto*. bogota, colombia: newcomlab s.l.l. obtenido de https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia_de_la_investigacion_propuesta_anteproyecto_y_proyecto.pdf

Mamani Barriga , L. E., & Yataco Quispe , A. J. (2017). *estabilizacion de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, productoo de ladrilleras artesanales en el departamento de ayacucho*. lima, peru: tesis "usmp". obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/usmp_8cbb3e068629ebcb0cbdbf18eb197165/description

Manual de Ensayos de Laboratorio. (3 de junio de 2016). *manual de ensayos de laboratorio*. lima, peru. obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/manual%20ensayo%20de%20materiales.pdf

Maquera Flores, C. D., & Aquino Chura, y. w. (2021). "estabilización de suelos arcillosos en caminos vecinales, modificado con cal y ceniza volante, carretera acora-jayujayu,acora,puno-2021". lima, peru. obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64809?show=full>

Maureira Cid, F., & Flores Ferro, E. (2018). *manual de investigacion cuantitativa*. españa: bubok publishing s. obtenido de https://www.academia.edu/36538812/manual_de_investigaci%3%b3n_cuantitativa_para_estudiantes_de_educaci%3%b3n_f%3%adsica

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *manual de carreteras (mtc). suelos, geologia, geotecnia y pavimentos*. peru.

Moale Quispe, A. B., & Rivera Justo, E. J. (2019). *estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de villa rica*. lima, peru. obtenido de

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/record/uupc_b843ecc1627d8c6c8a74d2050d7de05e

MTC. (2013). manual de carreteras. *suelos, geologia, geotecnia y pavimentos*. lima, peru. obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/p_recientes/4515.pdf

MTC, m. d. (2014). *manual de carreteras*. lima: peru progreso para todos.

Muñoz Rocha, C. (2015). *metodologia de la investigacion*. mexico: oxford. obtenido de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-metodologia-de-la-investigacion-carlos-i.-munoz-rocha.pdf>

Niño Rojas, V. M. (2011). *metodologia de la investigacion*. bogota: ediciones de la u. obtenido de https://www.academia.edu/35258714/metodologia_de_la_investigacion_diseno_y_ejecucion

Rivera, J., Aguirre Guerrero, A., Mejia de Gutierrez , R., & Orobio, A. (diciembre de 2020). estabilizacion quimica de suelos-materiales convencionales y activados alcalinamente. colombia. obtenido de http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/2530

Robles Diaz , J. A. (2018). analisis y estabilizacion de arcilla negra con cloruro de sodio, arena pomez, cal y cemento para mejorar sus propiedades fisicas y mecanicas. managua. obtenido de <https://repositoriosiidca.csuca.org/record/repouni2473>

Sinac, S. N. (25 de octubre de 2021). obtenido de ministerio de transportes y comunicaciones: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>

Vara Horna, A. A. (2010). *7 pasos para una tesis exitosa*. lima-peru: usmp.

ANEXOS

Anexo 1: matriz de operacionalización y matriz de consistencia

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES						
TITULO:	“Mejoramiento de Subrasante Arcillosa para incrementar la capacidad soporte Utilizando Cloruro de Magnesio y Cal- avenida Los Chankas, San Jeronimo-Andahuaylas-2022”					
V. independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Cloruro de magnesio(MgCl2) y Cal	<p>cloruro de Magnesio: según el MTC MANUAL DE CARRETERAS: indica que es un material que se representa en forma de cristales blanquecinos así mismo el manual indica que dicho material al ser aplicado se obtienen resultados más favorables en comparación al CaCl₂ ya que esta muestra un incremento en la tensión superficial generando de esta manera una superficie de rodadura más compacta</p> <p>estabilización con cal: según el MTC MANUAL DE CARRETERAS : indica que se obtiene por una mezcla de suelo cal y agua la indicada para su utilización en estabilización es la cal aérea ya que tiene la propiedad de endurecerse en el aire, este aditivo cambia las propiedades físico mecánicas del suelo e incrementara el OCH, la cal es lo mas conveniente para suelos granulares finas</p>	las dos variables independientes que vienen a ser el MgCl ₂ y Cal como elementos estabilizadores tienen una dimensión, así mismo tienen tres indicadores y un instrumento en la que serán medidos	PROPORCIONES	<p>Muestra natural + 1% MgCl₂ y cal</p> <p>Muestra natural + 3% MgCl₂ y cal</p> <p>Muestra natural + 9% MgCl₂ y cal</p>	Balanza de medición	Razón
V. dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Mejoramiento de la subrasante arcillosa	según el manual el MTC MANUAL DE CARRETERAS : el cual indica que viene a ser aquel procedimiento físico mecánico que busca el mejoramiento en sus características, con el propósito de poder ser empleado en una determinada vía a nivel de sub rasante.	la variable dependiente tiene 2 dimensiones y 6 indicadores el cual tiene 4 instrumentos con el cual serán medidos	<p>Propiedades físicas de la sub rasante</p> <p>Propiedades Mecánicas de la sub rasante</p>	<p>LL</p> <p>LP</p> <p>IP</p> <p>Clasificación de Suelos</p> <p>OCH y MDS</p> <p>Capacidad de soporte</p>	<p>Ensayos de Límites de Consistencia</p> <p>Ensayo de Granulometría</p> <p>Ensayo Proctor Modificado</p> <p>Ensayo CBR</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>

ANEXO 2. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
TITULO:	“Mejoramiento de Subrasante Arcillosa para incrementar la capacidad soporte Utilizando Cloruro de Magnesio y Cal- avenida Los Chankas, San Jeronimo-Andahuaylas-2022”		
PROLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
PROLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE
¿Cómo el uso del cloruro de Magnesio y cal mejorará la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022?	determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal podrá mejorar la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	la utilización del cloruro de magnesio y cal mejorara la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	Cloruro de Magnesio(MgCl2) y cal
PROLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	V. DEPENDIENTE
¿Cómo el cloruro de magnesio y cal reducirá el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022?	determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal reduce el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	la utilización del cloruro de magnesio y cal reduce el índice de plasticidad de la subrasante arcillosa en la av. Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022.	
¿Cómo el cloruro de magnesio y cal reducirá el óptimo contenido de humedad e incrementará la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022?	determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal reduce el óptimo contenido de humedad e incrementa la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	la utilización del cloruro de magnesio y cal reduce el óptimo contenido de humedad e incrementa la máxima densidad seca de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	Mejoramiento de la subrasante arcillosa
¿Cómo el cloruro de magnesio y cal mejorará en la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022?	determinar de qué manera el cloruro de magnesio y cal aumentara la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	la utilización del cloruro de magnesio y cal aumenta la capacidad de soporte de la subrasante arcillosa en la avenida Los Chankas- San Jerónimo-Andahuaylas-2022	

ANEXO 3. Validez y confiabilidad de las variables de recolección de datos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Mejoramiento de la subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y cal- avenida los chankas, san jerónimo - Andahuaylas- 2022
Línea de investigación:	Diseño de infraestructura vial
Apellidos y nombres del experto	Ing. Alex Palomino Oscco
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Mejoramiento de la subrasante arcillosa

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		observaciones
		Si	No	
1	¿el instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿el instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿en el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿el instrumento de recolección de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿el instrumento de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
6	¿cada uno de los ítems del instrumento de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿el diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿el instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿el instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

SUGERENCIAS:

FIRMA DEL EXPERTO:



Alex Palomino Oscco
CIP: 14 253729
INGENIERO CIVIL

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Mejoramiento de la subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y cal- avenida los chankas, san jerónimo - Andahuaylas- 2022
Línea de investigación:	Diseño de infraestructura vial
Apellidos y nombres del experto	Ing. Fredy Palomino Oscco
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Mejoramiento de la subrasante arcillosa

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		observaciones
		Si	No	
1	¿el instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿el instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿en el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿el instrumento de recolección de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿el instrumento de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
6	¿cada uno de los ítems del instrumento de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿el diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿el instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿el instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

SUGERENCIAS:

FIRMA DEL EXPERTO:



Fredy Palomino Oscco
 ING. GEÓLOGO
 CIP. 34484
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICAS

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Mejoramiento de la subrasante arcillosa para incrementar la capacidad soporte utilizando cloruro de magnesio y cal- avenida los chunkas, san jerónimo - Andahuaylas- 2022
Línea de investigación:	Diseño de infraestructura vial
Apellidos y nombres del experto	Ing. Michael Zúñiga Echavarría
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Mejoramiento de la subrasante arcillosa

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "X" en las columnas de SI o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		observaciones
		Si	No	
1	¿el instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿el instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿en el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿el instrumento de recolección de datos facilitara el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿el instrumento de recolección de datos se relacionan con las variables de estudio?	X		
6	¿cada uno de los ítems del instrumento de medición se relacionan con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿el diseño del instrumento de medición facilitara el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿el instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿el instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

SUGERENCIAS:

FIRMA DEL EXPERTO:



 Michael Zúñiga Echavarría
 INGENIERO CIVIL
 CIP 187208

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Resultados de ensayos de laboratorio



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.
Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA
PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE
UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL-
AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-
ANDAHUAYLAS-2022

MATERIA PROPIO



[Signature]
Freddy Polomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



[Signature]
Freddy Polomino Oscco
ING. GEOLÓGICO
CIP. 104884
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO- ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL Propio

M-01

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO ANDAHUAYLAS

N° CALICATA : C_01

COORDENADAS :

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCION : 2022-03-01

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 2022-03-01

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.FDCCORPACHI ECHAVARRIA RUTH SHAVELY

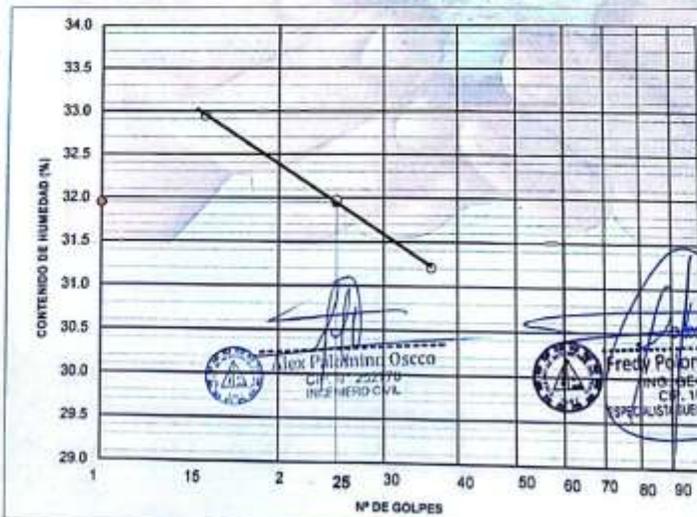
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

	15	25	36
NUMERO DE GOLPES, N	15	25	36
N° DEL DEPOSITO	1	2	3
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	48.03	48.13	48.08
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	42.94	41.58	43.71
PESO DEL AGUA (g)	5.09	4.55	5.15
PESO DEL DEPOSITO (g)	27.49	27.35	27.21
PESO DEL SUELO SECO (g)	15.45	14.23	16.50
CONTENIDO DE AGUA (w%)	32.94	31.97	31.21

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

	1	2
N° DEL DEPOSITO	1	2
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	33.51	28.58
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	32.00	27.40
PESO DEL AGUA (g)	1.51	1.18
PESO DEL DEPOSITO (g)	24.53	21.46
PESO DEL SUELO SECO (g)	7.47	5.94
CONTENIDO DE AGUA (W%)	1.51	1.18
% DE HUMEDAD	20.21	19.87



LL = 31.9 %

LP = 20 %

I.P. = 11.9 %

OBSERVACIONES:



Alex Palomino Oscco
CIP 11252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
INGENIERO GEOLOGO
CIP 144884
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : Propio M-01
 UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS N° CALICATA : C_01
 COORDENADAS : PROFUNDIDAD : 1.50 m
 FECHA RECEPCION : 2022-03-01 ING. RESPONSABLE : A.P.O.
 FECHA DE ENSAYO : 2022-03-01 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
SOLICITA : BACH. POCORPACHI ECHAVARRIA RUTH SHAVELY

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107-2000

TAMICES	PESO (g)	MATERIAL RETENIDO		MATERIAL QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)		MÍN (%)	MÁX (%)	
3"	76.20						PESO INICIAL 605 g
2 1/2"	63.50						PORCIÓN FINOS
2"	50.80						% DE HUMEDAD 6.7
1 1/2"	38.10						TAMAÑO MÁXIMO
1"	25.40						% DE GRAVA 6.1
3/4"	19.05						% DE ARENA 93.9
1/2"	12.70						% PASANTE N° 200 59.0
3/8"	8.90	10.0	1.7	98.3			L.L. 31.9 %
5/16"	6.35						I.P. 20 %
N° 4	4.75	27.0	4.5	83.8			M.F. 11.9 %
N° 6	2.50						CLASIFIC. SUCS CL
N° 10	2.00	44.0	7.3	90.6			CLASIFIC. AASHTO A-6 (S)
N° 15	1.18						D_{60} C_u
N° 20	0.85						D_{30} C_c
N° 30	0.60						D_{10} C_u
N° 40	0.42	135.0	22.3	64.3			
N° 50	0.30						
N° 60	0.25						
N° 80	0.18						OBSERVACIONES:
N° 100	0.15	31.8	5.1	99.2			
N° 140	0.11						
N° 200	0.074	1.0	0.2	99.0			
BAJUELA		387.0	59.0	100.0			





INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : Propio

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS

N° CALICATA : C_01

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCIÓN : 2022-03-01

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 2022-03-01

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : SACH POCORFACH EDUARDO RUTH SHAY

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2376 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO (g)		11005.0	11296.0	11645.0	11440.0
PESO MOLDE (g)		6669	6669	6669	6669
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4336	4727	4976	4771
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.824	1.998	2.093	2.007
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		797.0	703.0	710.0	715.0
PESO SUELO SECO + TARA (g)		679.0	662.0	657.0	650.0
PESO DEL AGUA (g)		28.0	41.0	53.0	65.0
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO (g)		679.0	662.0	657.0	650.0
CONTENIDO HUMEDAD (%)		4.1	6.2	8.1	10.0
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.752	1.872	1.937	1.824

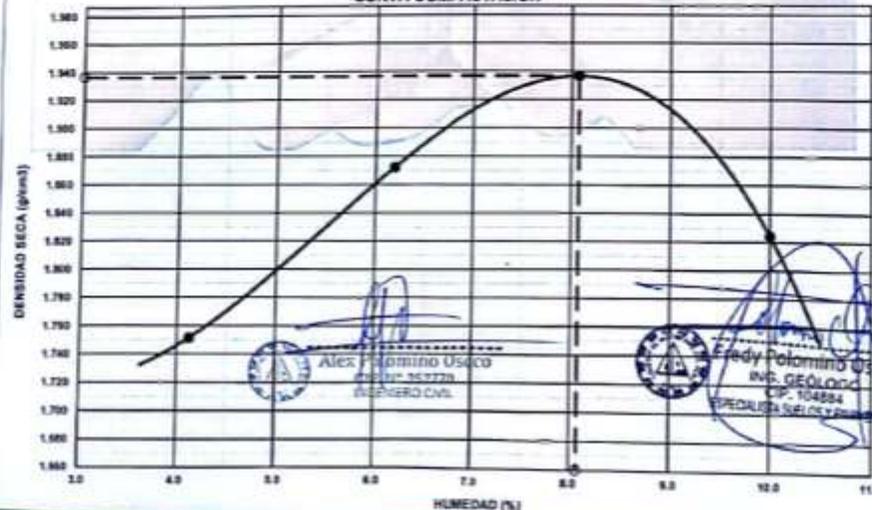
MAXIMA DENSIDAD SECA

1.937 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

8.1 %

CURVA COMPACTACION



Alex Polimino Usaco
ING. CIVIL

Eddy Polimino Usaco
ING. GEOLOGO
C.P. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : Propio
 UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS
 COORDENADAS : 0 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 FECHA RECEPCION : 01 03 2022 ING. RESPONSABLE : A.P.O.
 FECHA DE ENSAYO : 1 03 2022 ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

Molde N°	1	2	3
N° Capa	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Compactación			
Peso molde + suelo húmedo (g)	11645	11543.0	11179
Peso de molde (g)	6669	6669	6567
Peso del suelo húmedo (g)	4976	4876	4612
Volumen del molde (cm³)	2378	2378	2334
Densidad húmeda (g/cm³)	2.093	2.093	1.978
Contenido de Humedad (%)			
Recipiente N°			
Tara + Suelo húmedo (g)	710.00	447.00	710.00
Tara + Suelo seco (g)	657.00	422.60	657.00
Peso del Agua (g)	53.00	25.00	53.00
Tara (g)			
Peso del suelo seco (g)	657.00	422.60	657.00
Humedad (%)	8.07	5.92	8.07
Densidad seca (g/cm³)	1.937	1.978	1.829

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
1 03 2022	09:00	0	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
2 03 2022	08:00	24	5.00	0.05	0.039	7.00	0.07	0.055	10.00	0.10	0.079
3 03 2022	09:00	48	7.00	0.07	0.055	9.00	0.09	0.071	12.00	0.12	0.094
4 03 2022	09:00	72	9.00	0.09	0.071	11.00	0.11	0.087	14.00	0.14	0.110

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm²	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
		Dial (mm.)	Kg/cm²	Kg/cm²	%	Dial (mm.)	Kg/cm²	Kg/cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0		
0.64		2	0.5			1	0.1		
1.27		3	0.8			1	0.3		
1.91		4	1.0			2	0.4		
2.54	70.31	5	1.3	1.81		3	0.6	0.96	
3.81		7	1.8			4	1.0		
5.08	105.46	8	1.9	1.75		5	1.3	1.18	
6.35		8	2.0			6	1.5		
7.62		9	2.3			7	1.8		
8.89		10	2.6			8	2.0		
10.16									
11.43									
12.70									



Alex Polomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Freddy Polomino Oscco
ING. GEOLÓGICO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDAMENTOS



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD
TESIS: SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS,
SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : Propio

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAY

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCION : 01 03 2022

ING.RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 1 03 2022

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000



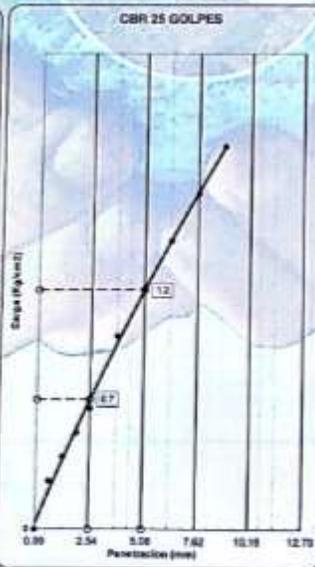
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1":	1.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1":	1.9
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2":	1.7
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2":	1.2

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.937 g/cm³
Humedad Opt.	8.1 %

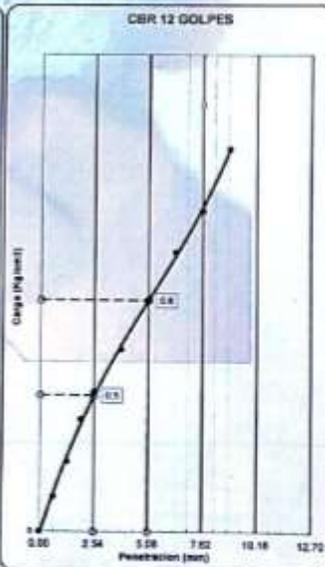
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 1.8
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : 1.2



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 1.0
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : 1.2



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 0.7
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : 0.5



Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



Freddy Polomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERÓNIMO-ANDAHUAYLAS-2022

SOLICITA: BACH. POCORPACHI ECHAVARRIA RUTH SHAVELY

MOUESTRA: CALICATA DE PLATAFORMA

INTERIO: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SECTOR: B

CUOTA: C-20

ESTADIO: ALTI TRATAMIENTO D

ESTRATO: A-F-0

FORMA DE EXCAVACIÓN: 001-00-01

PROFUNDIDAD TOTAL (CM): 1.50 m

PROF. SUELO PREVIOS (CM): 000.000000

PROF. (CM)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN DEL SUELO		CLASIFICACIÓN		VISTA FOTOGRAFICA
			Clasificación técnica: grado de compactación / consistencia de plasticidad/compresibilidad, contenido de humedad y sales, otros; forma de material granular, presencia de inclusiones y material orgánico, porcentaje estimado de labranza / carbon.	USO	ADMETE		
0.00 - 0.20	M-01		HORIZONTE O es el horizonte más superficial, y está mayormente compuesto por materia orgánica (plantas, lixiviados) y materia orgánica en descomposición (hojas caídas, ramas...)				
0.20 - 1.50	M-02		Arcillas inorgánicas de baja plasticidad, arcillas con grava, arcillas arena - limosas	CL	A-6 (S)		



Alex Polomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP. 104954
ESPECIALISTA EN SONDEOS Y PERFORACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA
PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE
UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL-
AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-
ANDAHUAYLAS-2022

CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 1%.



Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Palomino Oscco
ING. GEOTECNIA
CIP: 404264
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO- ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 1%.

M-01

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS N° CALICATA : C_01

COORDENADAS : PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCION : 2022-03-04 ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 2022-03-04 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.FOCCORFACE ECHAVARRIA RUTH SHAVELY

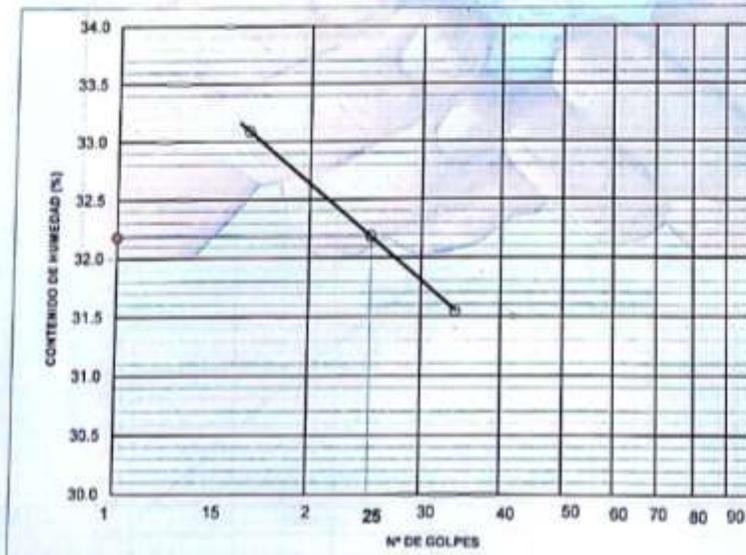
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	16	25	34
N° DEL DEPOSITO	1	2	3
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	39.54	38.94	36.99
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	33.24	32.93	31.51
PESO DEL AGUA (g)	6.30	6.01	5.48
PESO DEL DEPOSITO (g)	14.20	14.26	14.14
PESO DEL SUELO SECO (g)	19.04	18.67	17.37
CONTENIDO DE AGUA (w%)	33.09	32.19	31.55

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	14.72	14.72
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	13.98	14.06
PESO DEL AGUA (g)	0.74	0.66
PESO DEL DEPOSITO (g)	10.89	11.11
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.29	2.95
CONTENIDO DE AGUA (w%)	0.74	0.66
% DE HUMEDAD	22.49	22.37



LL = 32.2 %

LP = 22.4 %

I.P. = 9.7 %

OBSERVACIONES:



Freddy Polomino Qscco
ING. GEOTECNIA
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDAMENTOS



Alex Polomino Qscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 1%.

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS

N° CALICATA : C_01

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCION : 2022-03-04

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 2022-03-04

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.POCORPACHI EDUARDO RUTH SIVAY

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE : 2486 cm ³				MOLDE N° :	3
COMPACTACION							
N° ENSAYO		1	2	3	4		
PESO MOLDE + SUELO (g)		11389.0	11790.0	12009.0	11804.0		
PESO MOLDE (g)		6691	6691	6691	6691		
PESO SUELO COMPACTADO (g)		4678	5099	5318	5113		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)		1.862	2.051	2.136	2.057		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE N°		0	0	0	0		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (g)		549.0	545.0	552.0	557.0		
PESO SUELO SECO + TARA (g)		530.0	518.0	513.0	508.0		
PESO DEL AGUA (g)		19.0	29.0	39.0	49.0		
PESO DEL RECIPIENTE (g)		0.0	0.0	0.0	0.0		
PESO DEL SUELO SECO (g)		530.0	518.0	513.0	508.0		
CONTENIDO HUMEDAD (%)		3.6	5.6	7.6	9.6		
DENSIDAD SECA (g/cm ³)		1.817	1.942	1.990	1.876		

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.988 g/cm ³	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	7.6 %
----------------------	--------------------------------	-----------------------------	--------------



Freddy Polamino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 18484
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDAMENTOS



Alex Polamino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 1%.
UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS
COORDENADAS : 0
FECHA RECEPCION : 04 03 2022
FECHA DE ENSAYO : 4 03 2022
PROFUNDIDAD : 1.50 m
ING. RESPONSABLE : A.P.O.
ENTIDAD : UNIVER: Anito : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1	2	3	4	5	6
N° Capa	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	50	50	25	25	12	12
Cond. de la muestra						
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12000	12000.0	11105	11108.0	10897	10972
Peso de molde (g)	6691	6691	6567	6567	6621	6621
Peso del suelo húmedo (g)	5318	5318	4541	4541	4276	4351
Volumen del molde (cm³)	2488	2488	2334	2334	2323	2323
Densidad húmeda (g/cm³)	2.139	2.139	1.946	1.946	1.841	1.873
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	552.00	447.60	552.00	391.00	552.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	513.00	422.60	513.00	368.90	513.00	321.7
Peso del Agua (g)	39.00	25.00	39.00	22.10	39.00	28.70
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	513.00	422.60	513.00	368.90	513.00	321.70
Humedad (%)	7.60	5.92	7.60	5.99	7.60	8.92
Densidad seca (g/cm³)	1.988	2.020	1.908	1.835	1.711	1.720

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5 01 2022	09:00	0	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
6 01 2022	09:00	24	5.60	0.05	0.039	7.00	0.07	0.055	10.00	0.10	0.079
7 01 2022	09:00	48	7.00	0.07	0.055	9.00	0.09	0.071	12.00	0.12	0.094
8 01 2022	09:00	72	8.00	0.09	0.071	11.00	0.11	0.087	14.00	0.14	0.110

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%	Dial (div.)	Kg./cm²	Kg./cm²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		3	0.9			2	0.5			1	0.3		
1.27		6	1.5			3	0.8			3	0.8		
1.91		10	2.5			7	1.8			6	1.5		
2.54	70.31	13	3.3	5.62		9	2.3	4.26		7	1.8	2.43	
3.81		25	6.3			15	3.8			10	2.5		
5.08	105.46	36	9.0	10.35		26	6.5	7.96		16	4.0	3.76	
6.35		58	14.6			38	9.5			26	6.5		
7.62		96	24.1			58	14.6			39	9.8		
8.89		138	34.7			80	20.1			63	15.8		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



Freddy Palomino Oscco
ING. GEOLÓGICO
CIP 44884
ESPECIALISTAS EN SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD
TESIS: SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS,
SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 1%.

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLA

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

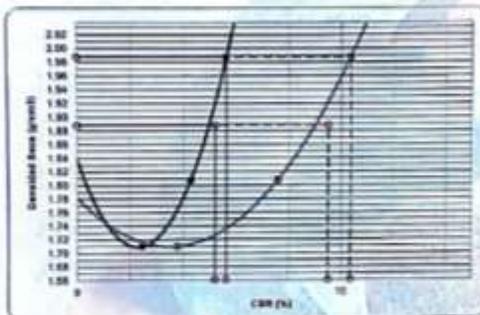
FECHA RECEPCION : 04 03 2022

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 4 03 2022

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

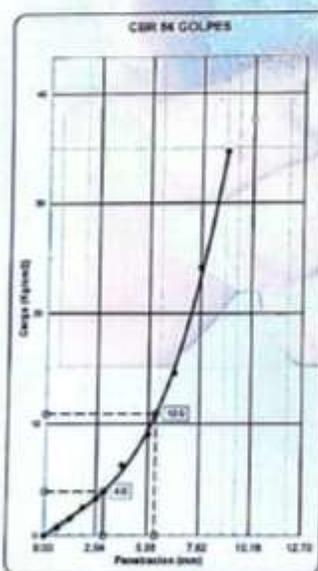


C.B.R. AL 100% DE M.O.S. 0.1"	5.6
C.B.R. AL 90% DE M.O.S. 0.1"	5.2

C.B.R. AL 100% DE M.O.S. 0.2"	10.3
C.B.R. AL 90% DE M.O.S. 0.2"	9.3

Datos del Proctor	
Permisividad Secca	1.508 g/cm ³
Humedad Opt.	7.6 %

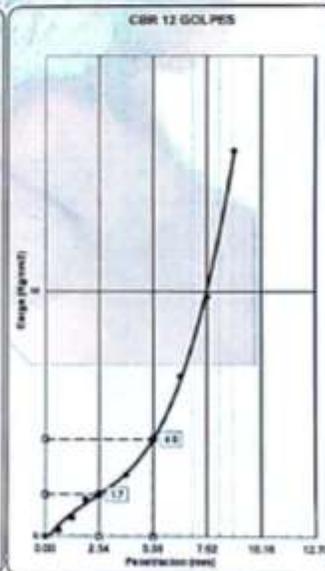
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 5.6
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : 10.3



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 4.3
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : 7.6



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 2.7
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : 7.6



Alex Polonio Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polonio Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP N° 252770
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDAMENTOS



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.
Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA
PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE
UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL-
AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-
ANDAHUAYLAS-2022

CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 3%.



Fredy Polomino Oscco
Fredy Polomino Oscco
CIP. 11252770
INGENIERO CIVIL



Fredy Polomino Oscco
Fredy Polomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO- ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL CLORURO DE MAGNESIO + CAL EN 3%

M-01

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS N° CALICATA : C_01
 COORDENADAS : PROFUNDIDAD : 1.60 m
 FECHA RECEPCION : 2022-03-04 ING. RESPONSABLE : A.P.O.
 FECHA DE ENSAYO : 2022-03-04 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 SOLICITA : BACH.FLOREDAZ SCHAUERRA RUTH SHIVELY

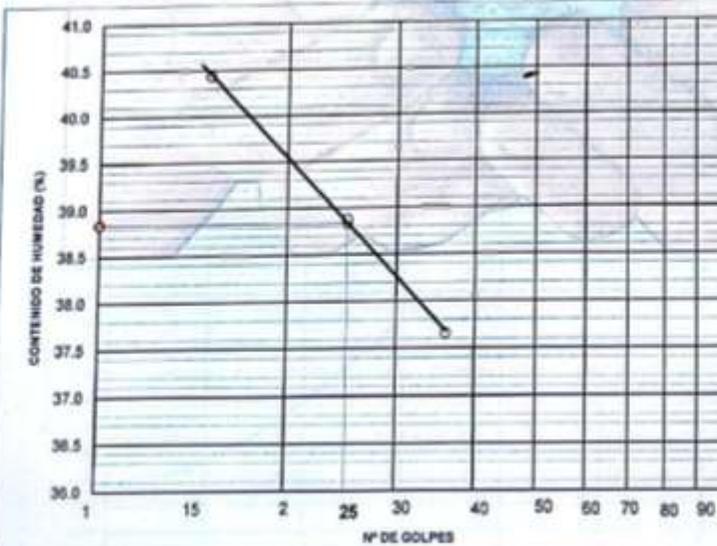
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	15	25	30
N° DEL DEPOSITO	1	2	3
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	36.24	37.03	44.86
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	30.68	33.15	39.55
PESO DEL AGUA (g)	5.56	3.88	5.31
PESO DEL DEPOSITO (g)	16.93	23.17	25.45
PESO DEL SUELO SECO (g)	13.75	9.98	14.10
CONTENIDO DE AGUA (w%)	40.44	38.88	37.66

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	32.14	32.53
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	30.46	31.11
PESO DEL AGUA (g)	1.68	1.42
PESO DEL DEPOSITO (g)	24.49	25.97
PESO DEL SUELO SECO (g)	5.97	5.14
CONTENIDO DE AGUA (W%)	1.68	1.42
% DE HUMEDAD	25.14	27.63



LL = 38.8 %

LP = 27.9 %

L.P. = 11 %

OBSERVACIONES:



Freddy Polomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP. 10954
MANEJALISTA SUELOS Y FUNDAMENTOS



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESIO + CAL EN 3%.

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS

N° CALICATA : C_01

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCION : 2022-03-04

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 2022-03-04

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : BACH.ROCCORPACHI EDUARDO RUTH SAAV

ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000

METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :				2378 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION								
N° ENSAYO		1	2	3	4			
PESO MOLDE + SUELO	(g)	11360.0	11896.0	12000.0	11796.0			
PESO MOLDE	(g)	6659	6669	6669	6669			
PESO SUELO COMPACTADO	(g)	4691	5230	5331	5126			
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	1.973	2.118	2.242	2.156			
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE N°		0	0	0	0			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(g)	655.0	651.0	658.0	663.0			
PESO SUELO SECO + TARA	(g)	637.0	621.0	616.0	609.0			
PESO DEL AGUA	(g)	18.0	30.0	42.0	54.0			
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	637.0	621.0	616.0	609.0			
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	2.8	4.8	6.8	8.9			
DENSIDAD SECA	(g/cm ³)	1.918	2.018	2.098	1.980			

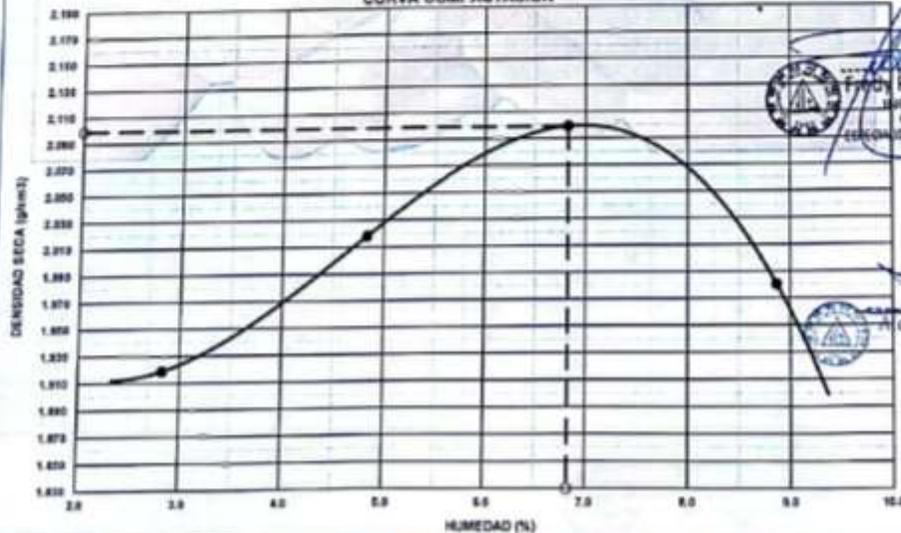
MAXIMA DENSIDAD SECA

2.099 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

6.8 %

CURVA COMPACTACION



Polomino Oscco
ING. GEOLÓGO
C.P. 90484
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDACIONES



Polomino Oscco
C.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL - AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 3%
UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS
COORDENADAS : 0 PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA RECEPCION : 04 03 2022 ING. RESPONSABLE : A.P.O.
FECHA DE ENSAYO : 4 05 2022 ENTIDAD : UNIVER: Anillo : C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000						
Molde N°	1	2	3	4	5	6
N° Capa	5	5	5	5	5	5
Ciclones por capa N°	56	25	25	25	12	12
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	12000	12000.0	11415	11415.0	11235	11299
Peso de molde (g)	6609	6609	6067	6067	6621	6621
Peso del suelo húmedo (g)	5331	5331	4948	4948	4615	4678
Volumen del molde (cm ³)	2378	2378	2334	2334	2323	2323
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.242	2.242	2.077	2.077	1.987	2.014
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	658.00	447.60	552.00	391.00	552.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	616.00	422.60	513.00	368.90	513.00	321.7
Peso del Agua (g)	42.00	25.00	39.00	22.10	39.00	28.70
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	616.00	422.60	513.00	368.90	513.00	321.70
Humedad (%)	6.82	5.92	7.60	5.99	7.60	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.099	2.117	1.930	1.960	1.848	1.848

SIN EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5 01 2022	09:00	0	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
6 01 2022	08:00	24	5.00	0.05	0.039	7.00	0.07	0.055	10.00	0.10	0.079
7 01 2022	08:00	48	7.00	0.07	0.055	9.00	0.09	0.071	12.00	0.12	0.094
8 01 2022	08:00	72	9.00	0.09	0.071	11.00	0.11	0.087	14.00	0.14	0.110

PENETRACION													
PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (dfr.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (dfr.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (dfr.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		7	1.8			3	0.8			2	0.5		
1.27		12	3.0			5	1.3			5	1.3		
1.91		21	5.3			10	2.5			8	2.0		
2.54	70.31	31	7.8	13.57		15	3.8	6.74		10	2.5	3.43	
3.81		55	13.8			23	5.8			14	3.5		
5.08	105.46	71	17.8	19.52		35	8.8	10.35		20	5.0	4.92	
6.35		94	23.6			52	13.1			30	7.5		
7.62		125	31.4			66	16.6			42	10.6		
8.89		145	36.4			82	20.6			59	14.8		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Palomino Oscco
CIP N° 252770
INGENIERO EN GEOTECNIA



Fredy Polanco Oscco
ING. GEOTECNIA
CIP N° 14384
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD
TESIS: SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS,
SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL: CLORURO DE MAGNESIO + CAL EN 3%.

UBICACIÓN: AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS

COORDENADAS: 0

PROFUNDIDAD: 1.50 m

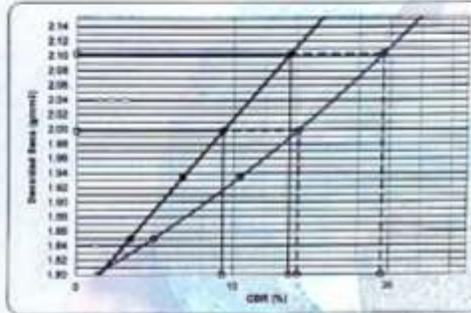
FECHA RECEPCIÓN: 04 03 2022

ING. RESPONSABLE: A.P.O.

FECHA DE ENSAYO: 4 03 2022

ENTIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

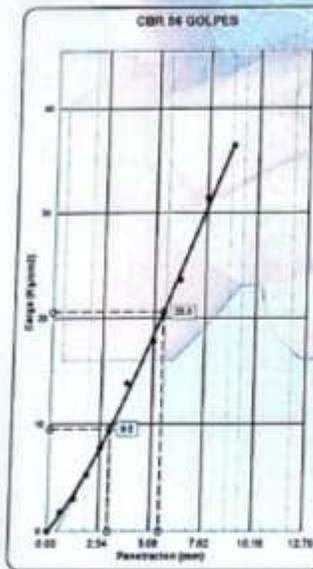


C.B.R. AL 100% DE M.O.S. 0.1"	13.6
C.B.R. AL 90% DE M.O.S. 0.1"	9.3

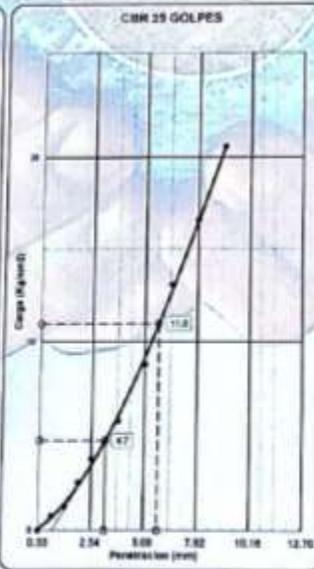
C.B.R. AL 100% DE M.O.S. 0.2"	19.5
C.B.R. AL 90% DE M.O.S. 0.2"	14.1

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.099 g/cm ³
Humedad Opt	9.8 %

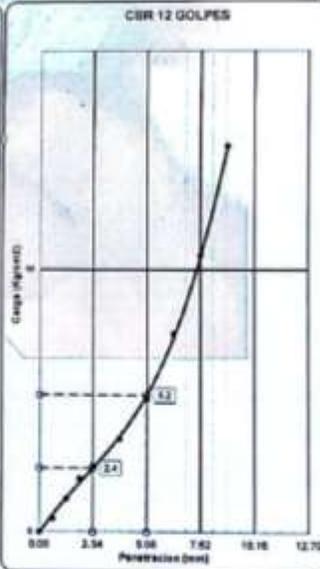
Observaciones:



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 13.6
C.B.R. (0.2")-56 GOLPES : 19.5



C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 6.7
C.B.R. (0.2")-25 GOLPES : 10.4



C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 3.4
C.B.R. (0.2")-12 GOLPES : 4.9



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Freddy Palomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104184
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDACIONES



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA
PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE
UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL-
AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-
ANDAHUAYLAS-2022

CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 9%.



Alex Palomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO CIVIL



Freddy Polomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP. 104884
ESPECIALISTA SUELOS Y FUNDACIONES



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO- ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 9%

M-01

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS N° CALCATA : C_01
COORDENADAS : PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA RECEPCIÓN : 2022-03-04 ING. RESPONSABLE : A.P.O.
FECHA DE ENSAYO : 2022-03-04 ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
SOLICITA : BACH.FOCCORPACHI ECHAVARRIA RUTH SHIWELY

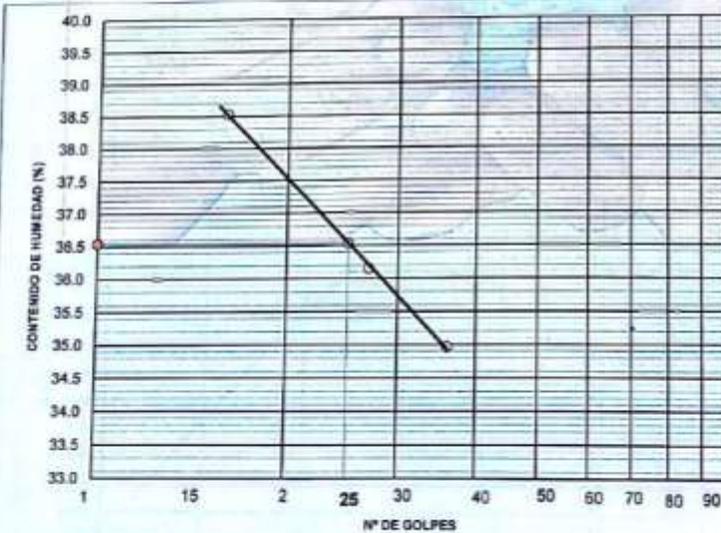
LIMITES DE CONSISTENCIA PASANTE MALLA N° 40

LIMITE LIQUIDO (LL) MTC E 110-2000

NUMERO DE GOLPES, N	16	27	36
N° DEL DEPOSITO	1	2	3
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	38.55	43.20	42.64
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	34.50	39.31	38.43
PESO DEL AGUA (g)	4.05	3.89	4.21
PESO DEL DEPOSITO (g)	23.99	28.55	26.39
PESO DEL SUELO SECO (g)	10.51	10.76	12.04
CONTENIDO DE AGUA (w%)	38.53	36.15	34.97

LIMITE PLASTICO (LP) MTC E 111-2000

N° DEL DEPOSITO	1	2
PESO DEL SUELO HUMEDO + DEPOSITO (g)	27.75	30.88
PESO DEL SUELO SECO + DEPOSITO (g)	26.70	29.30
PESO DEL AGUA (g)	1.05	1.58
PESO DEL DEPOSITO (g)	23.08	23.84
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.62	5.46
CONTENIDO DE AGUA (W%)	1.05	1.58
% DE HUMEDAD	29.01	28.94



LL = 36.5 %

LP = 29 %

LP = 7.6 %

OBSERVACIONES:



Fredy Polomino Oscco
ING. GEOLOGO
CIP: 10424
ESPECIALISTA EN OBRAS DE FUNDACIONES



Alex Polomino Oscco
CIP: N° 252770
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESION + CAL EN 9%

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS

N° CALICATA : C_01

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA RECEPCION : 2022-03-04

ING. RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 2022-03-04

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

SOLICITA : SACH.POCOCOPACH ECHAVARRIA RUTH SHAW

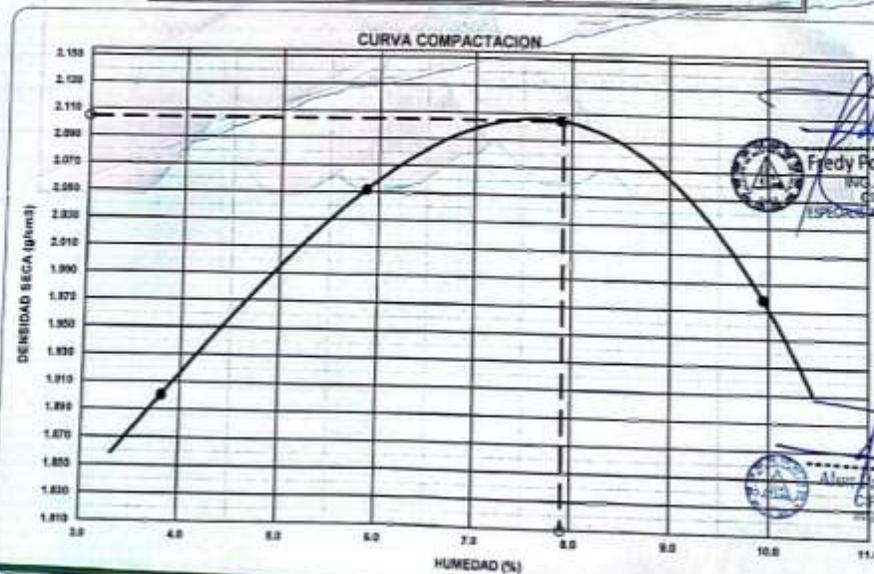
ENSAYO DE COMPACTACION MTC E 115-2000					
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2151 cm ³	MOLDE N° :	3
COMPACTACION					
N° ENSAYO		1	2	3	4
PESO MOLDE + SUELO	(g)	12957.0	13386.0	13897.0	13392.0
PESO MOLDE	(g)	8713	8713	8713	8713
PESO SUELO COMPACTADO	(g)	4244	4673	4884	4679
DENSIDAD HUMEDA	(g/cm ³)	1.973	2.172	2.271	2.175
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°		0	0	0	0
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(g)	545.0	545.0	548.0	553.0
PESO SUELO SECO + TARA	(g)	525.0	511.0	503.0	503.0
PESO DEL AGUA	(g)	20.0	20.0	40.0	90.0
PESO DEL RECIPIENTE	(g)	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO	(g)	525.0	511.0	503.0	503.0
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	3.8	5.9	7.9	9.9
DENSIDAD SECA	(g/cm ³)	1.901	2.052	2.105	1.979

MAXIMA DENSIDAD SECA

2.104 g/cm³

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

7.9 %



Fredy Polomino Oscco
ING. GEÓLOGO
C.P. N° 104884
ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

Alvaro Polomino Oscco
C.P. N° 252770
INGENIERO CIVIL



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

TESIS : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022
 MATERIAL : CLORURO DE MAGNESIO + CAL EN 9%
 UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS
 COORDENADAS : 0 PROFUNDIDAD : 1.50 m
 FECHA RECEPCION : 04 03 2022 ING.RESPONSABLE : A.P.O.
 FECHA DE ENSAYO : 4 03 2022 ENTIDAD : UNIVER: Anillo - C

C.B.R DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132-2000

	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Compactación						
Peso molde + suelo húmedo (g)	13597	13597.0	11587	11587.0	11399	11596
Peso de molde (g)	8713	8713	6567	6567	6621	6621
Peso del suelo húmedo (g)	4884	4884	5020	5020	4778	4975
Volumen del molde (cm ³)	2151	2151	2334	2334	2323	2323
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.271	2.271	2.151	2.151	2.057	2.142
Contenido de Humedad (%)						
Recipiente N°						
Tara + Suelo húmedo (g)	548.00	447.60	548.00	391.00	548.00	350.4
Tara + Suelo seco (g)	508.00	422.60	508.00	368.90	508.00	321.7
Peso del Agua (g)	40.00	25.00	40.00	22.10	40.00	28.70
Tara (g)						
Peso del suelo seco (g)	508.00	422.60	508.00	368.90	508.00	321.70
Humedad (%)	7.87	5.92	7.87	5.99	7.87	8.92
Densidad seca (g/cm ³)	2.105	2.144	1.994	2.029	1.907	1.968

SIN EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
5 01 2022	09:00	0	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
6 01 2022	09:00	24	5.00	0.05	0.039	7.00	0.07	0.055	10.00	0.10	0.079
7 01 2022	09:00	48	7.00	0.07	0.055	9.00	0.09	0.071	12.00	0.12	0.094
8 01 2022	09:00	72	9.00	0.09	0.071	11.00	0.11	0.087	14.00	0.14	0.110

PENETRACION

PENETRACION (mm.)	CARGA STAND. Kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%	Dial (div.)	Kg./cm ²	Kg./cm ²	%
0.00		0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.64		12	3.0			10	2.5			3	0.8		
1.27		25	6.3			17	4.3			7	1.8		
1.91		37	9.3			25	6.5			10	2.5		
2.54	70.31	50	12.6	18.29		35	8.8	11.93		12	3.0	4.98	
3.81		78	19.6			50	12.6			20	5.0		
5.08	105.46	100	25.1	23.66		70	17.6	17.14		33	8.3	7.54	
6.35		125	31.4			99	24.9			43	10.8		
7.62		138	34.7			140	35.2			58	14.6		
8.89		166	41.7			185	46.5			82	20.6		
10.16													
11.43													
12.70													



Alex Polomino Oscco
CIP. N° 252770
INGENIERO



Fredy Polomino Oscco
ING. GEÓLOGO
CIP. 104854



INGENIEROS & LABORATORIO DE SUELOS S.A.C.

Estudio de Suelos - Geotecnia - Minería - Gestión Ambiental



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ARCILLOSA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD
TESIS: SOPORTE UTILIZANDO CLORURO DE MAGNESIO Y CAL- AVENIDA LOS CHANKAS,
SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS-2022

MATERIAL : CLORURO DE MAGNESIO + CAL EN 9%.

UBICACIÓN : AVENIDA LOS CHANKAS, SAN JERONIMO-ANDAHUAYLAS

COORDENADAS : 0

PROFUNDIDAD : 1.50 m

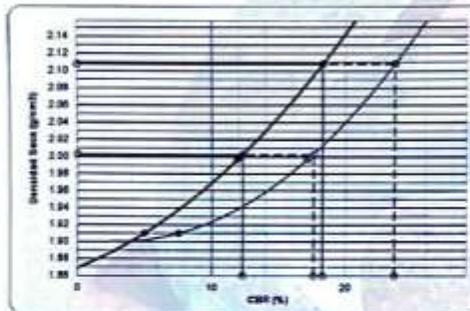
FECHA RECEPCION : 04 03 2022

ING.RESPONSABLE : A.P.O.

FECHA DE ENSAYO : 4 03 2022

ENTIDAD : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

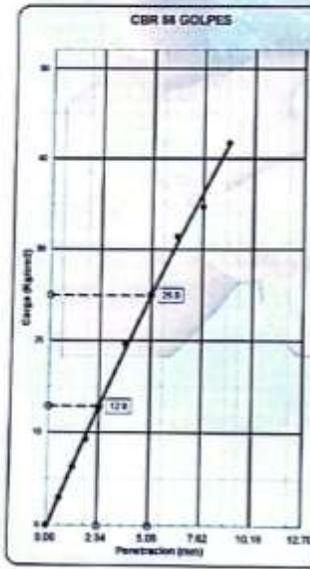


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.1% : 18.3
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.1% : 12.3

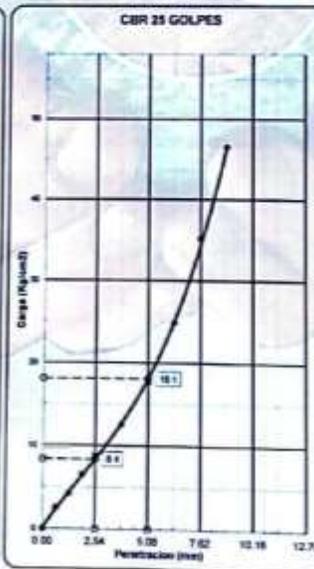
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. 0.2% : 23.7
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. 0.2% : 17.6

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.104 g/cm ³
Humedad Opt.	7.9 %

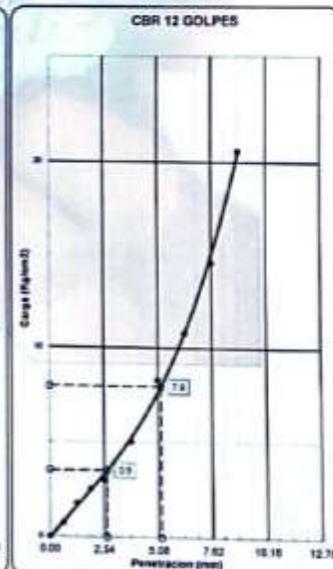
Observaciones:



C.B.R. (0.1%) - 56 GOLPES : 18.3
 C.B.R. (0.2%) - 56 GOLPES : 23.7



C.B.R. (0.1%) - 25 GOLPES : 11.9
 C.B.R. (0.2%) - 25 GOLPES : 17.1



C.B.R. (0.1%) - 12 GOLPES : 5.0
 C.B.R. (0.2%) - 12 GOLPES : 7.5



Alex Palomino Oscco
 CIP 11° 252770
 INGENIERO CIVIL



Freddy Palomino Oscco
 ING. GEOLÓGICO
 CIP 104864

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NUMERO: 054-2021 PLF

OBJETO DE PRUEBA: <i>Instrument</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	Pág. 1 de 3
Rangos <i>Measurement range</i>	50,000 kN	
FABRICANTE <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PS - 27	
Serie <i>Identification number</i>	158	
Ubicación de la máquina <i>Location of the machine</i>	Laboratorio de PINZUAR LTDA.	
Norma de referencia <i>Norm of used reference</i>	NTC - ISO 7500 - 1 (2007 - 07 - 25)	
Intervalo calibrado <i>Calibrated interval</i>	Del 10% al 100% del Rango	
Solicitante <i>Customer</i>	JJR INGENIEROS & LABORATORIOS DE-SUELO SAC.	
Dirección <i>Address</i>	Jr. BOLOGNESI N° 500	
Ciudad <i>City</i>	APURÍMAC	
PATRON(ES) UTILIZADO(S) <i>Measurement standard</i>		
Tipo / Modelo <i>Type / Model</i>	TS-C-SI / PG - 300	
Rangos <i>Measurement range</i>	50 kN	
Fabricante <i>Manufacturer</i>	AEP	
No. serie <i>Identification number</i>	J8105332 / 101	
Certificado de calibración <i>Calibration certificate</i>	N° 4248	
Fecha de validez <i>Date of validity</i>	2014 - 04 - 01	
Incertidumbre de medida <i>Uncertainty of measurement</i>	0,062 %	
Método de calibración <i>Method of calibration</i>	Comparación Directa	
Unidades de medida <i>Units of measurement</i>	Sistema Internacional de Unidades (SI)	
FECHA DE CALIBRACIÓN <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 14	
FECHA DE EXPEDICIÓN <i>Date of issue</i>	2021 - 12 - 15	
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS <i>Number of pages of this certificate and documents attached</i>		3

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signatories



Tec. Gilmer Amador Huamani Huamani
Responsable del Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

 NÚMERO 053 - 2021 PLF
 Pág. 2 de 3

 Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
 Tipo de Instrumento: MÁQUINA MULTISUS AUTOMÁTICA COMPUTARIZADA

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0,001 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	0,50	0,500	0,500		0,500	
20	1,00	1,000	1,001		1,000	
30	1,50	1,501	1,500		1,501	
40	2,00	2,001	2,001		2,000	
50	2,50	2,500	2,500	No Aplica	2,501	No Aplica
60	3,00	3,001	3,000		3,001	
70	3,50	3,500	3,501		3,501	
80	4,00	4,001	4,001		4,001	
90	4,50	4,501	4,501		4,501	
100	5,00	5,001	5,000		5,001	
Indicación después de Carga:		0,0	0,0		0,0	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	Relativa	Relativa
		a (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)	U± (%) k=2
10	0,5	0,04	0,08			0,200	0,14
20	1,0	-0,03	0,08			0,100	0,09
30	1,5	-0,05	0,04			0,067	0,08
40	2,0	-0,03	0,03			0,050	0,07
50	2,5	-0,02	0,02	No Aplica	No Aplica	0,040	0,07
60	3,0	-0,02	0,03			0,033	0,07
70	3,5	-0,02	0,01			0,029	0,07
80	4,0	-0,02	0,01			0,025	0,07
90	4,5	-0,02	0,01			0,022	0,07
100	5,0	-0,01	0,01			0,020	0,07
Error Relativo de Cero fo (%)		0,00	0,00	0,00	No Aplica		

Técnico de Calibración: Gilmer A. Huamán P.

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA. AL SERVICIO

Anexo 05: Panel Fotográfico

Foto # 01

- Etapa de exploración – calicata en la Av. Los chankas- San Jerónimo, 2022



Foto # 02



Foto # 03

- Ensayo de limite liquido

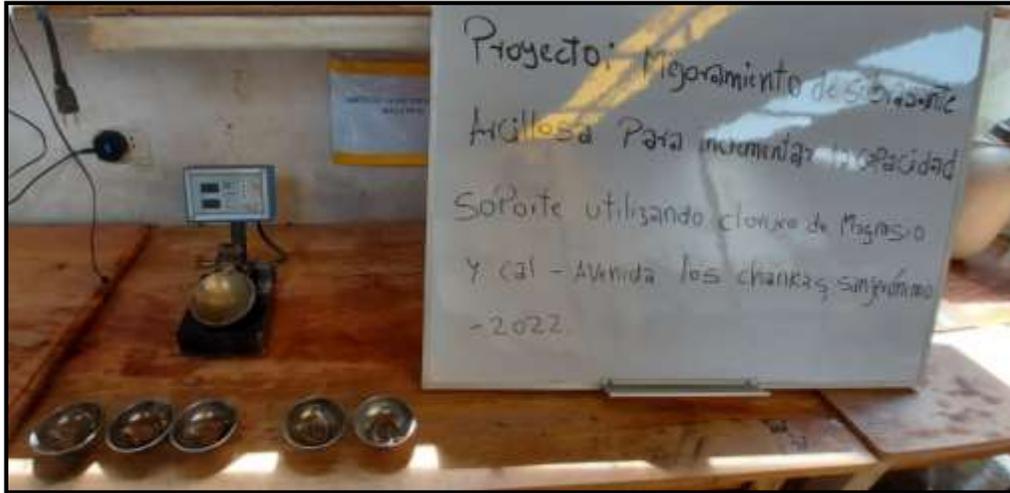


Foto # 04

- Utilizacion de materiales para el ensayo proctor modificado



Foto # 05



Foto # 06

- Aplicación de cloruro de magnesio y cal en un 1% de la muestra natural previamente tamizado, para el ensayo de límite de atterberg

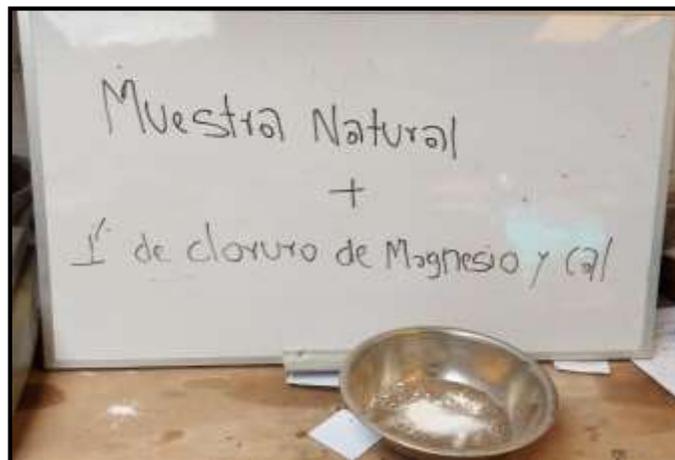


Foto # 07

- Aplicación de cloruro de magnesio y cal en un 3% de la muestra natural previamente tamizado, para el ensayo de límite de atterberg

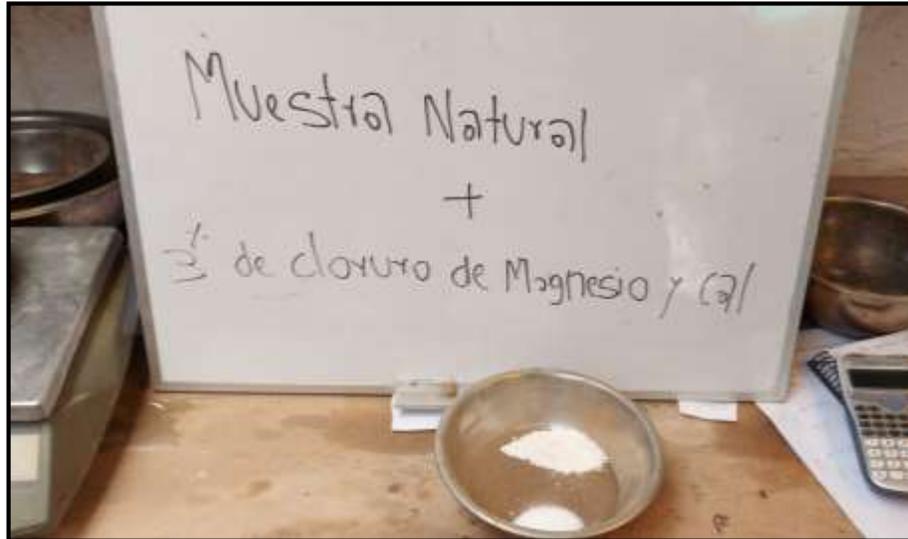


Foto # 08

- Aplicación de cloruro de magnesio y cal en un 9% de la muestra natural previamente tamizado, para el ensayo de límite de atterberg

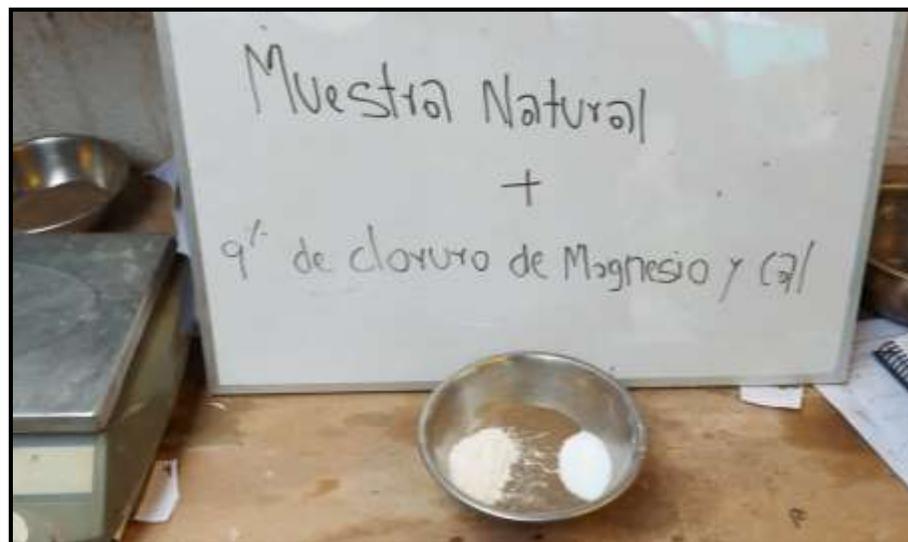


Foto # 09

- Resultados de los límites de atterberg para las dosificaciones de 1%, 3%, 9% de cloruro de magnesio y cal



Foto # 10

- Aplicación de la dosificación 1% de cloruro de magnesio y cal, para el ensayo CBR



Foto # 11

- Aplicación de la dosificación 3% de cloruro de magnesio y cal, para el ensayo CBR



Foto # 12

- Aplicación de la dosificación 9% de cloruro de magnesio y cal, para el ensayo CBR



Foto # 13

- Etapa de saturación en cuanto a las dosificaciones de 1%, 3%, 9% de cloruro de magnesio y cal



Foto # 14

- Etapa de punzonamiento en cuanto a las dosificaciones de 1%, 3%, 9% de cloruro de magnesio y cal.

