



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el
Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Gambini Zelada, Jampier Alexander (ORCID: 0000-0002-3606-2807)

ASESOR:

Dr. Cerna Chavez, Rigoberto (ORCID: 0000-0003-4245-5938)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi madre, Marlene Zelada Aguilar y a mi padre Wenceslao Gambini Izaguirre, por el sacrificio y el esfuerzo que tuvieron que pasar para darme la educación y porque fueron ellos quienes me motivaron a seguir este camino inculcándome valores. También a mis hermanos por darme su apoyo cuando más lo necesitaba y por último a mi pareja por hacerme mejor persona.

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida, salud y fortaleza para poder salir adelante, a mis padres Wenceslao Gambini Izaguirre y Marlene Zelada Aguilar por darme siempre su apoyo emocional y económico porque gracias a ellos es que hoy soy quien soy, a mis familiares de Huaraz en especial a mi tío Epifanio Ita Rivero, por haberme apoyado y haberme brindado todos sus conocimientos para poder elaborar mi proyecto de investigación, a todos mis hermanos, en especial a Fredy Gambini R. y Williams Gambini P. que me apoyaron económicamente en momentos que más lo necesitaba, a Xiomara Gambini Z. por ser una hermana ejemplar, a mi asesor Rigoberto Cerna Chávez que me ayudo durante todo este proceso con exigencia y dedicación y por ultimo pero no menos importante a mi enamora Sowi Glenni Gamboa, por haberme ayudado e incentivado a culminar mi proyecto de investigación.

Índice de contenido

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLÓGIA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variable y operacionalización	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	19
V. DISCUSIÓN	29
VI. CONCLUSIONES	33
VII. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXO	

Índice de tablas

	Pg.
Tabla N°01: Sistema unificado de clasificación del suelo	5
Tabla N°02: Sistema de clasificación AASHTO	6
Tabla N°03: Profundidad y numero de calicatas según el tipo de carretera	7
Tabla N°04: Clasificación del suelo según el CBR	8
Tabla N°05: Resultados para la clasificación del suelo	15
Tabla N°06: Comparación de los resultados de California Bearing Ratio al 95% y 100%	21
Tabla N°07: CBR (100% M.D.S.) según adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio	22
Tabla N°08: CBR (95% M.D.S.) según adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio	23
Tabla N°09: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de los BCR de las muestras de suelo son diferentes.	23

índice de gráficos y figuras

	Pg.
Gráfico N°01: Tendencia Proctor modificado sin cloruro de sodio	16
Gráfico N°02: Tendencia Proctor modificado con 2% de cloruro de sodio	17
Gráfico N°03: Tendencia Proctor modificado con 4% de cloruro de sodio	17
Gráfico N°04: Tendencia Proctor modificado con 6% de cloruro de sodio	18
Gráfico N°05: Tendencia California Bearing Ratio al 100% y al 95% sin cloruro de sodio	18
Gráfico N°06: Tendencia California Bearing Ratio al 100% y al 95% con 2% de cloruro de sodio	19
Gráfico N°07: Tendencia California Bearing Ratio al 100% y al 95% con 4% de cloruro de sodio	20
Gráfico N°08: Tendencia California Bearing Ratio al 100% y al 95% con 6% de cloruro de sodio	20

Resumen

La tesis que se realizó tiene como título “Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca” dicha investigación redacta información con relación al tema, explicando que es la estabilización, las propiedades del cloruro, como se obtiene este aditivo y definición de los ensayos que se usó. Esta investigación es de tipo experimental (cuasi experimental), la población es la subrasante de 6m de ancho y 0.38km de longitud, la muestra fue la calicata y según el manual de carreteras del MT se realizó una calicata, usando como técnica el análisis documental y la observación, ambas técnicas tiene como objetivo la recolección de datos, como instrumento se usaron los protocolos o fichas. Además, se clasificó el suelo con los ensayos de límite de consistencia y granulometría según AASHTO, también se determinó el grado de compactación, luego se halló la capacidad de soporte con el ensayo de california bearing ratio (CBR). Por último, se comparó y se analizó el porcentaje que logra incrementar la capacidad de soporte, llegando a concluir que el cloruro de sodio si mejora la capacidad de soporte de un suelo arcilloso para ser usada como subrasante.

Palabras Clave: (Estabilización de la subrasante, cloruro de sodio)

Abstract

The thesis that was carried out has the title "Stabilization of the subgrade with sodium chloride in Sector 24, Villa de Huacariz-Cajamarca", said research writes information related to the subject, explaining what is stabilization, the properties of chloride, as get this additive and definition of the tests that was used. This research is experimental (quasi-experimental), the population is the subgrade 6m wide and 0.38km long, the sample was the pit and according to the MT road manual a pit was made, using documentary analysis as a technique and the objective of observation, both techniques is to collect data, protocols or records were used as an instrument. In addition, the soil was classified with the grain size tests and consistency limits according to AASHTO, the degree of compaction was also determined, then the bearing capacity was found with the California bearing ratio (CBR) test. Finally, the percentage that manages to increase the bearing capacity was compared and analyzed, concluding that sodium chloride does improve the bearing capacity of a clay soil to be used as a subgrade.

Keywords: (Stabilization of the subgrade, sodium chloride).

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo existen calles pavimentadas y no pavimentadas que se ven afectadas debido a la presencia de finos, estos muestran según sus rasgos un bajo porcentaje de CBR y que, en acercamiento al líquido, exponen una diferencia volumétrica lo que ocasiona desproporciones y trochas en las carreteras (Nikhil et al, 2015, p.2).

El Perú no es ajeno a ello, ya que cuenta con una enorme área de terreno donde existen diversos prototipos de suelos como (grava, arena, limo y arcilla). existiendo comportamiento distinto ante las cargas de vehículos las cuales se han evidenciados muchos acontecimientos que provocan anomalías en las calles (Rucks, 2004, p.67).

Centrándonos en las carreteras del interior del sector 24 la villa de Huacariz-Cajamarca, se observan que las calles se encuentran totalmente deterioradas, a causa del intemperismo del tiempo como (clima). Dichos daños se originan debido a las continuas lluvias y a la carencia reiterada del mantenimiento de las vías, a cargo de las organizaciones capacitadas, en consecuencia, se suscitan imperfecciones en las calles (Rebolledo, 2010, p.16).

La presencia de finos en el suelo lleva cambios de cuerpo ante variaciones de humedad, produciendo irregularidades y asentamientos, a su vez causan complicaciones para los usuarios ocasionando el deterioro de automóviles, disgusto en el transporte, excesivos tiempos de tránsito y perturbando el estilo de la sociedad (Pérez, 2002, p.12).

Según Sandoval (2012) los suelos que presentan finos son considerados como los más peligrosos para cimentar tanto en hogares como en carreteras y obras de gran magnitud, debido a su cambio volumétrico, al mismo tiempo se sabe que el funcionamiento a largo plazo de cualquier propósito deriva de la particularidad de suelo (p.4).

Debido a la problemática existente, se han realizado diversos tipos de estudios para mejorar la resistencia del suelo, empleando adiciones como cal, cemento, aditivos químicos y otros, con el propósito de corregir los rasgos físicas y mecánicas

obteniendo como resultados una excelente calidad de suelo a un bajo costo en beneficio de la comunidad (Swetha et al, 2016, p.1).

Por esta razón, habiendo manifestado la realidad de la investigación, se formula el siguiente problema: ¿Se podrá incrementar la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca al añadirle cloruro de sodio?

La investigación se justifica debido a que se realiza con la finalidad de beneficiar a todos los pobladores del Sector 24 la Villa de Huacariz para que puedan mejorar su calidad de vida tanto peatonal como de tránsito, reduciendo de esta forma el deterioro de materiales, de automóviles, evitando disgusto en el transporte, y los excesivos tiempos de tránsito. Este estudio pretende aportar conocimiento sobre la estabilización con cloruro de sodio a una forma económica, dado que el uso de esta sal es a un bajo precio, pues reduce el transporte de materiales como over, afirmados y otros, amplificando la consistencia del suelo, disminuyendo inconvenientes de trabajo, mantenimiento de los afirmados, extendiendo el volumen de soporte, reduciendo la filtración del agua y desarrollando la firmeza a la compresión.

La investigación se estableció el objetivo principal de determinar si incrementara la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca al añadirle cloruro de sodio

De modo que, se plantearon los objetivos específicos como clasificar el suelo de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca a través de los ensayos de granulometría y límites de consistencia, conjuntamente obtener el grado de compactación de la subrasante con y sin cloruro de sodio mediante el ensayo de Proctor modificado, hallar la capacidad de soporte de la subrasante con y sin cloruro de sodio a través del ensayo de la relación de soporte de California (CBR) y por último determinar el porcentaje óptimo de cloruro de sodio para incrementar la capacidad de soporte de la subrasante.

De igual forma, se planteó la siguiente hipótesis: el cloruro de sodio incrementará significativamente la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca.

II. MARCO TEÓRICO

Para ejecutar la siguiente investigación se utilizó información de estudios previos como antecedentes, dentro de estos tenemos al autor Guamán (2016), en su investigación titulada “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio) – Ecuador - 2016” tuvo como objetivo analizar el comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado con componentes químicos (cal y cloruro de sodio) en el laboratorio, utilizando la técnica de análisis documental la información relevante de artículos, libros, etc. la investigación fue de tipo experimental, realizándose 1 calicata, para la clasificación de suelo se encontró que según sus características es un suelo arcilloso de alta plasticidad. Para el ensayo de capacidad de soporte se realizó 3 experimentales con la adición de 2,5%, 7,5% y 12,5% de cloruro de sodio, para la muestra padrón se obtiene una densidad seca de 1.531gr/cm³ con un contenido de humedad de 35,3% y un CBR de 4,85%, y que al añadirle 2,5% de cloruro de sodio su densidad seca es de 1,549gr/cm³ con un contenido de humedad de 32,5% y un CBR de 9,3% llegando a la conclusión que el cloruro de sodio si mejora la capacidad de soporte en un suelo arcilloso.

De igual modo, se tuvo al autor Palomino (2016), en el trabajo de pregrado “Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca - 2016”, tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% en el índice california bearing ratio (CBR), este proyecto es de tipo experimental y conto con 3 experimentales. Se realizó 1 calicata para esta investigación, además para la clasificación de suelo se encontró que según sus características es un suelo arcilloso. Para el ensayo de capacidad de soporte se realizó 3 experimentales con la adición de 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio, para la muestra padrón obtuvo una densidad seca de 1.9gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.232% y un CBR 0.1” de 4.43%, CBR 0.2” de 4.85%, y que al añadirle 12% de cloruro de sodio al suelo su densidad seca es de 2.055gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.151% y un CBR 0.1” de 4.85%, CBR 0.2” de 5.32% llegando a la conclusión que el cloruro de sodio si mejora la capacidad de soporte en un suelo arcilloso.

Asimismo, se tuvo a los autores Eche y Peláez (2019), en su investigación titulada “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019” tuvo como objetivo principal determinar la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa - Ancash – 2019, utilizando la técnica de la observación directa y usando los protocolos como instrumento, la investigación fue de tipo experimental puro realizándose 6 calicatas, para la clasificación de suelo encontraron según sus características un suelo limoso. Para el ensayo de capacidad de soporte realizaron 3 experimentales con la adición de 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio, para la muestra padrón obtuvieron una densidad seca de 1.777gr/cm³ con un contenido de humedad de 12.2% y un CBR al 95% de 7%, y que al añadirle 2% de cloruro de sodio su densidad seca es de 1.8gr/cm³ con un contenido de humedad de 13% y un CBR al 95% de 7.46% concluyendo que el cloruro de sodio si mejora la capacidad de soporte en un suelo limoso.

Por último, para los autores Luna e Yzaguirre (2019), en su tesis titulada “Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019” teniendo como objetivo general determinar la influencia del cloruro de sodio proveniente del agua de mar en la estabilización del suelo de la Red Vial AN-873, utilizando la técnica de la observación experimental usando los protocolos como instrumento, la investigación fue de tipo experimental cuasi experimental y realizaron 4 calicatas, para la clasificación de suelo encontraron según sus características un suelo limo arenoso. Para el ensayo de capacidad de soporte se realizó 2 experimentales con la adición de 5% y 7% de cloruro de sodio, para la muestra padrón se obtiene una densidad seca de 2.046gr/cm³ con un contenido de humedad de 12.10% y un CBR 8.29%, y que al añadirle 5% de cloruro de sodio su densidad seca es de 2.10gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.10% y un CBR 16.06% llegando a la conclusión que el cloruro de sodio si mejora la capacidad de soporte en un suelo limo arenoso.

En cuanto a las teorías relacionadas al tema de esta investigación se tiene el concepto de suelo, para Raffino (2020), el “suelo es la parte más ligera de la corteza terrenal, en su generalidad está compuesta por fragmentos de piedras, las cuales

proviene de procedimientos erosivos y diferentes cambios químicos y físicos” (p. 8). De igual manera, para Pereira (2015), el “suelo sirve como soporte de todos los trabajos ejecutados por las infraestructuras” (p. 6).

Por otra parte, se tiene la clasificación de suelos por medio de SUCS, en esta se describen las características, estructuras y dimensiones del suelo (Geoxnet, 2017, p. 89).

Tabla N°01: Sistema unificado de clasificación del suelo

Divisiones principales		Símbolo	Material
Granos gruesos	Gravas limpias	GW	Grava bien graduada
	Gravas con finos	GP	Grava mal graduada
	Gravas con finos	GM	Grava Limo
	Arenas limpias	GC	Grava arcillosa
	Arenas limpias	SW	Arena bien graduada
	Arenas con finos	SP	Arena mal graduada
	Arenas con finos	SM	Arena limosa
	Arenas con finos	SC	Arena arcillosa
	Limos y arcilla (LL<50)	ML	Limos
	Limos y arcilla (LL<50)	CL	Arcilla
Granos finos	Limos y arcilla (LL<50)	OL	Limos
	Limos y arcilla (LL<50)	MH	Limos
	Limos de arcilla (LL>50)	CH	Arcilla
	Limos de arcilla (LL>50)	OH	Arcilla
Suelo muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido Orgánico.	

Fuente: Tabla extraída del Manual de carretera MTC, 2018, p.56.

Del mismo modo, se tiene la clasificación por medio de AASHTO, este sistema se basa en distribuir el tamaño de partícula y se clasifica con la tabla AASHTO, ambos sistemas te ayudan a saber si el suelo cumple los requerimientos de la Norma para ser usado como pavimento (Gioconda, 2015, p. 5).

Tabla N°02: Sistema de clasificación AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos que pasa por el tamiz N°200)						Materiales limos y arcillas (35% o menos que pasa por el tamiz N°200)					
Grupos	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	
Sub grupos	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6
N°10	50máx											
N°40	30máx	50máx					51min					
N°200	15máx	25máx	35máx	35máx	35máx	35máx	10máx	36min	36min	36min	36min	36min
L.L			40máx	41min	40máx	41min		40máx	41min	40máx	41min	41min
L.P	6máx	6máx	10máx	10máx	11min	11min	NP	10máx	10máx	11min	11min	11min
Material	Piedra, grava y arena		Grava, arena limo y arcilla				Arena fina	Suelo limo		Suelo arcilloso		
Condición	Bueno a excelente						Pobre a malo					

Fuente: Tabla extraída del Manual de carretera MTC, 2018, p.104.

- El Índice plástico del sub grupo A-7-5 es igual o menor al límite liquido menos 30.
- El Índice plástico del sub grupo A-7-6 es mayor al límite liquido menos 30.
- NP: No plastic
- LL: Límite Líquido
- LP: Límite Plástico

Ahora bien, las calicatas se le conoce también como pozos, estas se elaboran con dimensiones de 1m de ancho, 1m de largo y 1.5m de alto según la Norma E.050, las calicatas se realizan para llevar muestras al laboratorio y examinar el suelo (Gálvez, 2014, p. 2).

Tabla N°03: Profundidad y número de calicatas según el tipo de carretera

Tipo de carretera	Profundidad	Numero de calicatas
Autopistas: IMDA mayores de 6000 veh/día	1.50 m nivel sub rasante	De 2 a 3 carriles: 4 calicatas por km De 4 carriles: 6 calicatas por km
Autopistas: IMDA entre de 6000 y 4001veh/día	1.50 m nivel sub rasante	De 2 a 3 carriles: 4 calicatas por km De 4 carriles: 6 calicatas por km
Carretera 1º clase: IMDA entre 4000 y 2001 veh/día	1.50 m nivel sub rasante	4 calicatas por km
Carretera 2º clase: IMDA entre 2000 y 401 veh/día	1.50 m nivel sub rasante	3 calicatas por km
Carretera 3º clase: IMDA entre 400 y 201 veh/día	1.50 m nivel sub rasante	2 calicatas por km
Carretera bajo volumen: IMDA menor a 200 veh/día	1.50 m nivel sub rasante	1 calicata por km

Fuente: Tabla extraída del Manual de carretera MTC, 2018, p.16.

Por otro lado, los pavimentos son construidos y diseñados con el pensamiento de mejorar y conservar las condiciones apropiadas para la circulación de los vehículos, y tiene el propósito de dar un área de rodamiento que sea viable para el tráfico (Becerra, 2012, p. 5). De igual modo, existen pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos semirrígido (Morales, Chávez y López, 2009, p.17).

En cuanto a la circulación de vehículos de al menos de dos ejes, geométricas, con pendientes transversales, longitudinales, secciones transversales y superficie de rodadura (Montejo, 2002, p. 8). Para el Manual de carreteras MTC (2018, la “carretera de segunda clase cuenta con dos o más carriles con un ancho de 3.3m, las autopistas de primera, segunda clase y carretera de primera clase cuentan con dos a más carriles con un ancho de 3.6m” (p.13).

Tabla N°04: *Clasificación del suelo según el CBR*

Descripción	CBR
Subrasante mala o inadecuada	CBR<3%
Subrasante pobre	CBR= 3%-5%
Subrasante regular	CBR= 6%-10%
Subrasante buena	CBR= 11%-19%
Subrasante buena calidad o muy buena	CBR= 20%-29%
Subrasante excelente	CBR>30%
Sub base buena	CBR= 30%-60%
Base buena	CBR= 60%-80%
Base excelente	CBR= 80%-100%

Fuente: Tabla extraída del Manual de carretera MTC, 2018, p.206.

Mientras tanto, para Ugaz (2006), la “estabilización es el procedimiento de someter el suelo a procesos donde se mezcla el suelo con aditivos, con la finalidad de reducir la permeabilidad e incrementar la resistencia, disminuyendo los cambios volumétricos (expansiones o asentamientos)” (p. 45). Además, para Khunt et al (2014), la “utilización de químicos aumenta en la subrasante la capacidad de soporte y optimiza la erosión por tráfico pesado o por las fuertes lluvias” (p. 1). De Po otro lado, la adición de sal al material arcilloso y granular disminuye su contracción volumétrica, sumando la disminución de la diferenciación de la humedad y la formación de micro capas de sal mantendrán incorporadas las partículas, convirtiéndolas en menos aptos a la rozadura del tráfico y a su deterioro (Guttikonda et al, 2018, p. 4). Por último, para Ramya et al (2018), considera como el “estabilizante natural al cloruro de sodio, que logra cambiar la estructura del material optimando sus propiedades físicas, lo que ayuda a acrecentar el aguante a los esfuerzos de compresión y tracción, por lo tanto, disminuye la permeabilidad” (p. 1). También este desgaste de agua logra la cristalización del cloruro de sodio adentro de los vacíos del suelo que llena en calidad de sólido. Esto debe producir un incremento en la densidad del suelo (Guttikonda et al, 2018, p. 4).

En relación con los métodos para obtener el cloruro de sodio existen tres métodos para obtener el cloruro de sodio, primero es con los rayos del sol, consiste en poner el agua salada (mar) en zonas donde el sol lo evapore obteniendo residuos de sal, pero este método se considera muy costoso, el segundo método es el uso de hornos que evapora el agua del mar, recogiendo los residuos que después se convierten en sal y el tercer método es extraer esta sal de las minas (Nolasco, 2015, p. 13).

De igual forma, para Zapotecas y Sánchez (2016), indican que el “cloruro de sodio según sus propiedades físicas tiene un peso molecular de 58.44g/mol, una densidad de 2160kg/m³, punto de fusión 1074k (801 C°) y un punto de ebullición de 1738k (1465 C°), como propiedades químicas se sabe de este aditivo que es muy soluble al agua (35,9g por en 100g agua)” (p. 4). Finalmente, para Firoozi et al (2017), afirma que el “aditivo no es inflamable ni reactivo” (p. 3).

En cuanto a la granulometría, para Toirac (2012), la “granulometría es la representación de los tamaños de los agregados mediante el tamizado” (p. 298). Este ensayo es de suma importancia para poder clasificar el suelo, con los formatos podremos saber el tipo de suelo que es y si es bueno o malo para estructurar o pavimentar (García, 2009, p. 2).

Por otra parte, dentro de los límites de consistencias se tiene el límite líquido, pasa de fase semilíquido a fase plástico y es un suelo que puede moldearse con facilidad y se elabora con el ensayo de copa de Casagrande (Duarte y Rojas, 2017, p. 56). También el límite plástico, pasa de un suelo de estado plástico a semisólido también es cuando al elaborarse hilos con los dedos estos se rompen (T. Garibay, 2005, p. 2). Por último, se tiene el índice plástico te indica el tamaño de intervalo del contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene plástico (Cevallos, 2012, p. 2).

De igual modo, se tiene el ensayo de California bearing ratio como el ensayo mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, para evaluar la calidad de la subrasante, base y sub base de pavimentos, condiciones controladas de la densidad y humedad (Salgado, 2017, p. 6). Además, se indica que este ensayo té

ayuda a saber la capacidad de soporte del suelo al 95% y al 100% (Bowles, 2006, p. 2).

En último término, el ensayo de Proctor modificado se emplea para establecer la humedad de compactación y la densidad seca de los materiales a usar para la inspección de calidad y compactación en obra, la estabilidad, capacidad de carga de cimentaciones y pavimentos. Además, disminuye la compresibilidad, los asentamientos, la relación de vacíos y la permeabilidad (López, 2020, p. 3).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, debido a que se emplean conocimientos en la práctica.

Diseño de investigación, en la presente investigación se consideró un diseño experimental, con modalidad (cuasi experimental).

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Dependiente

Estabilización de la subrasante.

- **Definición conceptual**

Es la discriminación de la composición física del suelo, procedimiento de estudio y control de calidad de la compactación de un área que mide la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, para evaluar la calidad del área (Dussan, 2019, p. 1).

- **Definición operacional**

Para determinar el estudio de suelos se realizarán actividades de recojo, procesamiento de muestras que son realizados con fichas o protocolos de laboratorio.

- **Dimensiones**

Clasificación de suelos, grado de compactación, capacidad de soporte.

- **Indicadores**

Clasificación de suelos: Granulometría y límites de consistencia.

Grado de compactación: Proctor modificado.

Capacidad de soporte: California Bearing Ratio (CBR).

- **Escala de medición**

Razón.

3.2.2. Variable Independiente

Cloruro de sodio

- **Definición conceptual**

- Es un compuesto de origen natural, elaborado químicamente, que se utiliza para la estabilización de materiales granulares y suelos, pretendiendo mejorar los sustratos o suelos (Monckeberg, 2012, p. 14).

- **Definición operacional**

Para determinar qué porcentaje logra aumentar la capacidad de soporte se elaboró 3 experimentales.

- **Dimensiones**

Dosificación de cloruro de sodio.

- **Indicadores**

Muestra sin cloruro de sodio, muestras con 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio.

- **Escala de medición**

Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población es la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca con 6 m de ancho y 0.38 km de longitud.

3.2.2. Muestra

La muestra es la calicata, la Tabla N°05 muestra la cantidad exacta de calicata que se debe realizar según el tipo de carretera, realizándose 1 calicata para esta investigación.

3.3.3. Muestreo

El muestreo es de recojo de muestra Inalterado, y se utilizó la Norma CE.020 suelos y taludes del RNE, la ubicación del punto donde se realizó la calicata fue a juicio propio.

3.3.4. Unidad de análisis

Como unidad de análisis se tuvo a la subrasante sin cloruro de sodio y con cloruro de sodio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En cuanto a las técnicas, para Crotte (2011, p. 6), la “técnica consiste en identificar la descripción física del documento, revista, tesis o libro; atreves de sus elementos formales como título, autor, año de publicación, etc. Hasta la descripción de su contenido, recogiendo las ideas más relevantes”. Por tal motivo, se utilizó como técnica la observación y el análisis documental.

A continuación, los instrumentos para Martina y Galán (2014, p. 199), el “instrumento sirve para anotar valores obtenidos de los ensayos realizados en laboratorio”. De esta manera, se utilizó como instrumento las fichas o protocolos.

3.4.1. Validez y confiabilidad

Por juicio de expertos mi investigación no requiere de validez y confiabilidad, ya que los datos se obtuvieron por un especialista certificado y calificado, además también se usaron protocolos que fueron elaborados con la NTP.

3.5. Procedimientos

Inicialmente para la exploración de campo se seleccionó un punto en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca a criterio del investigador, a siempre vista se pudo visualizar que la subrasante es un suelo arcilloso, así también por la facilidad para realizar la excavación de la calicata. La toma de muestras de suelo se ejecutó el día 01 de enero del 2021 mediante calicatas con las dimensiones de 1m de ancho, 1m de largo y 1.5m de alto de la cual se adjuntó las muestras más representativas para ser efectuadas en laboratorio.

En cuanto a la granulometría se llevó la muestra más representativa en sacos de arroz de 50 kg a laboratorio, ahí se cuarteo la muestra con la ayuda de una palana y rastrillo, una vez cuarteado se seleccionó el material, se dejó secar el material seleccionado al sol por 24 horas, una vez seco se pesó la muestra, se limpió la muestra con un cepillo para separar los finos de la grava, se tamizo con la malla N°4 y en una tara se colocó la grava y se pesó, luego se llevó a tamizar por las mallas (3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4 y < N°4) para grava, después se pesó lo retenido en las mallas y se llenó en las fichas y para finos se tomó la muestra que pasaron por la malla N°4 150gr y se colocó en un recipiente y se lavó, luego se lo paso por la malla N°200 lo que quedo se dejó secar en una cocina que funciona con ron, por último se secó la muestra y se pasó por las mallas (N°8, N°16, N°40, N°50, N°100, N°200 y < N°200) se pesó lo retenido en la mallas y se llenó en la fichas, en gabinete se elaboraron los gráficos correspondiente y se hallaron los porcentajes de finos, arena y grava.

Así mismo del límite líquido se tomaron muestras que pasan por la malla N°4 y se comenzó a tamizar con la malla N°40 luego se colocó en una tara, se elaboró 5 puntos en un recipiente. Para el punto número 1 se añadió una

pequeña cantidad de agua y con una espátula se mezcló por un tiempo, se comprobó la calibración de la copa de Casagrande (altura de caída libre de la cazuela), que esté de acuerdo a norma (1cm). después se realizó el ensayo del límite líquido se colocó la pasta en la cuchara de la copa de Casagrande, se mezcló la muestra y se pulió utilizando la espátula, se pasó el ranurador dividiendo la pasta en dos mitades iguales, se dejó caer la cuchara desde una altura de 1 cm hasta que se cierre a una distancia de 13mm se contabilizo los números de golpes, y se hizo un trazo horizontal con la espátula para recolectar la muestra en la parte donde se cierra, luego se le lleno en un frasco de metal y se pesó, se puso la muestra a secar en la cocina de ron por el tiempo que sea necesario. Se peso la muestra con el recipiente seco, se eliminó el material seco del recipiente para pesar el recipiente y se registró los datos en la ficha de laboratorio y se elaboraron los gráficos correspondientes.

Ahora bien, el límite plástico se tomaron muestras que pasan por la malla N°40 y se le coloco en un recipiente añadiéndole pequeños porcentajes de agua, se mezcló el agua con la muestra con una espátula cuando la muestra se nota aparentemente bien se hizo bolitas de unos 2gr cada uno, luego con los dedos se hizo el rolado sobre el vidrio haciendo hilos, para secar se colocó un papel filtro y se hizo rolado sobre el papel este procedimiento se hizo hasta que el hilo se rompa, se tomó los trozos que se rompen y se colocó en un frasco, cada frasco debe tener un peso de 26gr de muestra según la norma, se pesó la muestra húmeda con el recipiente, se secó en la cocina de Ron, se pesó el material con recipiente seco, se eliminó el material seco y se pesó el recipiente. Por último, se colocaron los datos obtenidos en laboratorio en la ficha y se elaboraron los grafico correspondientes.

De esta manera, el Proctor modificado se hicieron cuatro muestras, uno sin cloruro de sodio y tres con porcentajes de 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio realizándose el mismo procedimiento para todas las muestras. Se selecciono la muestra que pasa por la malla $\frac{3}{4}$, se tomó 6 kilos de la muestra por punto, se realizó el contenido de humedad para ello se llenó el material en dos recipientes, se pesó en estado húmedo, luego se secó con la cocina de ron

por último se pesó en su estado seco se vació el recipiente, con los datos se halló el contenido de humedad de los dos valores y se colocó el promedio, con los 6kg que se tomó se realizó la compactación en los moldes, se llenó una capa y con el pisón se compacto dando 56 golpes de 5 capas, se escarifico y se pesó la muestra ya compactado, se retiró el molde con el extractor de muestra. Para los siguientes puntos se realizó el mismo procedimiento, pero se añadió agua uno más que al otro. Cuando se ve que el peso del suelo húmedo más el molde desciende se da por finalizado el ensayo, por último, se llenaron los datos en las fichas de laboratorio y se realizaron los gráficos correspondientes.

También para el californio bearing ratio (CBR) se hicieron cuatro muestras, uno sin cloruro de sodio y tres con porcentajes de 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio realizándose el mismo procedimiento para todas las muestras. Se necesitó 18kg para un CBR con 3 moldes de 6kg cada uno. Teniendo los 18kg de muestra se le añadió agua se usó la humedad optima que se obtuvo en el Proctor modificado, luego se tomó 3 moldes y se pesó cada uno y se lo lleno en la ficha, para el primer molde se dio 12 golpes, el segundo 25 golpes y el tercero 56 golpes, en los tres se realizó 5 capas, antes de realizar los golpes se colocó un reductor de fierro y encima un papel filtro , luego de realizo los golpes con el martillo o pisón, se escarifico o se nivelo y se voltio el molde, se colocó un papel filtro y se limpió el molde y se pesó la muestra con el molde y se llenaron los datos en la ficha, se colocó el molde con la muestra en una olla y se tapó el molde se llenaron las ollas con agua y se colocó el dial en cero se tomaron datos para la expansión cada 24 horas por 4 días, luego se realizó la penetración CBR con la compresora, se centró el molde y se ajustó los diales y se colocó el nivel de deformación después con él cronometro y con el dial según los datos que dice que por 30' (segundos) el dial de deformación debe llegar 0.025 (mm) en ese punto se tomó ese dato que marco el dial de penetración, con el extractor se separa el molde, se llenó la muestra en dos recipientes para realizar el contenido de humedad. Por último, se apuntaron los datos en las fichas para realizar los gráficos correspondientes.

3.6. Métodos de análisis de datos

En la investigación se utilizó el método estadístico (t-Student y Duncan), los datos se obtuvieron de un laboratorio certificado. Los resultados se calculan y se promedian para poder determinar su porcentaje, así poder dar una respuesta al problema planteado, con esto se podrá afirmar o rechazar la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

En esta investigación se asegura un desarrollo del trabajo de manera ética, sin alteraciones o transgresiones a la misma. Por esta razón, el informe de investigación consideró la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017, de fecha 23 de mayo del 2017; que asegura los principios éticos, bienestar y autonomía de los investigadores.

De igual manera, para los conceptos e información tomada de otros autores se citó de manera correcta rigiéndose a la norma ISO 690 que respeta los derechos y valores éticos del autor; obtenidos de revistas, libros, artículos, tesis, etc. Donde los autores aseguran la autenticidad y veracidad en sus documentos.

Asimismo, se tuvo en cuenta los 4 principios éticos como beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

Ahora se puede decir, que el principio de beneficencia se aplicó en esta investigación debido con el cumplimiento del objetivo principal se trata de beneficiar a todos los pobladores del Sector 24 la Villa de Huacariz para que puedan mejorar su calidad de vida tanto peatonal como de tránsito, reduciendo de esta forma el deterioro de materiales, de automóviles, evitando disgusto en el transporte, y los excesivos tiempos de tránsito.

De igual forma, se aplicó el principio de no maleficencia debido a que, no se manipuló de manera intencional los resultados de laboratorio, sino todo lo contrario se respetó cada uno de ellos y se rigió a la norma ASTM, además no se usaron con ningún beneficio propio o fin de lucro.

Por otra parte, se aplicó el principio de autonomía puesto que como investigador se asumió la responsabilidad de las acciones que se realizaron durante el desarrollo de la investigación, así como se adquirió el compromiso de seguir los artículos del código de ética de la Universidad César Vallejo.

Para terminar, se consideró la aplicación del principio de justicia que establece el trato de equidad, a la privacidad y confidencialidad que la investigación genere, así como los beneficios que representa de manera justa para todos los pobladores del Sector 24 la Villa de Huacariz.

IV. RESULTADOS

- Objetivo N°01: Clasificar el suelo de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca a través de los ensayos de granulometría y límite de consistencia

Tabla N°05: Resultados para la clasificación del suelo

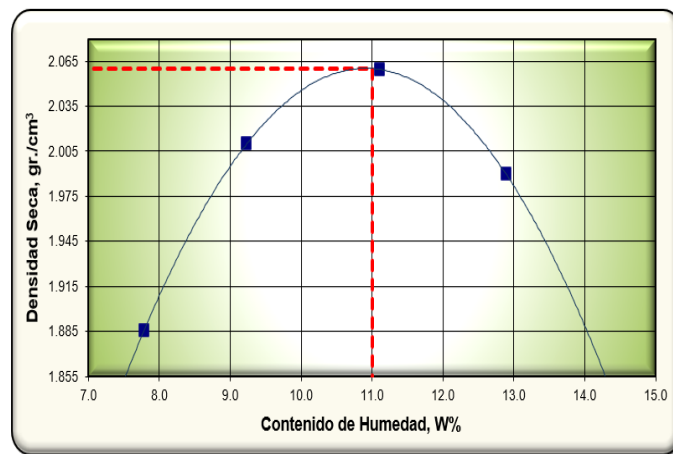
<i>CALICATA</i>		<i>C-1</i>
<i>MUESTRA</i>		<i>Prog. Km. 0 + 380</i>
<i>MATERIAL</i>		<i>Subrasante</i>
<i>PROFUND. DE MUESTREO</i>		<i>1.50m.</i>
<i>Análisis</i>	<i># 4</i>	<i>77.53</i>
<i>granulométrico</i>		
<i>por tamizado</i>	<i># 40</i>	<i>72.77</i>
<i>(% acumulado</i>		
<i>que pasa)</i>	<i># 200</i>	<i>49.41</i>
<i>Coef. de Uniformidad Cu</i>		<i>9.13</i>
<i>Coef. de Curvatura Cc</i>		<i>0.97</i>
<i>Porcentaje</i>	<i>Grava</i>	<i>22.47</i>
<i>de</i>	<i>Arena</i>	<i>28.12</i>
<i>Material</i>	<i>Finos</i>	<i>49.41</i>
<i>Limites</i>	<i>L.L.</i>	<i>31.86</i>
<i>de</i>	<i>L.P.</i>	<i>17.41</i>
<i>Consistencia</i>	<i>I.P.</i>	<i>14.45</i>
<i>Clasificación AASHTO</i>		<i>A-6</i>
<i>Clasificación SUCS</i>		<i>CL</i>

Fuente: Elaboración propia

Descripción: según los resultados de la calicata, el 49.41% de la muestra pasan por la malla N° 200, además se obtuvo un límite líquido de 31.86 y un límite plástico de 17.41, según la Tabla N°02 (sistema de clasificación AASHTO) estas características pertenecen a un suelo Arcilloso (A-6).

- Objetivo N°02: Obtener el grado de compactación de la subrasante con y sin cloruro de sodio mediante el ensayo de Proctor modificado

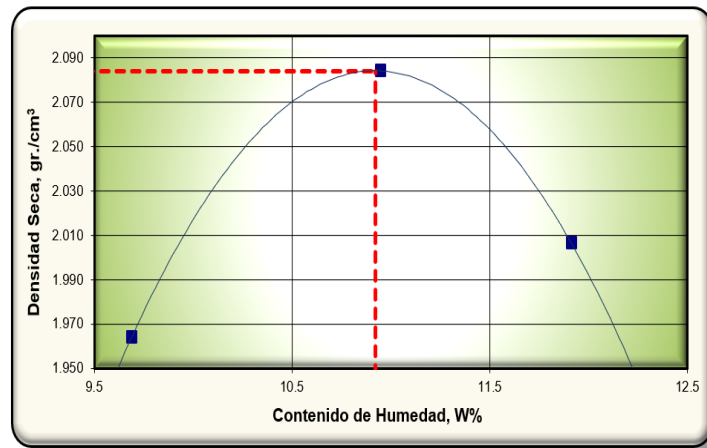
Gráfico N°01: *Tendencia Proctor modificado sin cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: de los resultados del ensayo de Proctor modificado de la muestra sin cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 2.06 gr/cm³ con un contenido de humedad de 11.00%, dicho valor se observa en el Gráfico N°03.

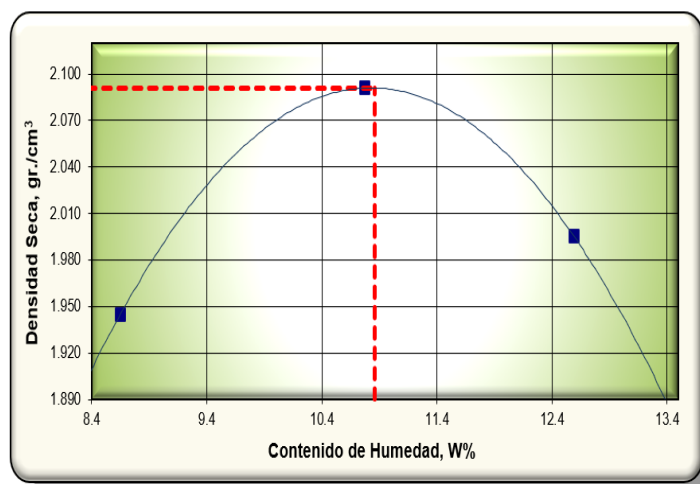
Gráfico N°02: *Tendencia Proctor modificado con 2% de cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: de los resultados del ensayo de proctor modificado de la muestra con 2% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 2.084 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.92%, dicho valor se observa en el Gráfico N°04.

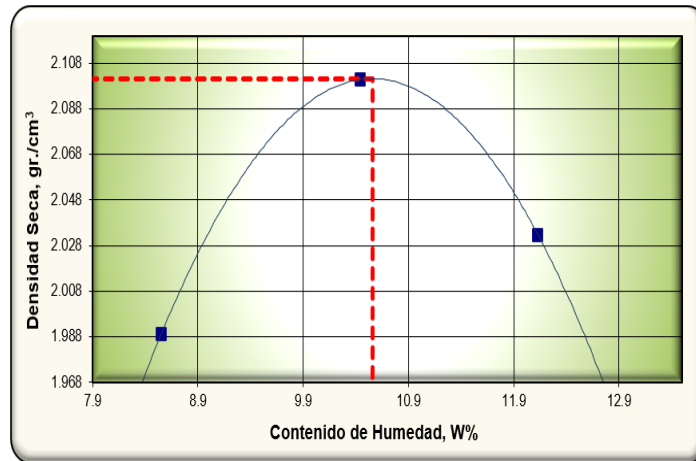
Gráfico N°03: *Tendencia Proctor modificado con 4% de cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: de los resultados del ensayo de proctor modificado de la muestra con 4% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 2.091 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.86%, dicho valor se observa en el Gráfico N°05.

Gráfico N°04: *Tendencia Proctor modificado con 6% de cloruro de sodio*

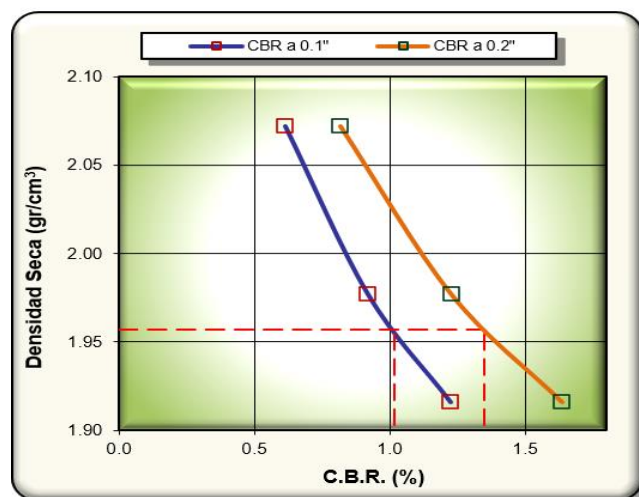


Fuente: Elaboración propia

Descripción: de los resultados del ensayo de proctor modificado de la muestra con 6% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 2.101 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.56%, dicho valor se observa en el Gráfico N°06.

- Objetivo N°03: hallar la capacidad de soporte de la subrasante con y sin cloruro de sodio a través del ensayo de la relación de soporte de California (CBR)

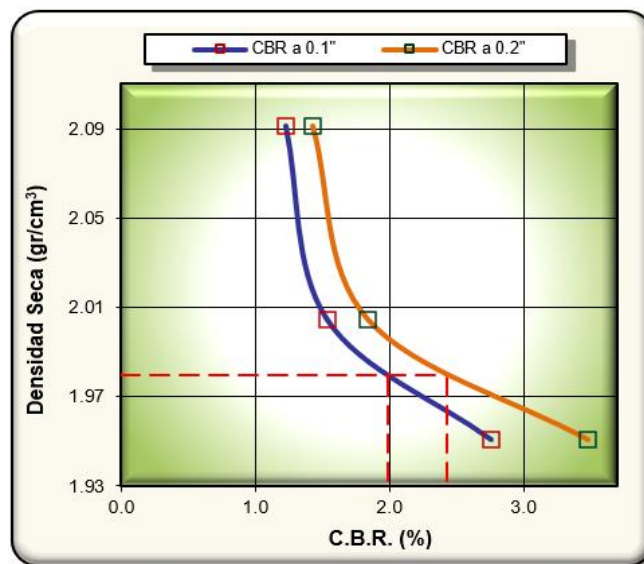
Gráfico N°05: *Tendencia California Bearing Ratio al 100% y 95% sin cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra sin cloruro de sodio se obtuvo que el valor máximo de penetración del CBR al 100% es de 1.23%, y el Grafico N°07 muestra que el CBR al 95% es de 1.02% con una densidad seca de 1.957%, y que observando la Tabla N°04 se puede decir que la calidad de la subrasante para un CBR al 100% y 95% es mala o inadecuada.

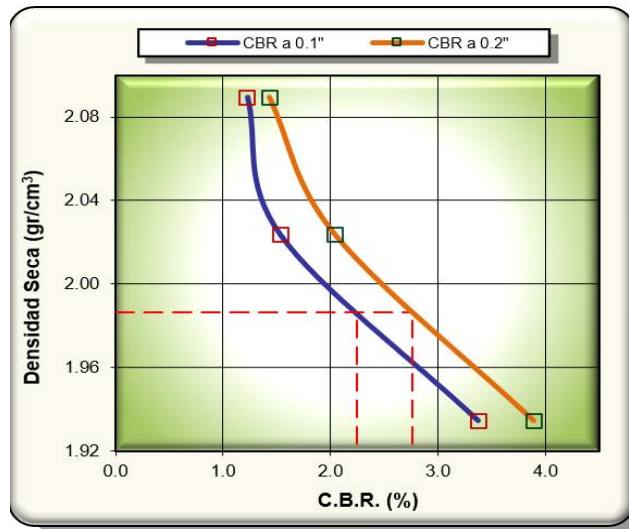
Gráfico N°06: *Tendencia California Bearing Ratio al 100% y 95% con 2% de cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra con 2% de cloruro de sodio se obtuvo que el valor máximo de penetración del CBR al 100% es de 2.76%, y el Grafico N°08 muestra que el CBR al 95% es de 1.99% con una densidad seca de 1.98%. Al observar Tabla N°04 podemos decir que la calidad de la subrasante para un CBR al 100% y 95% es mala o inadecuada.

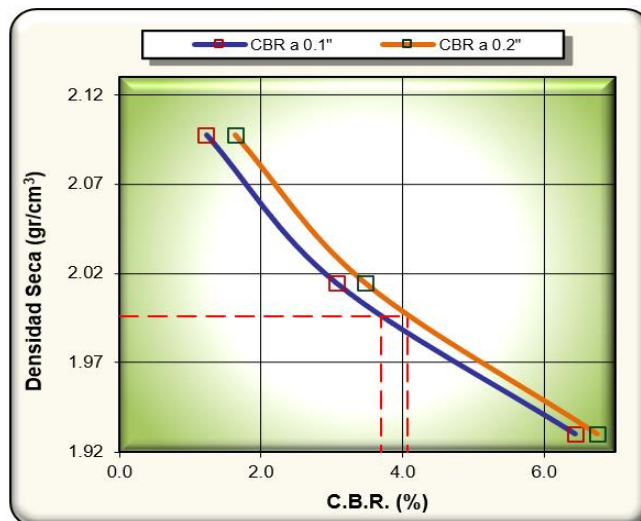
Gráfico N°07: *Tendencia California Bearing Ratio al 100% y 95% con 4% de cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra con 4% de cloruro de sodio se obtuvo que el valor máximo de penetración del CBR al 100% es de 3.37%, y el Gráfico N°09 muestra que el CBR al 95% es de 2.25% con una densidad seca de 1.986%. Observando la Tabla N°04 se puede decir que la calidad de la subrasante para un CBR al 100% es pobre y para un CBR al 95% es inadecuada.

Gráfico N°08: *Tendencia California Bearing Ratio al 100% y 95% con 6% de cloruro de sodio*



Fuente: Elaboración propia

Descripción: del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra con 6% de cloruro de sodio se obtuvo que el valor máximo de penetración del CBR al 100% es de 6.44%, y el Grafico N°10 muestra que el CBR al 95% es de 3.70% con una densidad seca de 1.996%, y que observando la Tabla N°04 se puede decir que la calidad de la subrasante para un CBR al 100% es regular y para un CBR al 95% es pobre.

- Objetivo N°04: determinar el porcentaje optima de cloruro de sodio para incrementar la capacidad de soporte de la subrasante.

Tabla N°06: Comparación de los resultados de California Bearing Ratio al 95% y 100%

DESCRIPCION	Muestra sin cloruro de sodio	Muestra con 2% de cloruro de sodio	Muestra con 4% de cloruro de sodio	Muestra con 6% de cloruro de sodio
CBR al 100%	1.23	2.76	3.37	6.44
CBR al 95%	1.02	1.99	2.25	3.70

Fuente: Elaboración propia

Descripción: se obtiene un porcentaje optimo al añadirle 6% de cloruro de sodio a la muestra, según la comparación que se hace en la Tabla N°00.

METODO T-STUDENT PARA EL CBR

Nota:

Es común que en los trabajos de investigación el análisis se realice con una significancia de 5%, pero también se puede hacer con 10% y 1%, en esta investigación por tener pocos datos se realizará con una significancia de 10%

Tabla N°07: CBR (100% M.D.S.) según adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio

	Resistencia al corte (CBR) (con adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio)		
	Patrón (0%)	Experimentales (2, 4 y 6%)	Diferencia
M 2%	1.23	2.76	-1.53
M 4%	1.23	3.37	-2.14
M 6%	1.23	6.44	-5.21
Media	1.23	4.19	-2.96

Fuente: Elaboración propia

$$t = -2.599 \quad p=0.122 \quad p>0.10$$

Interpretación: en la tabla N°07 y después de aplicar la prueba de hipótesis t-Student para muestras relacionadas y siendo $p=0.122$ y $p>0.10$, podemos decir que la media de las diferencias (entre los BCR del patrón y los BCR de los experimentales) no es significativamente diferente de cero, lo que estaría indicándonos que el BCR (100%) del patrón y el patrón son significativamente diferentes, dicho de otra manera, habría un efecto significativo o un incremento en el CBR por la adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio.

Tabla N°08: CBR (95% M.D.S.) según adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio

	Resistencia al corte (CBR) (con adición de % de Cloruro de Sodio)		
	Patrón (0%)	Experimentales (2, 4 y 6%)	Diferencia
M 2%	1.02	1.99	-0.97
M 4%	1.02	2.25	-1.23
M 6%	1.02	3.70	-2.68
Media	1.02	2.65	-1.63

Fuente: Elaboración propia

$$t = -3.058 \quad p=0.092 \quad p<0.10$$

Interpretación: en la tabla N°08 y después de aplicar la prueba de hipótesis t-Student para muestras relacionadas y siendo $p=0.092$ y $p<0.10$, podemos decir que la media de las diferencias (entre los BCR del patrón y los BCR de los experimentales) es significativamente diferente de cero, lo que estaría indicándonos que el BCR (95%) del patrón y el patrón son significativamente diferentes, dicho de otra manera, habría un efecto significativo o un incremento en el CBR por la adición de un porcentaje de Cloruro de Sodio.

Tabla N°09: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de los BCR de las muestras de suelo son diferentes.

Adición de Cloruro de Sodio	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
0% (patrón)	1,1250	
2% (Cloruro de Sodio)	2,3750	2,3750
4% (Cloruro de Sodio)	2,8100	2,8100
6% (Cloruro de sodio)		5,0700

Fuente: Elaboración propia

6% (Cloruro de sodio)	5.0700..... a
4% (Cloruro de sodio)	2.8100.....a
2% (Cloruro de sodio)	2.3750.....b
0% (patrón)	1.1250..... b

En la tabla N°09, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que las muestras de suelos que tienen mayor CBR son los que reciben un 6% de Cloruro de Sodio y es significativamente igual cuando la muestra de suelo tiene un 4% de Cloruro de Sodio. Las muestras que presentan menor BCR son las que contienen un 2% de Cloruro de Sodio y esta a su vez es significativamente igual a cuando no se aplica ningún porcentaje de cloruro de sodio (patrón).

V. DISCUSIÓN

La investigación es experimental cuasi experimental, se usó la técnica de la observación y el análisis documental usando los protocolos como instrumento para la recolección de datos, buscando incrementar la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca añadiendo porcentajes de 2%, 4% y 6% además de determinar el porcentaje óptimo, por lo que se discutirán los resultados que se obtuvieron con las investigaciones de otros autores.

En cuanto al primer objetivo que radica en clasificar el suelo de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca. Para el ensayo granulométrico mediante tamizado del manual de ensayo de materiales del MTC, la calicata C-1 que se realizó (muestra patrón) obtuvo los siguientes porcentajes: Grava 22.47%, arena 28.12% y finos 49.41% y para el ensayo de límite de consistencia se obtuvo un límite líquido de 31.86%, un límite plástico de 17.41% y un índice de plasticidad de 14.45%, clasificándose según AASHTO como un suelo arcilloso (A-6) y para SUCS un suelo arcilloso (CL). De esta manera, se realizó la contrastación de los resultados de la tesis del autor Palomino (2016), que lleva como título “Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016, con objetivo principal evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% en el índice california bearing ratio (CBR), para la clasificación de suelo se obtuvieron valores similares, Para el ensayo granulométrico mediante tamizado del manual de ensayo de materiales del MTC, la calicata C-1 que se realizó (muestra patrón) obtuvo los siguientes porcentajes: Grava 21.92%, arena 26.2% y finos 51.88% y para el ensayo de límite de consistencia se obtuvo un límite líquido de 27%, un límite plástico de 16% y un índice de plasticidad de 11%, clasificándose según AASHTO como un suelo arcilloso (A-6) y para SUCS un suelo arcilloso (CL) de baja plasticidad. Para ambas investigaciones se realizaron el mismo procedimiento, obteniendo el mismo tipo de suelo guardando relación entre sí.

De igual modo, para el segundo objetivo que consiste en obtener el grado de compactación de la subrasante con y sin cloruro de sodio del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca, resultando para los ensayos de proctor modificado: de la muestra sin cloruro de sodio una densidad seca de 2.06 gr/cm³ con un contenido

de humedad de 11.00% y que al añadirle 2% de cloruro de sodio a la muestra se obtuvo una densidad seca de 2.084 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.92%, de la muestra con 4% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 2.091 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.86% y por último para la muestra con 6% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 2.101 gr/cm³ con un contenido de humedad de 10.56% se demostró que al añadirle cloruro de sodio a la muestra incrementa su densidad, mejorando la resistencia de la subrasante. Al igual que Guamán (2016), en su trabajo de graduación titulado “Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)” obtuvo como resultado para los ensayos de proctor modificado: de la muestra sin cloruro de sodio una densidad seca de 1,531 gr/cm³ con un contenido de humedad de 35,3%, para la muestra con 2,5% de cloruro de sodio adquiriendo una densidad seca de 1.549 gr/cm³ con un contenido de humedad de 32,5%, de la muestra con 7,5% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 1,589gr/cm³ con un contenido de humedad de 31,4% y por último para la muestra con 12,5% de cloruro de sodio se obtuvo una densidad seca de 1,602 gr/cm³ con un contenido de humedad de 30,5%, resultando un incremento de la densidad al añadirle cloruro de sodio a la muestra, mejorando la resistencia del suelo. Para la tesis de Eche y Peláez (2019), en su investigación titulada “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash – 2019” se muestra los resultados del ensayo de Proctor Modificado de la calicata patrón (C-3), donde se obtuvo la máxima densidad seca de 1.777 gr/cm³ y una humedad óptima de 12.20%. De esta manera se adicionó los porcentajes de cloruro de sodio dando como resultado que en la adición del 6% de cloruro de sodio, se obtuvo un mayor porcentaje de humedad óptima que fue 14.30% y su densidad máxima seca de 1.88%, el siguiente fue la adición del 4% de cloruro de sodio que tuvo 13.60% de humedad óptima y una densidad máxima seca de 1.835 gr/cm, y por último el de la adición de 2% de cloruro de sodio, tuvo 13% de humedad óptima y un 1.80 gr/cm³ de máxima densidad seca, también se visualiza que al añadirle cloruro de sodio a la muestra incrementa su densidad, mejorando la resistencia del suelo. De todos los antecedentes mencionados se llega a la misma conclusión teniendo relación entre sí.

Asimismo, para el cumplimiento del tercer objetivo el cual trata en hallar la capacidad de soporte de la subrasante con y sin cloruro de sodio del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca a través del ensayo de la relación de soporte californiana (CBR), para la muestra sin cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 1.23%, CBR al 95% es de 1.02% con una densidad seca de 1.957%; para la muestra con 2% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 2.76%, CBR al 95% es de 1.99% con una densidad seca de 1.98%, para la muestra con 4% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 3.37%, CBR al 95% es de 2.25% con una densidad seca de 1.986%; para la muestra con 6% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 6.44%, CBR al 95% es de 3.70% con una densidad seca de 1.996%, de la muestra patrón se obtuvo que es una subrasante inadecuado y que al añadirle 6% de cloruro de sodio a la muestra su capacidad de soporte incrementa convirtiéndolo a una subrasante regular, a diferencia de la tesis de Eche y Peláez (2019), en su investigación titulada “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019” se obtuvo según sus características un suelo limoso. De la muestra sin cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 95% es de 7% con una densidad seca de 1.777%; para la muestra con 2% de cloruro de sodio se alcanzó un CBR al 95% es de 7.46% con una densidad seca de 1.8%; para la muestra con 4% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 95% es de 6.43% con una densidad seca de 1.835%; para la muestra con 6% de cloruro de sodio se adquirió un CBR al 95% es de 5.64% con una densidad seca de 1.88%, en esta investigación no se obtienen muy buenos resultados debido a que es un suelo limoso, el cual tiene un valor de CBR regular, en cambio para el suelo arcilloso que tienen un valor de CBR bajo se logra observar mejores resultados. En cambio, para la tesis del autor Palomino (2016), que lleva como título “Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice californiana bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016, obtenidos en el ensayo CBR (California Bearing Ratio) se puede apreciar que el valor CBR aumenta a un 95% de la máxima densidad seca a 0.1” y 0.2” esto afirma la hipótesis planteada que la adición de cloruro de sodio en suelos arcillosos en 4% 8% y 12% aumenta la Capacidad Portante (CBR), hasta en un 10%. En los resultados de CBR a 0.1” se puede apreciar un incremento al aumentar la adición de cloruro de sodio desde 4.85% de la muestra patrón hasta 5.32% que es la dosificación de 12% de cloruro

de sodio; con respecto resultados obtenido de CBR a 0.2” igualmente esta se incrementó en desde un 4.85% para la muestra patrón hasta un 5.32% para la dosificación de 12% de cloruro de sodio, a comparación de esta investigación que también es un suelo arcilloso se demuestra que al añadirle porcentajes de cloruro de sodio mayores de 2% la capacidad de soporte de suelo incrementa satisfactoriamente guardando relación entre sí.

Para terminar, respecto al cuarto objetivo donde se pretende determinar el porcentaje óptimo de cloruro de sodio para incrementar la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca, para la muestra sin cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 1.23%, para la muestra con 2% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 2.76%, para la muestra con 4% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 3.37%, y por ultimo para la muestra con 6% de cloruro de sodio se obtuvo un CBR al 100% de 6.44 se demuestra que a medida que se va añadiendo mayor porcentaje de cloruro de sodio se vuelve óptimo. A diferencia de Luna e Yzaguirre (2019), en su tesis titulada “Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash - 2019”, se obtuvo un CBR de 8.29% de la muestra sin añadirle cloruro de sodio y que al añadir 5% de cloruro de sodio a su muestra se obtiene un CBR de 16.06” por último se le añadió 7% de cloruro de sodio a la muestra reduciendo el CBR a 7.55%, siendo un suelo limo con un valor de CBR regular, determinando que solo logra mejorar su capacidad de soporte al añadirle 5% de cloruro de sodio a la muestra considerándose como su porcentaje optimo, y que al añadir porcentajes mayores a este su capacidad de soporte disminuye obteniendo resultados desfavorables

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto a la clasificación de suelos de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca mediante granulometría y límites de consistencia, se concluye que mediante SUCS presenta un suelo tipo CL y mediante AASHTO un suelo arcilloso (A-6). Además, el suelo posee un límite líquido de 31.86%, límite plástico de 17.41% y un índice de plasticidad de 14.45%.

2. Por otra parte, para obtener el grado de compactación de la subrasante con y sin cloruro de sodio se realizó el ensayo de Proctor modificado, obteniéndose una densidad seca es de 2.06 gr/cm³ con una humedad de 11.00%, y que al añadirle 2% de cloruro de sodio a la muestra se obtuvo una densidad seca de 2.084 gr/cm³ con una humedad de 10.92%, añadiendo 4% de cloruro de sodio a la muestra se obtuvo una densidad seca de 2.091 gr/cm³ con una humedad de 10.86%, por último al añadirle 6% de cloruro de sodio a la muestra se obtuvo una densidad seca de 2.101 gr/cm³ con una humedad de 10.56%. De esta manera, se concluye que al añadirle cloruro de sodio la densidad seca incrementa por lo tanto mejora la resistencia de la subrasante.

3. Por medio del ensayo de California Bearing Ratio (CBR) se llegó hallar la capacidad de soporte de la subrasante con y sin cloruro de sodio, obteniéndose para un CBR al 100% se obtuvo 1.23% de la muestra sin cloruro de sodio, 2.76% añadiendo 2% de cloruro de sodio a la muestra, 3.37% al añadirle 4% de cloruro de sodio a la muestra y 6.44% añadiendo 6% de cloruro de sodio a la muestra, en cambio para un CBR al 95% se obtuvieron 1.02% de la muestra sin cloruro de sodio, 1.99% añadiendo 2% de cloruro de sodio a la muestra, 2.25% al añadirle 4% de cloruro de sodio a la muestra y 3.70% añadiendo 6% de cloruro de sodio a la muestra con una densidad seca de 1.957% de la muestra sin cloruro de sodio, 1.980% con 2% de cloruro de sodio, 1.986% con 4% de cloruro de sodio y 1.996% con 6% de cloruro de sodio. Por tal motivo, se concluye al añadirle porcentajes de 2%, 4% y 6% a un suelo arcilloso se logra un incremento significativo de la capacidad de soporte.

4. Se concluye que, de los 3 experimentales realizados se obtuvo un mejor resultado al añadirle 6% de cloruro de sodio a la muestra, considerándose como su porcentaje óptimo para estabilizar la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca.

VII. RECOMENDACIONES

1. Debido a que el cloruro de sodio es soluble al agua se recomienda que a la hora de realizar el CBR no se sumerjan los moldes (al agua), ya que hace perder sus propiedades como estabilizador disminuyendo la capacidad de soporte. También se debe secar en el horno el cloruro de sodio antes de mezclarlo con la muestra y dejarlo en contacto por 24 horas para ver su reacción.
2. Se recomienda a la continuar con los estudios sobre el uso de aditivos químicos como estabilizantes debido a que permitan asegurar obras de calidad a un precio económico, facilitando la dosis correcta para cada tipo de terreno y su aplicación de modo eficaz.
3. Al mismo tiempo, se recomienda utilizar porcentajes mayores a 6% de cloruro de sodio para observar cómo reacciona ante un suelo arcilloso.
4. En cuanto a futuras investigaciones se recomienda a los investigadores realizar pruebas de resistencia, ya que en la investigación se observa que al perder humedad la resistencia del suelo incrementa.
5. Se recomienda a la entidad de responsable del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca tener en consideración los resultados de la investigación para mejorar el terreno con fines de pavimentación.
6. Del mismo modo, se recomienda a la entidad responsable del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca hacer el uso de este aditivo para la estabilización de suelos arcillosos debido a que el uso de ello es a un bajo costo.

REFERENCIAS

BECERRA, Mario. Tópicos de pavimentos de concreto: diseño, construcción y supervisión. [en línea]. 2.a ed. Lima: Flujo libre, 2012 [Fecha de consulta: 16 de diciembre de 2020]
https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2

BONO CABRE, Roser. Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. *Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento* [en línea]. Septiembre-2012. [Fecha de consulta: 16 de diciembre de 2020]. Disponible en <http://hdl.handle.net/2445/30783>

ISSN: 1982-2234.

BOWLES, Pepper. California Bearing Ratio (CBR). *Revista ingeniería de construcción*, (2): 05-17, 2006.

CEVALLOS, Andrés. Determinación del límite líquido y plástico de los suelos mediante el uso del penetrómetro cónico. Tesis (Licenciatura en Ingeniería). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2012. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6403>

Clasificación de suelos [Mensaje en un blog]. Lima: Geoxnet, F. (17 de diciembre del 2019). [fecha de consulta: 23 de diciembre 2020]. recuperado de <https://post.geoxnet.com/clasificacion-de-suelos/>

CROTTE, Roberto. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de Educar* [en línea]. Diciembre-2011, n.º2 [Fecha de consulta: 23 de diciembre de 2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>
ISSN:1665-0824.

DEFINICIÓN y características de Cbr. [Mensaje en un blog]. México: Sánchez, F., (15 de diciembre de 2018). [Fecha de consulta: 22 de enero]. Recuperado de <https://www.geotechniptips.com/post/que-es-el-cbr>

Determinación de límite plástico. Garibay, M. 17 de Marzo de 2005. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Ensayo%20de%20Limite%20Plastico.PDF>

DUARTE, M., ROJAS, H. Obtención del límite líquido y límite plástico usando el penetrómetro de cono de caída, considerando los diferentes conos existentes en la literatura para un suelo bentonítico. Tesis (Título de ingeniero). Colombia : Universidad Católica, 2017. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15200/1/OBTENCI%C3%93N%20DEL%20L%C3%8DMITE%20L%C3%8DQUIDO%20Y%20L%C3%8DMITE%20PL%C3%81STICO%20USANDO%20EL%20PENETR%C3%93METRO%20DE%20CONO%20DE%20CA%C3%8DDA%2C%20CONSIDERA.pdf>

DUSSÁN, S., HURTADO, D., y CAMACHO, J. Granulometry, Functional Properties and Color Properties of Quinoa and Peach Palm Fruit Flour. *Información tecnológica* [en línea]. Octubre-2019 n 5. [Fecha de consulta: 12 de enero de 2021]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500003>
ISSN: 0718-0764.

ECHE, Karen. y PELAEZ, Anderson. Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa – Ancash. Tesis (titulación en ingeniería), Chimbote: universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35886>

FIROOZI, AA, GUNEY OLGUN, C., FIROOZI, AA. Fundamentals of soil stabilization. *Geo-Engineering* [en línea]. Diciembre - 2017 [fecha de consulta 15 enero 2021]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186%2Fs40703-017-0064-9> ISSN:2252-9815

GARCÍA, Cesar. Determinación de la Granulometría de un árido. Universidad de Alicante, 2009. Disponible en <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/10998/3/Pr%C3%A1ctica%20N%C2%BA%203%20Granulometria%20I.pdf>

GONZALES, Jaime. Tablas y gráficos pavimentos. Universidad Católica de Colombia. Colombia, 2015. Disponible en <https://pavimentosulacivil.files.wordpress.com/2018/01/tablas-y-graficos-de-pavimentos-1.doc>

GONZALO, Yanez. Manual práctico de mecánicas de suelo. [en línea]. 2.a ed. Ecuador: Babahoyo, 2012. [Fecha de consulta: 18 enero de 2021]. Disponible en https://issuu.com/itseebabahoyo/docs/manual_pr%C3%A1ctico_de_mec%C3%A1nica_de_suelo

GUAMÁN, Ignacio. Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos, cal y cloruro de sodio. Tesis (Título de ingeniero). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24608/1/Tesis%201088%20-%20Guam%C3%A1n%20Iler%20Israel%20Ira%C3%ADas.pdf>

GUTTIKONDA, Ramkumar y ABHILASH, Nadakuditi. Stabilization of Black Cotton Soil Using Sodium Chloride. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology* [en línea]. Junio -2018 [fecha de consulta 12 enero 2021]. Disponible en: <https://www.ijariit.com/manuscripts/v4i1/V4I1-1142.pdf>
ISSN: 2454-132X.

KHUNT, K. P., MISHRA, C. B. y AMIN, A. A. Improvement in Soil Strength Using Stabilizers in Pavement. *International Journal of Engineering Research & Technology* [en línea]. March-2014 [fecha de consulta 30 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.ijert.org/research/improvement-in-soil-strength-using-stabilizersin-pavement-IJERTV3IS031328.pdf>
ISSN: 2278-0181.

La Ingeniería de Suelos [Mensaje de un blog]. Lima: Osorcio, S., (6 de junio de 2015). [Fecha de consulta: 21 de diciembre 20220]. Recuperado de <http://geotecnia-sor.blogspot.pe/2012/03/la-ingenieria-de-suelos.html>

LÓPEZ, Griselda. Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado. Universitat Olitecnica de valencia [en línea] Marzo, 2017. [Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2020]. Disponible en <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ciencia-sur/article/view/262>

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica* [en línea]. Octubre 2014 [Fecha de consulta: 7 de diciembre 2020]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
ISSN: 1390-9592.

LUNA, L., IZAGUIRRE, B. "Estabilización de la red vial vecinal AN-873 - 0+000 al 2+400 km con cloruro de sodio proveniente del agua de mar, Santa, Santa, Áncash. Tesis (titulación en ingeniería). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37519>

MANUAL de carreteras: Diseño geométrico DG. (enero, 2018). Ministerio de transportes y comunicaciones. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

MONCKEBERG, Fernando. Salt is indispensable for life, but how much?. *Revista Chilena de nutrición*. [en línea]. Diciembre 2006, n.º 4. [Fecha de consulta: 3 de enero de 2021]. Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182012000400013
ISSN: 0717-7518.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras [en línea]. 2.a ed. Colombia: Agora ediciones, 2002 [fecha de consulta: 18 de enero del 2021]. Disponible en <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>

MORALES, J., CHAVEZ, O., Y LOPEZ, L. “Efectos de alta compactación de la capa de base en pavimentos flexibles” Tesis (Magister en Ingeniería). Nicaragua: Universidad nacional de ingeniería, 2009. Disponible en [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Efectos de la alta compac taci%C3%B3n de la capa de base en pavimentos flexibles.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0b/Efectos%20de%20la%20alta%20compactaci%C3%B3n%20de%20la%20capa%20de%20base%20en%20pavimentos%20flexibles.pdf)

MARTINA, Catalina y GALÁN, Arturo. Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos. [en línea] Madrid: Editorial UNED, 2014. [Fecha de consulta: 16 de enero]. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iiTHAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=metodos+tecnicas+e+instrumentos&ots=GXEUdRvuU-&sig=M723dC9a0YV8WrL6W70RMmjtze0#v=onepage&q&f=false>

Muestreo de suelos y descripción visual. Gálvez, D. 24 de junio de 2014. Disponible en: <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/Muestreo%20de%20suelo.pdf>

NIKHIL KUMAR, B., SMITHA, J. y UDAY, K. V. Effect of Salinity on Geotechnical Properties of Expansive Soils. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology* [en línea]. July -2015 [fecha de consulta 22 diciembre 2020]. Disponible en: http://www.ijirset.com/upload/2015/july/115_36_Effect.pdf
ISSN: 2319-8753.

NOLASCO, Marta. Sodium chloride . *Othmer Encyclopedia of Chemical Technology* [en línea] Agosto, 2015 [Fecha de consulta: 11 diciembre] Disponible en: [https://www.quimica.es/enciclopedia/Cloruro de sodio.html](https://www.quimica.es/enciclopedia/Cloruro%20de%20sodio.html)

PALOMINO, Edilberto. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california bearing ratio (cbr) de un suelo arcilloso, Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 114 pp.

PEREIRA, Carlos. Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas. Inia Tacuarembó. [en línea]. Mayo-2015 [Fecha de consulta 11 de diciembre 2020] Recuperado de <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/EI%20Suelo%20de%20mayo.pdf>

PÉREZ, A., GARNICA, P. Estabilización de suelos con cloruro de sodio para uso en las vías terrestres. Tesis (Magister en Ingeniería). México: Universidad Autónoma de chihuahua, 2002. Disponible en <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt201.pdf>

RAMYA, HN., UMESHA, TS. y LATITHAMBA, HS. Effect of Sodium Chloride on Geotechnical Properties of Black Cotton Soil. *Journal of Materials Science & Nanotechnology* [en línea]. Diciembre -2018 [fecha de consulta 21 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.annexpublishers.com/articles/JMSN/6302-Effect-of-Sodium-Chloride-on-Geotechnical-Properties-of-Black-Cotton-Soil.pdf>
ISSN 2348-9812.

REBOLLEDO, Adolfo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis (Título de ingeniería) Chile: Universidad Austral, 2010. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

RUCKS, L., et al. Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República: Facultad de agronomía. Montevideo, Uruguay, 2004. Disponible en <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>

SANDOVAL, C., CRISTANCHO, J., NARANJO, P. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. *Facultad de Ingeniería* [en línea]. Junio, 2012, n.º32. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4139/413940771003.pdf>
ISSN: 0121-1129.

SALGADO, Laura. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE DEFLECTOMETRÍA Y ENSAYOS DE CBR, RELATIVOS A LA ESTIMACIÓN DEL MÓDULO RESILIENTE. *Ciencia Sur* [en línea] Junio, 2017, n.º4. [fecha de consulta: 16 de enero] Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/139866>

"SUELO" [Mensaje en un blog]. Lima: Raffino, E., (18 de junio de 2020). [Fecha de consulta: 16 de enero de 2021]. Recuperado de <https://concepto.de/suelo/#ixzz6gJn68JKX>

SWETHA KOLAVENTI, S., GOKUL VENIGALLA, S. y RAKESH, D. Stabilization of Black Cotton Soil using Salts and Their Comparative Analysis. *International Journal of Engineering Development and Research* [en línea]. Marzo-2016 [fecha de consulta 15 enero 2021]. Disponible en: <https://www.ijedr.org/papers/IJEDR1602141.pdf>
ISSN: 2321-9939.

TOIRAC, José. Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costo del hormigón. *Ciencia y sociedad* [en línea] Septiembre, 2012, n.º 3. [fecha de consulta: 23 de enero de 2021]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>
ISSN: 0378-7680.

UGAZ, Roberto. Estabilización de Suelos y su Aplicación en el Mejoramiento de Subrasante. Tesis (Título en Ingeniería). Lima: Universidad nacional de Ingeniería, 2016.

ZAPOTECAS, Issac, SÁNCHEZ, Juan. Propiedades físicas y químicas del NaCl. 2.a ed. Colombia, 2016.180pp.

ANEXOS

ANEXO N°01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA MEDIR
(VD) Estabilización de la subrasante	Según Dussan (2019) es la discriminación de la composición física del suelo, procedimiento de estudio y control de calidad de la compactación de un área que mide la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, para evaluar la calidad del área (p.1).	Para determinar el estudio de suelos se realizarán actividades de recojo de procesamiento de muestras que son realizados con fichas o protocolos de laboratorio.	Clasificación de suelo	Granulometría	Razón
				Límites de Consistencia	
			Grado de compactación	Proctor modificado	
			Capacidad de soporte	California Bearing Ratio (CBR)	
(VI) Cloruro de sodio	Para Monckeberg (2012) es un compuesto de origen natural, elaborado químicamente, que se utiliza para la estabilización de materiales granulares y suelos, pretendiendo mejorar los sustratos o suelos (p.14).	Para determinar qué porcentaje logra aumentar la capacidad de soporte se elaboró 3 experimentales.	Dosificación cloruro de sodio	Muestra sin cloruro de sodio	Razón
				Muestra con 2% de cloruro de sodio	
				Muestra con 4% de cloruro de sodio	
				Muestra con 6% de cloruro de sodio	

ANEXO N°02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

En el mundo existen calles pavimentadas y no pavimentadas que se ven afectadas debido a la presencia de finos, estos muestran según sus rasgos un bajo porcentaje de CBR y que, en acercamiento al líquido, exponen una diferencia volumétrica lo que ocasiona desproporciones y trochas en las carreteras (Nikhil et al, 2015, p.2).

El Perú no es ajeno a ello, ya que cuenta con una enorme área de terreno donde existen diversos prototipos de suelos como (grava, arena, limo y arcilla). existiendo comportamiento distinto ante las cargas de vehículos las cuales se han evidenciados muchos acontecimientos que provocan anomalías en las calles (Rucks, 2004, p.67).

Centrándonos en las carreteras del interior del sector 24 la villa de Huacariz-Cajamarca, se observan que las calles se encuentran totalmente deterioradas, a causa del intemperismo del tiempo como (clima). Dichos daños se originan debido a las continuas lluvias y a la carencia reiterada del mantenimiento de las vías, a cargo de las organizaciones capacitadas, en consecuencia, se suscitan imperfecciones en las calles (Rebolledo, 2010, p.16).

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES
¿Se podrá incrementar la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca al añadirle cloruro de sodio?	Objetivo general	El cloruro de sodio incrementará la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca.	La investigación se justifica debido a que se realiza con la finalidad de beneficiar a todos los pobladores del Sector 24 la Villa de Huacariz para que puedan mejorar su calidad de vida tanto peatonal como de tránsito, reduciendo de esta forma el deterioro de materiales, de automóviles, evitando disgusto en el transporte, y los excesivos tiempos de tránsito. Este estudio pretende aportar conocimiento sobre la estabilización con cloruro de sodio a una forma económica,	Clasificación de suelo	Granulometría
	Determinar si incrementará la capacidad de soporte de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca.			Límites de Consistencia	
	Objetivos específicos			Grado de compactación	Proctor modificado
	-Clasificar el suelo de la subrasante del Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca.			Capacidad de soporte	California Bearing Ratio (CBR)
	-Obtener el grado de compactación de la			Dosificación cloruro de sodio	Muestra sin cloruro de sodio
					Muestra con 2% de cloruro de sodio
		Muestra con 4% de cloruro de sodio			

	<p>subrasante con y sin cloruro de sodio.</p> <p>-Hallar la capacidad de soporte de la subrasante con y sin cloruro de sodio.</p> <p>-Determinar el porcentaje de cloruro de sodio para incrementar la capacidad de soporte de la subrasante.</p>		<p>dado que el uso de esta sal es a un bajo precio, pues reduce el transporte de materiales como over, afirmados y otros, amplificando la consistencia del suelo, disminuyendo inconvenientes de trabajo, mantenimiento de los afirmados, extendiendo el volumen de soporte, reduciendo la filtración del agua y desarrollando la firmeza a la compresión.</p>		<p>Muestra con 6% de cloruro de sodio</p>
--	---	--	--	--	---

ANEXO N°03: RESULTADO DEL ENSAYO DE GRANULOMETRIA ELABORADO
EN EL LABORATORIO ASGEOTEC-HUARAZ

ANEXO N°04: RESULTADO DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
ELABORADO EN EL LABORATORIO ASGEOTEC-HUARAZ



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

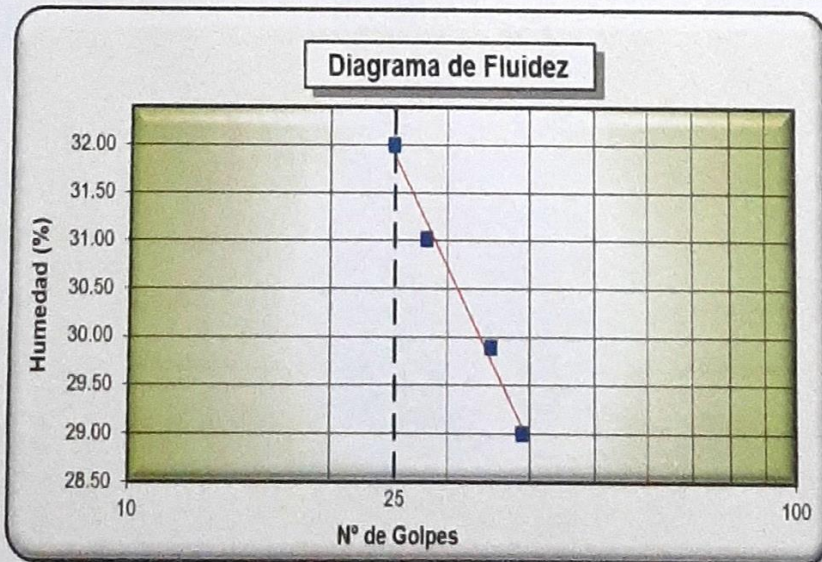
Nombre de Investigación:	Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacanz-Cajamarca	Protocolo
Investigador:	Gambini Zelada Jampier Alexander	N°02
Fecha:	8/01/2021	
Horas de trabajo:	8 Horas	

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D 423				
Recipiente N°	1er Punto	2do Punto	3ero Punto	4to Punto
N° golpes	19	29	12	22
	39	35	28	25
Peso Suelo Humedo + Recipiente (gr)	27.66	27.38	30.01	29.04
Peso Suelo Seco + Recipiente (gr)	25.61	25.33	27.26	26.48
Peso de Agua (gr)	2.05	2.05	2.75	2.56
Peso de Recipiente (gr)	18.54	18.47	18.39	18.48
Peso Suelo Seco (gr)	7.07	6.86	8.87	8
Contenido de Humedad (%)	29.00	29.88	31.00	32.00

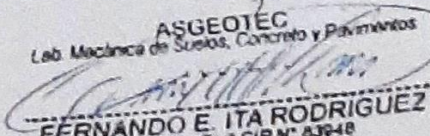
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D 424				
Recipiente N°	1er Punto	2do Punto	3er Punto	4to Punto
	4	5		
Peso Suelo Humedo + Recipiente (gr)	26.31	26.63		
Peso Suelo Seco + Recipiente (gr)	25.16	25.32		
Peso de Agua (gr)	1.15	1.31		
Peso de Recipiente (gr)	18.43	17.93		
Peso Suelo Seco (gr)	6.73	7.39		
Contenido de Humedad (%)	17.09	17.73		

GRAFICO



LL (%)= 31.86 LP (%)= 17.41 IP (%)= 14.45

OBSERVACIONES


FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
 Ingeniero Civil CIP N° 83848
 Especialista en Geotecnia

ANEXO N°05: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO
CON Y SIN CLORURO DE SODIO ELABORADO EN EL LABORATORIO
ASGEOTEC-HUARAZ



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

Nombre de Investigación:	Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacari-Cajamarca	Protocolo
Investigador:	Gambini Zelada Jampier Alexander	N°03
Fecha:	9/01/2021	
Horas de trabajo:	8 Horas	

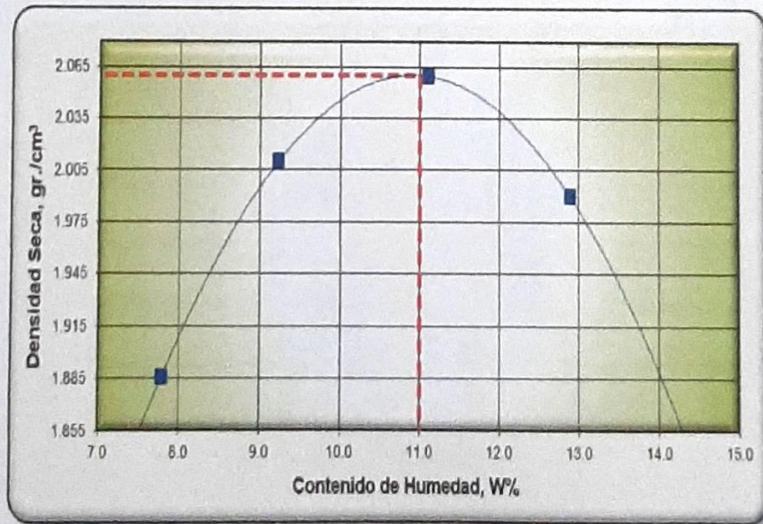
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 (Sin Cloruro de Sodio)

Golpes/Capas= 50 Peso de martillo (kg)= 4.45 Altura de Molde (cm)= 11.7
Numero de Capas= 5 Diametro de Molde (cm)= 15.2 Volumen de Molde (cm³)= 2142

Recipiente N°	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD									
	1er Punto		2do Punto		3er Punto		4to Punto		5to Punto	
W Suelo Hum. + Re. (gr)	121.37	122.07	108.28	113.50	109.64	109.27	117.75	111.56		
W Suelo Se. + Re. (gr)	115.70	116.42	102.91	107.66	102.99	102.53	109.25	103.76		
Peso del Agua (gr)	5.67	5.65	5.37	5.84	6.65	6.74	8.50	7.80		
Peso de Recipiente (gr)	42.72	44.00	44.95	44.18	42.80	42.18	42.98	43.53		
Peso Suelo Seco (gr)	72.98	72.42	57.96	63.48	60.19	60.35	66.27	60.23		
Contenido de Hum. (%)	7.77	7.80	9.27	9.20	11.05	11.17	12.83	12.95		

DETERMINACION DE DENSIDAD					
Contenido de Hum. (%)	7.79	9.24	11.11	12.89	
W.S. Hum. + Molde (gr)	9651.1	10001.1	10200	10109.7	
Peso del Molde (gr)	5298	5298	5298	5298	
Peso suelo hum. (gr)	4353.1	4703.1	4902	4811.7	
Densidad hum. (gr/cm ³)	2.032	2.196	2.289	2.246	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.885	2.010	2.060	1.990	

GRAFICO



Humedad Óptima (%) 11.00 Densidad Seca (gr/cm³) 2.06

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
[Signature]
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de Investigación:	Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca	Protocolo
Investigador:	Gambini Zelada Jampler Alexander	
Fecha:	10/01/2021	
Horas de Trabajo:	8 Horas	Nº04

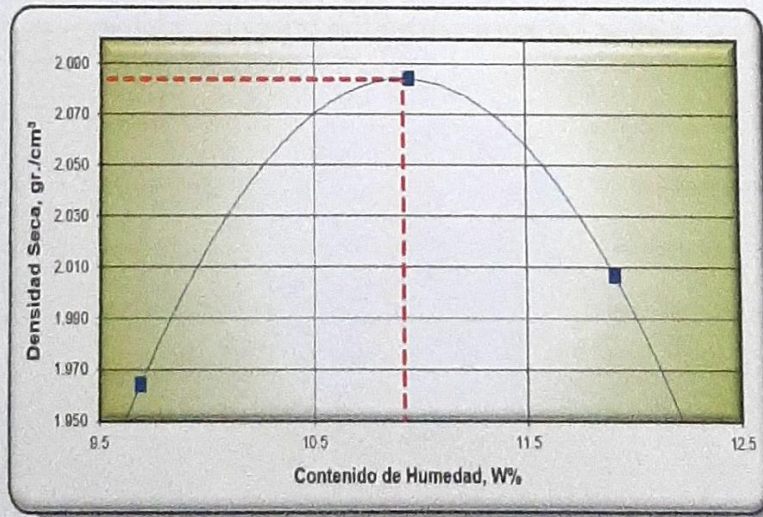
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 (Con 2% de Cloruro de Sodio)

Golpes/Capas= 56 Peso de martillo (kg)= 4.45 Altura de Molde (cm)= 10
Numero de Capas= 5 Diametro de Molde (cm)= 6 Volumen de Molde (cm³)= 315

Recipiente Nº	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD									
	1er Punto		2do Punto		3er Punto		4to Punto		5to Punto	
W Suelo Hum. + Re. (gr)	91.50	94.23	99.95	100.37	98.45	94.20				
W Suelo Se. + Re. (gr)	87.72	89.68	94.45	94.62	92.56	88.85				
Peso del Agua (gr)	3.78	4.55	5.50	5.75	5.89	5.35				
Peso de Recipiente (gr)	48.52	42.98	44.18	42.18	43.08	44.02				
Peso Suelo Seco (gr)	39.20	46.70	50.27	52.44	49.48	44.83				
Contenido de Hum. (%)	9.64	9.74	10.94	10.96	11.90	11.93				

DETERMINACION DE DENSIDAD				
Contenido de Hum. (%)	9.69	10.95	11.92	
W S. Hum. + Molde (gr)	2636.95	2686.7	2665.6	
Peso del Molde (gr)	1958.3	1958.3	1958.3	
Peso suelo hum. (gr)	678.65	728.4	707.3	
Densidad hum. (gr/cm ³)	2.15	2.31	2.25	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.964	2.084	2.006	

GRAFICO



Humedad Optima (%) 10.92 Densidad Seca (gr/cm³) 2.084

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
[Signature]
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIPN° 83948
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de investigación:	Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huácariz-Cajamarca	Protocolo
Investigador:	Gambini Zelada Jampier Alexander	
Fecha:	11/01/2021	Nº05
Horas de trabajo:	8 Horas	

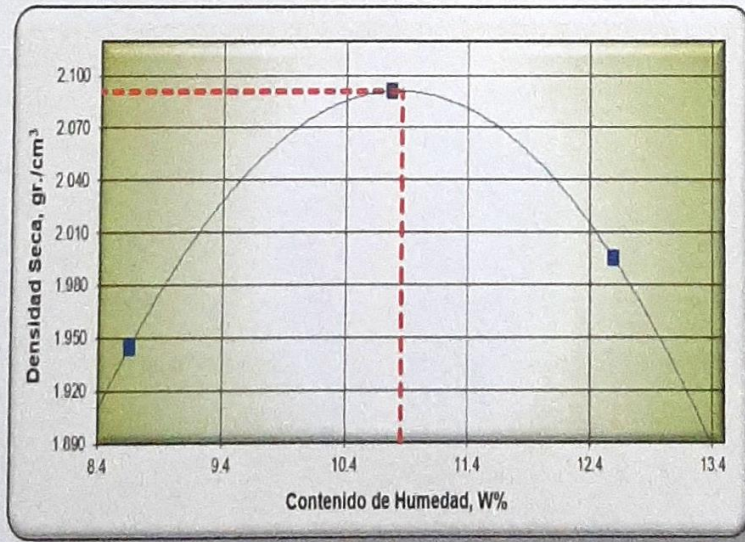
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 (Con 4% de Cloruro de Sodio)

Golpes/Capas= 56 Peso de martillo (kg)= 4.45 Altura de Molde (cm)= 10
Numero de Capas= 5 Diametro de Molde (cm)= 6 Volumen de Molde (cm³)= 315

Recipiente n°	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD							
	1er Punto		2do Punto		3er Punto		4to Punto	5to Punto
	51	57	55	56	89	97		
W Suelo Hum. + Re (gr)	89.34	90.34	96.71	94.52	100.03	98.67		
W Suelo Se. + Re (gr)	85.67	86.47	91.65	89.73	93.83	92.96		
Peso del Agua (gr)	3.67	3.87	5.16	4.79	6.20	5.71		
Peso de Recipiente (gr)	42.80	42.18	44.00	44.95	43.53	48.52		
Peso Suelo Seco (gr)	42.87	44.29	47.55	44.78	50.30	44.44		
Contenido de Hum. (%)	8.56	8.74	10.85	10.70	12.33	12.85		

DETERMINACION DE DENSIDAD					
Contenido de Hum. (%)	8.65	10.78	12.59		
W S. Hum. + Moide (gr)	2624	2687.9	2686		
Peso del Molde (gr)	1958.3	1958.3	1958.3		
Peso suelo hum. (gr)	665.7	729.6	707.7		
Densidad hum. (gr/cm ³)	2.11	2.32	2.25		
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.945	2.091	1.995		

GRAFICO



Humedad Optima (%): 10.86 Densidad Seca (gr/cm³): 2.091

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
[Handwritten Signature]
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Licenciado Civil CIP N° 83648
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de Investigacion: Estabilizacion de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca	Protocolo
Investigador: Gambini Zelada Jampier Alexander	
Fecha: 12/01/2021	Nº06
Horas de trabajo: 8 Horas	

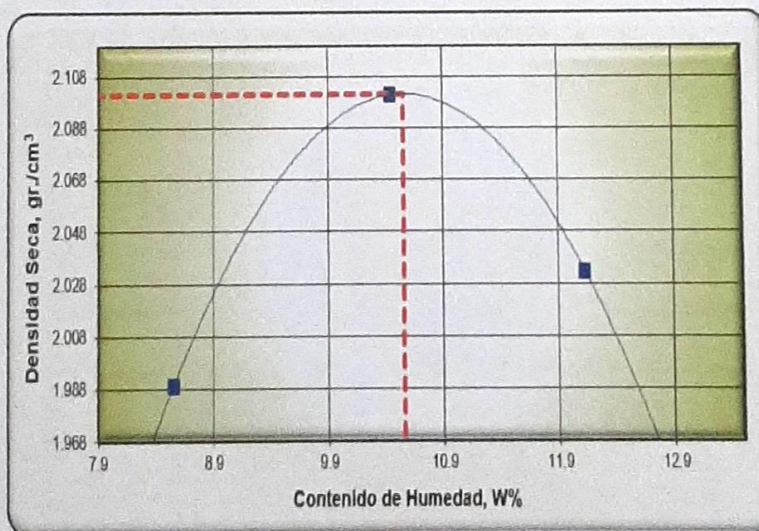
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 (Con 6% de Cloruro de Sodio)

Golpes/Capas= 56 Peso de martillo (kg)= 4.45 Altura de Molde (cm)= 10
 Numero de Capas= 5 Diametro de Molde (cm)= 6 Volumen de Molde (cm³)= 315

Recipiente N°	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD						
	1er Punto		2do Punto		3er Punto	4to Punto	5to Punto
	28	58	53	51	57	95	
W Suelo Hum. + Re. (gr)	93.62	97.45	92.40	95.74	98.91	96.37	
W Suelo Se. + Re. (gr)	89.64	93.16	87.65	90.79	92.83	90.67	
Peso del Agua (gr)	3.98	4.29	4.75	4.95	6.08	5.70	
Peso de Recipiente (gr)	42.98	43.08	42.72	42.80	42.18	44.18	
Peso Suelo Seco (gr)	46.66	50.08	44.93	47.99	50.65	46.49	
Contenido de Hum. (%)	8.53	8.57	10.57	10.31	12.00	12.26	

DETERMINACION DE DENSIDAD			
Contenido de Hum. (%)	8.55	10.44	12.13
W.S. Hum. + Molde (gr)	2638.4	2699.1	2676.3
Peso del Molde (gr)	1958.3	1958.3	1958.3
Peso suelo hum. (gr)	680.1	730.8	718
Densidad hum. (gr/cm ³)	2.16	2.32	2.28
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.989	2.101	2.033

GRAFICO



Humedad Optima (%) 10.56 Densidad Seca (gr/cm³) 2.101

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
 Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
 FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
 Experto Civil CIP N° 83948
 Especialista en Geotecnia

ANEXO N°06: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) CON Y SIN CLORURO DE SODIO ELABORADO EN EL LABORATORIO ASGEOTEC-HUARAZ



ASGEOTEC

GÉOTECNIA Y CIMENTOS
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

Nombre de Investigación:	Estabilización de la subrasante con closure de sódico en el Sector 24 la Villa de Huesano-Cajamarca	Profesión:	
Investigador:	Gambini Zaldúa Jampier Alexander		
Fecha:	16/01/2021		
Horas de trabajo:	2 Horas		

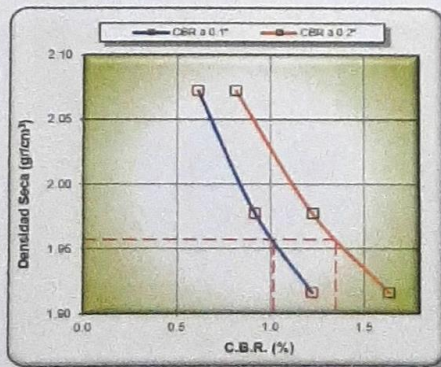
ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR ASTM D1533 (Sin Closure de Sódico)

Molde N°	COMPACTACIÓN					
	12		10		9	
Capas	3		3		3	
Golpes por capa	12		25		10	
Condiciones de muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + s. Hum.	13270.8	13352.1	13204.8	13311.8	12708	12821.1
Peso de molde (kg)	7980	7980	8189	8189	7890	7980
Peso sp. s. Hum. (gr/cm ³)	5280.9	5372.1	5005.8	5142.9	4899	4942.1
Volumen de molde (cm ³)	2291.82		2291.82		2291.82	
Densidad Hum. (gr/cm ³)	2.309	2.344	2.187	2.244	2.137	2.159
% de Humedad	11.41	12.71	11.14	12.29	11.55	11.77
Densidad seca (gr/cm ³)	2.072	2.080	1.977	1.958	1.916	1.929
Tamaño #	80	20	53	51	57	55
Tamaño + sueldo húmedo	109.74	109.37	97.43	109.64	109.27	99.10
Tamaño + sueldo seco	102.97	102.58	91.29	102.97	102.52	93.07
Peso de Agua	6.77	6.81	6.17	6.67	6.75	6.03
Peso de Tierra	43.63	42.88	42.72	42.80	42.18	44.00
Peso de sueldo seco	59.44	59.58	46.54	50.17	50.34	49.07
% de Humedad	11.39	11.43	12.71	11.09	11.19	12.29
Promedio de Hum. (%)	11.41	12.71	11.14	12.29	11.55	11.77

Fecha	Molde N°	Hora	Dial	EXPANSIÓN						
				12		10		9		
				Expansión		Expansión		Expansión		
				mm	%	mm	%	mm	%	
15/01/2021	6:50 p.m.	00:00 Horas	0	0	0	0	0	0	0	
16/01/2021	6:50 p.m.	24:00 Horas	104	2041.8	2080	104	2841.8	2060	105.5	2679.7
17/01/2021	6:50 p.m.	48:00 Horas	158	3202.4	3120	155	3207	3100	168.7	3039.88
18/01/2021	6:50 p.m.	72:00 Horas	170	4318	3400	172	4358.8	3440	173.1	4325.74
19/01/2021	6:50 p.m.	96:00 Horas	172	4368.8	3440	175	4445	3500	177.5	4508.5

Penetración (mm)	PENETRACIÓN CBR											
	Molde N°12				Molde N°10				Molde N°9			
	lectura	Carga Ensayo	Carga Ensayo	CBR (%)	lectura	Carga Ensayo	Carga Ensayo	CBR (%)	lectura	Carga Ensayo	Carga Ensayo	CBR (%)
0.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.84	1	4.2	0.22	1	4.2	0.22		1	4.2	0.22		
1.27	1	4.2	0.22	2	8.3	0.43		2	8.3	0.43		
1.91	2	8.3	0.43	2	8.3	0.43		3	12.5	0.65		
2.54	2	8.3	0.43	3	12.5	0.65	0.62	4	16.7	0.86	1.23	
3.81	3	12.5	0.65	6	25	1.3		6	26	1.3		
5.08	4	16.7	0.86	6	25	1.3	1.23	6	33.4	1.73	1.64	
6.35	4	16.7	0.86	7	29.2	1.51		9	37.6	1.94		
7.62	5	20.9	1.05	7	29.2	1.51		11	45.9	2.33		
10.00	6	25	1.3	9	37.6	1.84		14	58.4	3.02		
12.70	7	29.2	1.51	10	41.7	2.16		17	71	3.67		

GRAFICO



CBR al 100%: 1.23

CBR al 95%: 1.02

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
 Lab. Mecánica de Suelos, Control y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
 Ingeiero Civil COP. N° 63642
 15 años de experiencia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CEMENTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de Investigador:	Establacion de la subrasante con clonuro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacari-Cajamarca	Proteccion
Investigador:	Gambiri Zelada Jampier Alexander	
Fecha:	10/01/2021	1008
Horas de trabajo:	2 Horas	

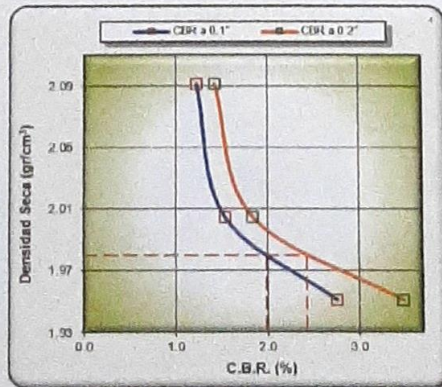
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR ASTM D1557 (Con 2% de Clonuro de Sodio)

Molde N°	CONTRACTACION				1	
	3		4		1	
Capas	6		6		6	
Cilindros por capa	12		25		50	
Condiciones de muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + s. Hum.	13,521.50		13,680.20		12,222.00	
Peso de molde (g)	8203		7875		7770	
Peso de s. Hum. (g/cm ³)	8316.5		5085.2		4952	
Volumen de molde (cm ³)	2291.82		2291.82		2291.82	
Densidad Hum. (g/cm ³)	2.32		2.22		2.16	
% de Humedad	10.07		10.00		12.56	
Densidad seca (g/cm ³)	2.091		2.005		1.951	
Tam ^o N°	05	57	51	50	56	97
Tam ^o x suelo Humedo	89.97	100.32	104.88	89.75	100.12	109.85
Tam ^o x suelo seco	94.44	94.59	98.15	84.45	94.62	102.45
Paso de Agua	5.53	5.73	6.71	5.30	5.90	7.50
Paso de Tam ^o	44.18	42.18	42.80	44.05	43.05	42.72
Peso de suelo seco	50.20	52.41	53.35	48.50	51.54	59.73
% de Humedad	11.00	10.93	12.12	10.71	10.97	12.56
Promedio de Hum. (%)	10.97		12.12		12.56	

Fecha	Molde N°	Tiempo	Hora	EXPANSION							
				3		4		1			
				Dial	Expansión / mm %	Dial	Expansión mm %	Dial	Expansión mm %		
10/01/2021	11:50 a. m.	00:00 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	
17/01/2021	11:50 a. m.	24:00 Horas	00	1524	1200	63	1974.8	1240	67.4	1711.96	1348
18/01/2021	11:50 a. m.	48:00 Horas	92	2336.8	1840	92	2336.8	1840	98.9	2461.26	1918
19/01/2021	11:50 a. m.	72:00 Horas	111.8	2839.72	2236	112	2844.8	2240	116.1	2948.94	2312
20/01/2021	11:50 a. m.	96:00 Horas	118	3022.6	2360	120	3046	2400	125	3175	2500

Penetración (mm)	PENETRACION CBR											
	Molde N°3				Molde N°4				Molde N°1			
	Lectura Dial	Carga Ensayo kg	kg/cm ²	CBR (%)	Lectura Dial	Carga Ensayo kg	kg/cm ²	CBR (%)	Lectura Dial	Carga Ensayo kg	kg/cm ²	CBR (%)
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.64	2	8.3	0.43	1	4.2	0.22		2	8.3	0.43		
1.27	3	12.5	0.65	2	8.3	0.43		5	20.9	1.08		
1.91	4	16.7	0.88	3	12.5	0.65		6	25	1.3		
2.54	4	16.7	0.88	6	20.9	1.08	1.53	9	37.6	1.94	2.76	
3.18	5	20.9	1.08	7	29.2	1.51		13	54.3	2.91		
3.82	7	29.2	1.51	9	37.6	1.94	1.84	17	71	3.67	3.48	
4.46	7	29.2	1.51	10	41.7	2.18		20	83.5	4.32		
5.10	8	33.4	1.73	12	50.1	2.59		23	60	4.97		
5.74	9	37.6	1.94	15	62.6	3.24		30	125.2	6.48		
6.38	10	41.7	2.18	19	79.3	4.1		36	150.3	7.77		

GRAFICO



CBR al 100%: 2.74

CBR al 95%: 1.99

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 83848
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

Nombre de Investigación:	Estabilización de la subbase con cloruro de sodio en el Sector 24 la Vía de Huacari-Cajamarca	Profundidad:	
Investigador:	Gambori Zeleda Jempier Alexander	Fecha:	16/01/2021
Fecha:	16/01/2021	Horas de trabajo:	2 Horas

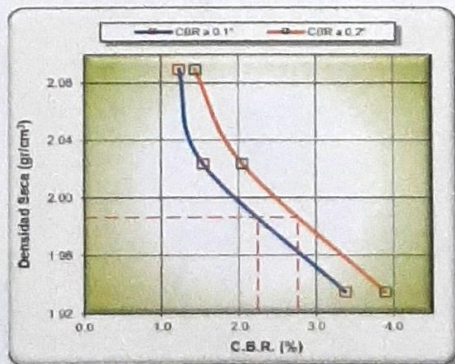
ENSAJO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR ASPHALTOS (Con 4% de Cloruro de Sodio)

COMPACTACION												
Molde N°	0			2			8					
Capas	5			5			5					
Óndulas por capa	12			25			05					
Condiciones de muestra	NO BATURADO			SATURADO			NO BATURADO			SATURADO		
Peso de molde + suelo H	13,100.30		13,100.30	12,825.46		13,076.43	13,032.00		13,128.10			
Peso de molde (gr)	7805		7805	7800		7800	8138		8138			
Peso de suelo Hum. (gr/m)	5304.3		5363.3	6128.46		5276.43	4894		4990.1			
Volumen de molde (cm ³)	2291.82			2291.82			2291.82					
Densidad Hum. (gr/cm ³)	2.31		2.35	2.24		2.30	2.14		2.16			
% de Humedad	10.77		12.22	10.50		12.80	10.39		11.36			
Densidad seca (gr/cm ³)	2.089		2.097	2.023		2.039	1.934		1.955			
Tarro N°	55	56	58	64	28	87	83	81	95			
Tarro + suelo Humedo	98.71	94.62	98.16	98.71	94.62	100.14	98.71	94.62	100.16			
Tarro + suelo seco	91.65	89.73	92.16	91.65	89.73	94.24	91.65	89.73	94.44			
Peso de Agua	5.16	4.79	6.00	5.16	4.79	5.90	5.16	4.79	5.72			
Peso de Tarro	44.00	44.05	43.08	44.02	42.98	48.52	42.72	42.90	44.18			
Peso de suelo seco	47.55	44.78	48.08	47.53	48.73	45.72	48.63	45.93	50.29			
% de Humedad	10.85	10.70	12.22	10.88	10.25	12.90	10.87	10.21	11.38			
Promedio de Hum. (%)	10.77			10.55			12.90					

EXPANSION												
Molde N°			0			2			8			
Fecha	Tempo	Horas	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
				mm	%		mm	%		mm	%	
16/01/2021	1:50 p. m.	00:00 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17/01/2021	1:50 p. m.	24:00 Horas	58	1473.2	1180	58	1473.2	1180	60	1324	1200	
18/01/2021	1:50 p. m.	48:00 Horas	61	1549.4	1220	62	1574.8	1240	63	1609.2	1260	
19/01/2021	1:50 p. m.	72:00 Horas	63	1600.2	1260	65	1651	1300	66	1631	1300	
20/01/2021	1:50 p. m.	96:00 Horas	64	1625.6	1260	68	1678.4	1320	68	1676.4	1320	

PENETRACION CBR												
Penetración (mm)	Molde N°0				Molde N°2				Molde N°8			
	Lectura Dial	Carga Ensayo kg	Carga Ensayo kg/cm ²	CBR (%)	Lectura Dial	Carga Ensayo kg	Carga Ensayo kg/cm ²	CBR (%)	Lectura Dial	Carga Ensayo kg	Carga Ensayo kg/cm ²	CBR (%)
0.00	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.64	1	4.2	0.22		1	4.2	0.22		3	12.6	0.65	
1.27	2	8.3	0.43		2	8.3	0.43		5	20.9	1.08	
1.91	3	12.5	0.65		4	16.7	0.86		7	29.2	1.51	
2.54	4	16.7	0.86	1.23	5	20.9	1.08	1.53	11	45.9	2.37	3.37
3.18	5	20.9	1.08		8	33.4	1.73		15	62.6	3.24	
3.82	7	29.2	1.52	1.43	10	41.7	2.16	2.05	19	79.3	4.1	3.89
4.46	7	29.2	1.52		11	45.9	2.37		21	87.7	4.51	
5.10	8	33.4	1.73		13	64.3	2.81		28	108.5	5.61	
5.74	8	33.4	1.73		16	69.8	3.45		33	137.7	7.12	
6.38	11	45.9	2.37		21	87.7	4.53		40	167	8.64	

GRAFICO



CBR al 100%: 3.37 CBR al 95%: 2.25

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Cimentos y Pavimentos
Fernando E. Ita Rodríguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CBR N° 83048
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CONCRETOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de Investigación:	Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huescarfe-Cajamarca	Protocolo
Investigador:	Camelina Zebade Jampira Alexander	NP10
Fecha:	18/01/2021	
Horas de trabajo:	2 Horas	

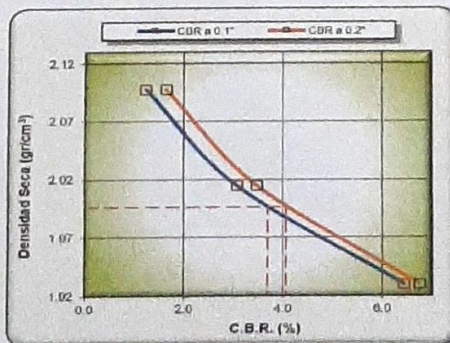
ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR ASTM D1557 (Con 6% de Cloruro de Sodio)

COMPACTACION																
Molde N°	7				11				5							
Capas	5				0				5							
Golpes por capa	12				25				56							
Condiciones de muestra	NO SATURADO				SATURADO				NO SATURADO				SATURADO			
Peso de molde + suelo h	13.266.80				13.343.80				13.029.42				13.150.08			
Peso de molde (gr)	7081				7081				7620				7788			
Peso de suelo Hum (gr)	5304.8				5382.9				5109.42				5230.98			
Volumen de molde (cm ³)	2291.82				2291.82				2291.82				2291.82			
Densidad Hum (gr/cm ³)	2.31				2.35				2.23				2.28			
% de Humedad	10.35				11.52				10.87				12.87			
Densidad seca (gr/cm ³)	2.098				2.108				2.014				2.022			
Tarro N°	53	51	54		80	59	58		97	97	57	28				
Tarro + suelo Humedo	92.38	95.72	100.08		92.40	95.74	98.45		92.40	95.74	101.28					
Tarro + suelo seco	87.87	90.81	94.29		87.85	90.79	92.35		87.85	90.79	94.67					
Peso de Agua	4.71	4.91	3.79		4.75	4.95	6.10		4.75	4.95	6.59					
Peso de Tarro	43.72	42.80	44.02		43.53	44.00	44.95		48.52	42.16	42.98					
Peso de suelo seco	44.85	48.01	50.27		44.12	48.79	47.40		39.13	48.01	51.69					
% de Humedad	10.48	10.23	11.52		10.77	10.58	12.07		12.14	10.18	12.75					
Promedio de Hum (%)	10.35				11.52				10.87				12.87			

EXPANSION															
Fecha	Tiempo	Hora	Dial	7				11				5			
				Expansión		%		Expansión		%		Expansión		%	
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
18/01/2021	3:50 p.m.	00:00 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17/01/2021	3:50 p.m.	24:00 Horas	38	905.2	760	38	895.2	700	40	1016	800				
18/01/2021	3:50 p.m.	48:00 Horas	60.4	1534.16	1208	60.6	1539.24	1212	01.5	1562.3	1230				
18/01/2021	3:50 p.m.	72:00 Horas	61	1549.4	1220	61.4	1559.58	1238	82	1574.8	1240				
20/01/2021	3:50 p.m.	96:00 Horas	62	1574.8	1240	62.3	1582.42	1248	62.8	1590.04	1251				

PENETRACION CBR												
Penetracion (mm)	Molde N°7				Molde N°11				Molde N°5			
	Lectura	Carga Ensayo		CBR (%)	Lectura	Carga Ensayo		CBR (%)	Lectura	Carga Ensayo		CBR (%)
		Dial	kg			kg/cm ²	Dial			kg	kg/cm ²	
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.84	2	8.3	0.43	2	8.3	0.43		8	33.4	1.73		
1.27	3	12.5	0.65	4	16.7	0.86		14	58.4	3.02		
1.91	4	16.7	0.86	7	29.2	1.51		17	71	3.67		
2.64	4	16.7	0.86	10	41.7	2.18	3.07	21	87.7	4.53	6.44	
3.81	6	25	1.3	14	58.4	3.02		27	112.7	5.83		
5.08	8	33.4	1.73	17	71	3.67	3.48	33	137.7	7.32	6.76	
6.35	8	33.4	1.73	20	83.5	4.32		41	171.1	8.85		
7.92	9	37.5	1.94	23	96	4.97		49	204.5	10.58		
10.00	10	41.7	2.18	28	108.5	5.81		65	271.3	14.03		
12.70	12	50.1	2.58	29	121	6.28		78	317.2	16.41		

GRAFICO



CBR al 100%: 6.44 CBR al 99%: 3.70

OBSERVACIONES

ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
FERNANDO E. IBA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CPN° 83848
Especialista en Geotecnia



ASGEOTEC

GEOECIA Y CIMENTOS
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de Investigacion: Estabilizacion de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacari-Cajamarca
 Investigador: Cantini Zelada Jampier Alexander
 Fecha:
 Horas de trabajo:

Protocolo

IF11

GRAFICO DE PENETRACION CBR (Sin Cloruro de Sodio)

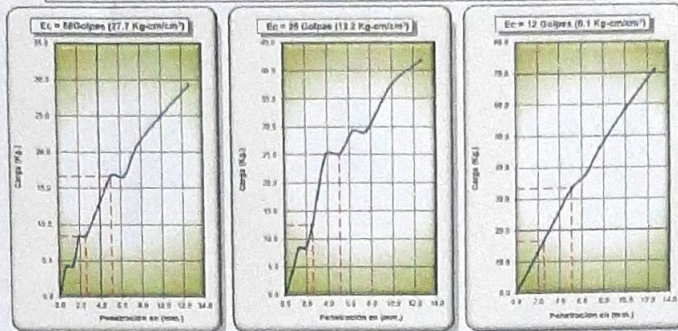


GRAFICO DE PENETRACION CBR (con 2% de Cloruro de Sodio)

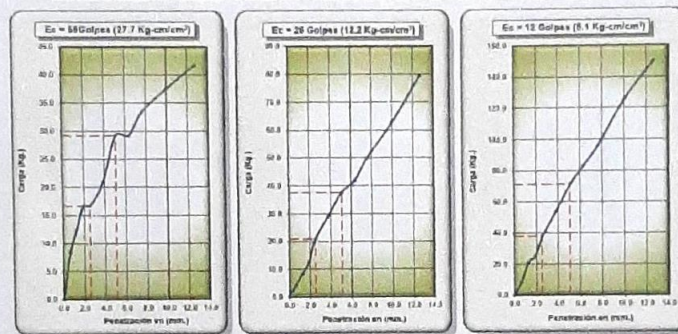


GRAFICO DE PENETRACION CBR (con 4% de Cloruro de Sodio)

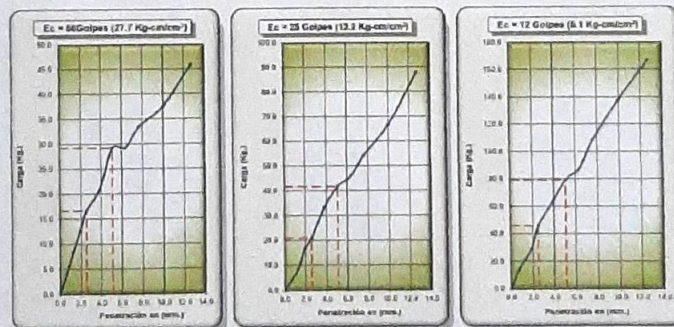
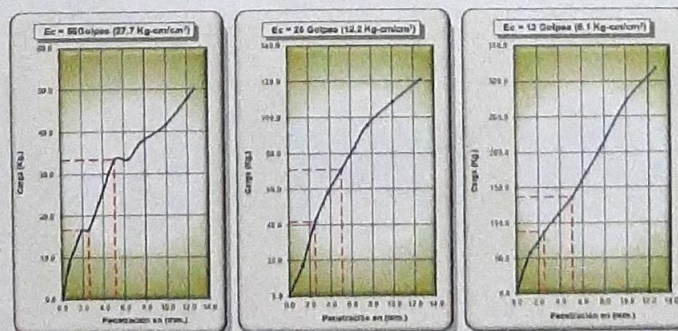


GRAFICO DE PENETRACION CBR (con 6% de Cloruro de Sodio)



ASGEOTEC
 Lab. Mecánica de SUELOS, CONCRETO y PAVIMENTOS
 FERNANDO E. ITO RODRIGUEZ
 Ingeniero Civil CIP N° 63448
 Asesor en Geotecnia

ANEXO N°07: RESUMEN DE TODO LOS ENSAYOS QUE SE ELABORO EN
ASGEOTEC-HUARAZ



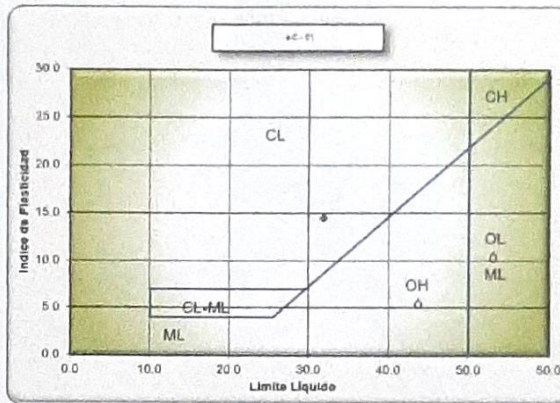
ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
CONSULTORIA, SUPERVISION Y EJECUCION DE OBRAS

Nombre de investigación	Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 la Villa de Huacará-Cajamarca	Protocolo
Investigador	Gambini Zelada Jambier Alexander	
Fecha		Nº12
Horas de trabajo		

CLASIFICACION DEL SUELO

CALICATA	C-1	
MUESTRA	Prq. 0.38km	
MATERIAL	Subrasante	
PROFUND. DE MUESTREO	1.50m.	
Análisis granulométrico por tamizado (% acumulado que pasa)	2"	92.39
	3/4"	87.42
	# 4	77.53
	# 8	76.08
	# 40	72.77
# 200	49.41	
Coef. de Uniformidad Cu	9.13	
Coef. de Curvatura Co	0.97	
Porcentaje de Material	Grava	22.47
	Arena	28.12
	Finos	49.41
Límites de Consistencia	L.L.	31.86
	L.P.	17.41
I.P.	14.45	
Clasificación AASHTO	A-6	
Clasificación SUCS	CL	



GRADO DE COMPACTACION

Proctor Modificado sin aditivo

Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	2.060
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.00

Proctor Modificado con 2% de aditivo

Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	2.084
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.92

Proctor Modificado con 4% de aditivo

Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	2.091
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.86

Proctor Modificado con 6% de aditivo

Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	2.101
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.56

CAPACIDAD DE SOPORTE

CBR sin aditivo

CBR al 100% de la MDS (%)	1.23
CBR al 95% de la MDS (%)	1.02
Expansion en 96 horas (%)	3496.67

CBR con 2% de aditivo

CBR al 100% de la MDS (%)	2.76
CBR al 95% de la MDS (%)	1.99
Expansion en 96 horas (%)	2426.67

CBR con 4% de aditivo

CBR al 100% de la MDS (%)	3.37
CBR al 95% de la MDS (%)	2.25
Expansion en 96 horas (%)	1306.67

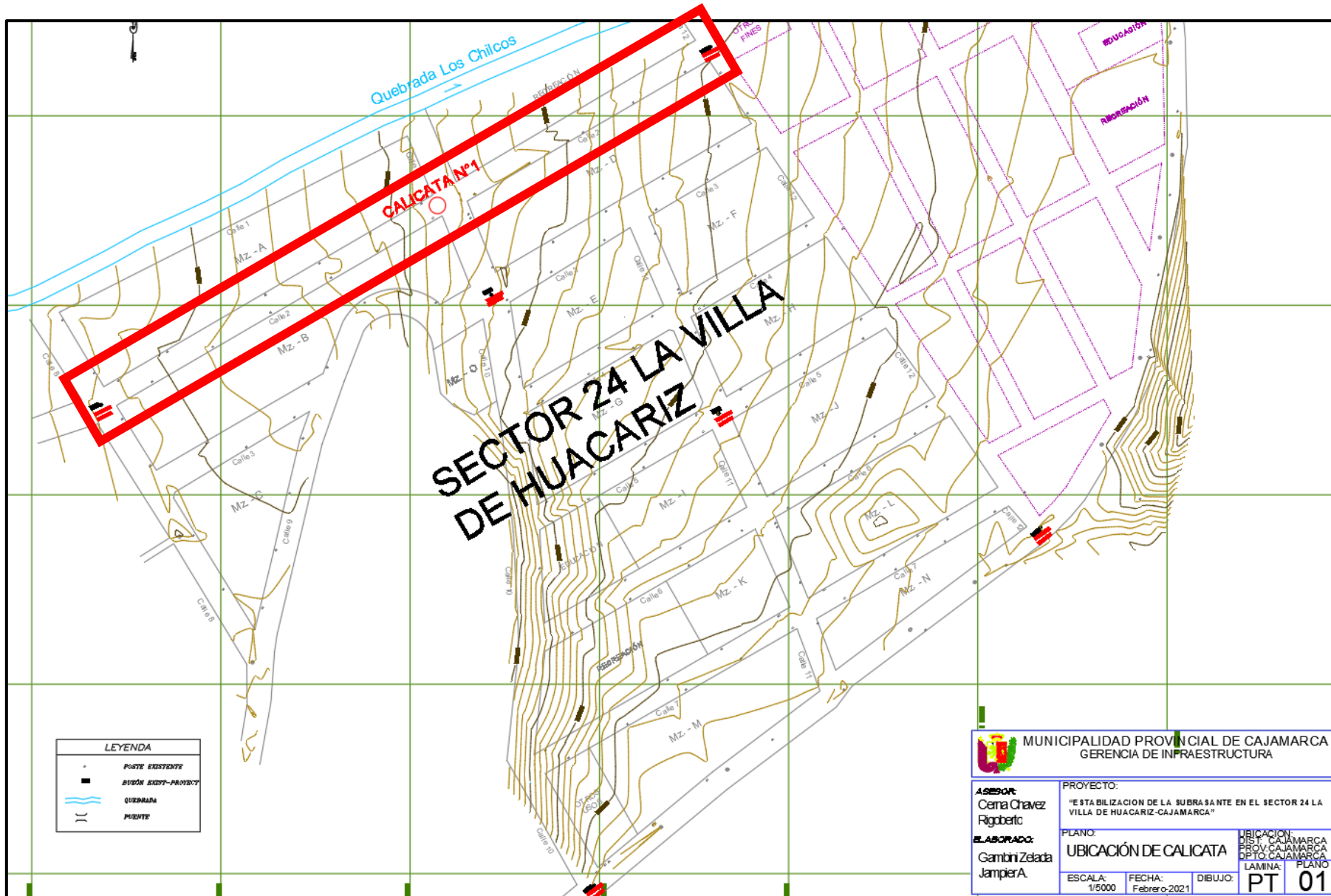
CBR con 6% de aditivo

CBR al 100% de la MDS (%)	6.44
CBR al 95% de la MDS (%)	3.70
Expansion en 96 horas (%)	1246.00

OBSERVACIONES


ASGEOTEC
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos
Fernando E. Ita Rodríguez
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ
Ingeniero Civil CIP N° 53948
Especialista en Geotecnia

ANEXO N°08: PLANO DE LA UBICACIÓN DE LA CALICATA N°01 EN EL SECTOR
24 VILLA DE HUACARIZ



LEYENDA

•	POSTE EXISTENTE
■	BUSÓN EXIST.-PROYECT.
~~~~~	QUEBRADA
( )	PUNTE

 <b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA</b> GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA			
<b>ASESOR:</b> Cerna Chavez Rigoberto		<b>PROYECTO:</b> "ESTA BILIZACION DE LA SUBRASANTE EN EL SECTOR 24 LA VILLA DE HUACARIZ-CAJAMARCA"	
<b>ELABORADO:</b> Gambini Zelada Jampiera A.		<b>PLANO:</b> UBICACIÓN DE CALICATA	
ESCALA: 1/5000	FECHA: Febrero-2021	DIBUJO: PT	UBICACIÓN: DISTR. CAJAMARCA PROV. CAJAMARCA DPTO. CAJAMARCA LAMINA: PLANO <b>01</b>

ANEXO N°09: PANEL FOTOGRÁFICO





FOTO N°01: Excavación de la Calicata N°01 en el Sector 24 la Villa de Huacariz-Cajamarca con 1m de ancho, 1m de largo y 1.50m de alto





FOTO N°02: Lleve las muestras a laboratorio ASGEOTEC-Huaraz



FOTO N°03: Cuarteo de la muestra



FOTO N°04: Selección de la muestra



FOTO N°05: Muestra para realizar la Granulometría por tamizado





FOTO N°06: Pesado de la muestra





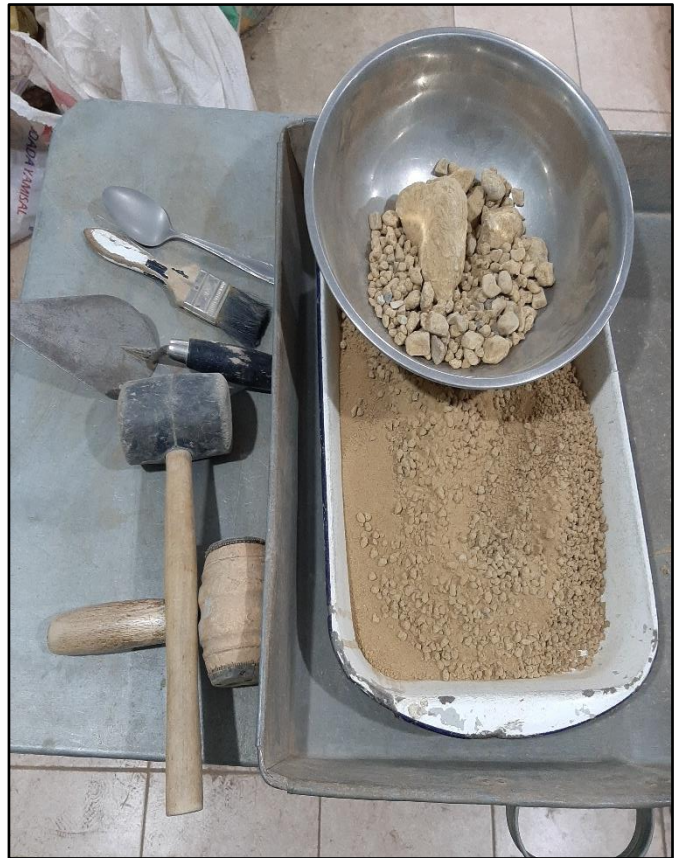


FOTO N°07, 08, 09 y 10: La muestra se pasa por la malla N°4 para separar la muestra para grava y finos, se limpia la grava con un cepillo de hierro para separar los finos y con la ayuda de un martillo se machuca la muestra.







FOTO N°11, 12 y 13: Para la grava se tamizo por las mallas 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8" y N°4 y se pesó lo retenido.





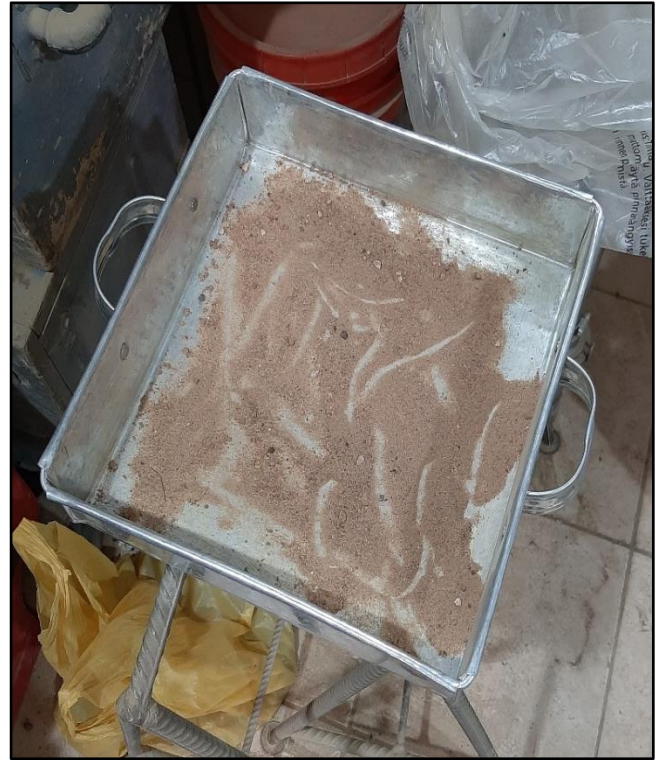


FOTO N°14, 15, 16, 17, 18 y 19: Para los finos de la muestra que paso por la malla N°4 se toma 150gr y se lava y pasa por la malla N°200 se secó y lo obtenido se tamizo por las mallas N°8, N°16, N°40, N°50, N°100 y N°200 y se pesan lo retenido.



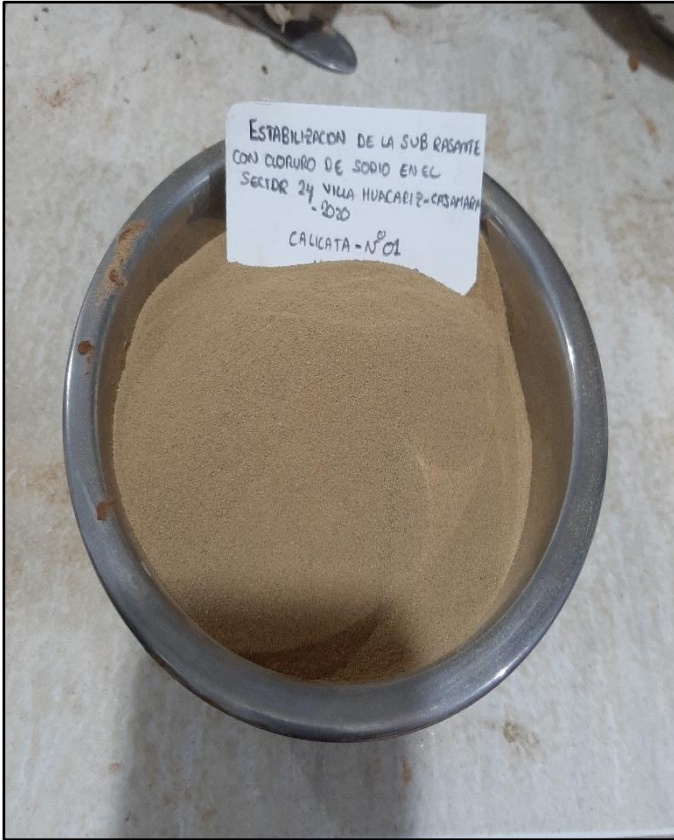






FOTO N°20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26: Limite Liquido de la muestra que se pasó por la malla N°4 se pasa por la malla N°40 en un recipiente y se le agrego agua y con una espátula se mezcló se colocó la muestra en la cuchara Casagrande y con el acanalador se dividió y luego se dio los golpes, se pesó la muestra húmeda, se secó y se volvió a pesar.



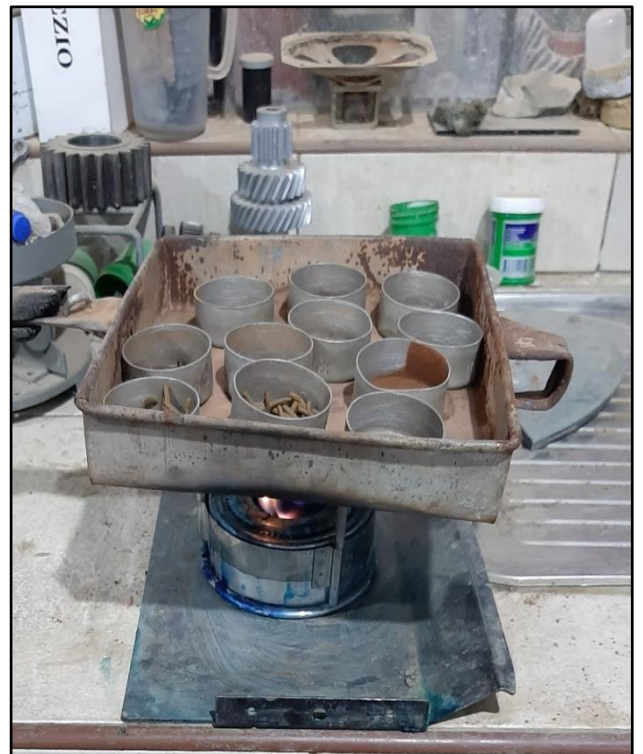


FOTO N°27, 28, 29 y 30: Limite Plástico con la mano se hizo rollitos delgados y luego enzima de papel filtro para quitar humedad, después se sigue haciendo rollitos y lo que se parte se coloca en un recipiente se tomó muestra hasta 26gr, se pesó la muestra húmeda se deja secar y se volvió secar.





FOTO N°31, 32 y 33: Proctor Modificado primero en recipiente se extrae muestra para realizar contenido de humedad luego con el pistón se dio 56 golpes dentro del molde, en capas se nivelo la muestra, se pesa y con el extractor de muestra se retira el molde de la muestra.





FOTO N°34 y 35: Proctor Modificado con dosificación de 2%, 4% y 6% se mesclo 6kg de muestra y se añadió los porcentajes según el peso y se elaboró el mismo procedimiento.







FOTO N°36, 37, 38, 39, 40 y 41: Ensayo California Bearing Ratio (CBR) se tomó 6kg de muestra y con el pistón se hicieron 5 con 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes, se nivela se colocó en un recipiente se llenó de agua y se colocó el dial, al cuarto día se coloca en la compresión CBR, separo la muestra del molde con el extractor y se pesa y de esa muestra se extrae muestra en recipiente y se saca el contenido de humedad.

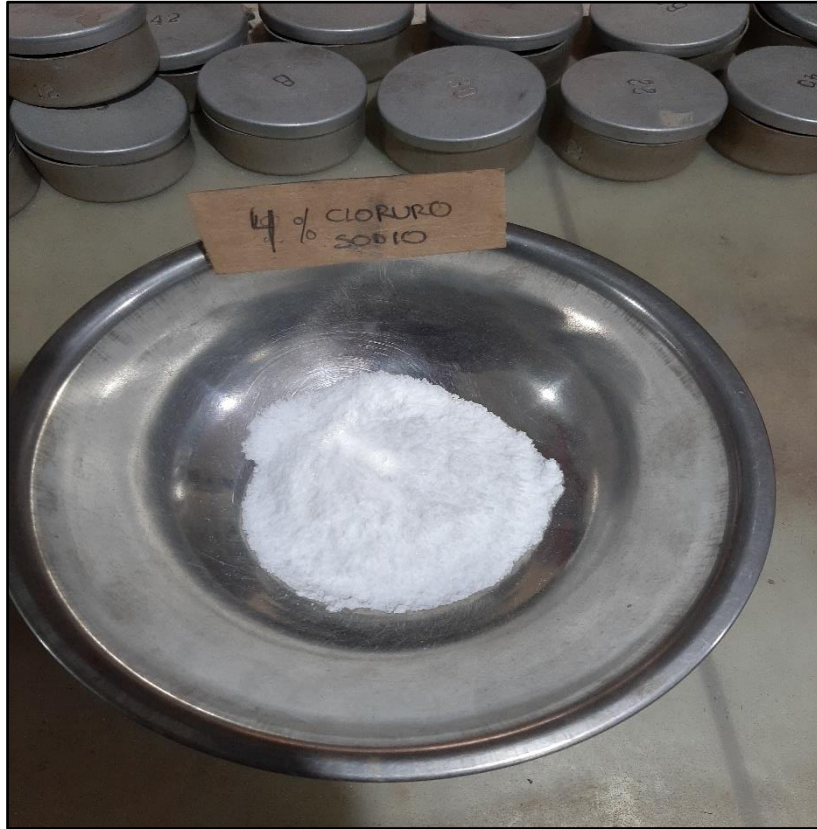


FOTO N°42 y 43: California Bearing Ratio con dosificación de 2%, 4% y 6% se mesclo 6kg de muestra y se añadió los porcentajes según el peso y se elaboró el mismo procedimiento para el ensayo de CBR.