

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de la adición del cloruro de calcio y
aceite sulfonado en las propiedades físicas y
mecánicas del afirmado de una vía en estado de
congelamiento en la región Puno - 2022**

Juan Gabriel Mamani Larico
Cristian Alber Pari Mamani

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO – 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%

9

Carlo Magno. "Transurethral ethanol ablation of the prostate (TEAP): an effective minimally invasive treatment alternative to traditional surgery for symptomatic benign prostatic hyperplasia (BPH) in high-risk comorbidity patients", *International Urology and Nephrology*, 12/2008

Publicación

<1 %

10

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

Richard Berg, E. S. Fahrenkamp. "Neue Mikrobestimmung des Thalliums durch potentiometrische Titration unter Verwendung des ?Thionalids?", *Mikrochimica Acta*, 1937

Publicación

<1 %

12

renatiqa.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

14

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

15

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

16

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.kitsapcountyems.org Fuente de Internet	<1 %
20	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repository.tudelft.nl Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
25	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
26	www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

29	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
31	bibliotecadigital.univalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	"Efectos de la licuefacción en puentes fundados en pilotes", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2016 Publicación	<1 %
36	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

40	red.uao.edu.co Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
43	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
44	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	Schalm, O. W., and J. R. Beach. "The Resistance of the Virus of Infectious Laryngotracheitis to Certain Physical and Chemical Factors", <i>The Journal of Infectious Diseases</i> , 1935. Publicación	<1 %
46	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

50	research.tue.nl Fuente de Internet	<1 %
51	www.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %
52	bonndoc.ulb.uni-bonn.de Fuente de Internet	<1 %
53	repository.ucc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
54	www.alcmeon.com.ar Fuente de Internet	<1 %
55	www.scilit.net Fuente de Internet	<1 %
56	repositorio.uisek.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
57	www.minambiente.gov.co Fuente de Internet	<1 %
58	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
59	Corona Flores Romulo. "Substitucion de suelos altamente compresibles para la construccion de una carretera", TESIUNAM, 1988 Publicación	<1 %

60	<p>FIDEL SALAS VICENTE. "Investigación y modelización de la adherencia, el desgaste y la fenomenología de daño asociada a la rodadura en contactos rueda-carril de aceros al carbono y bainíticos.", Universitat Politecnica de Valencia, 2015</p> <p>Publicación</p>	<1 %
61	<p>edoc.pub</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
62	<p>futur.upc.edu</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
63	<p>vsip.info</p> <p>Fuente de Internet</p>	<1 %
64	<p>"Integration of near surface complementary geophysical techniques for the study of ancient archaeological areas in the Atacama Desert case study : Iluga Archaeological site, Northern Chile", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2022</p> <p>Publicación</p>	<1 %
65	<p>Henry Gastón Casapia Soto. "Análisis comparativo del transporte de carga minera en la Región Central", Industrial Data, 2021</p> <p>Publicación</p>	<1 %
66	<p>Marie V. Lebour. "The Microplankton of Plymouth Sound from the Region beyond the</p>	<1 %

Breakwater", Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2009

Publicación

67

Wilfredo Gonzales Valero. " Hazards to food caloric availability & coverage due to climate change in the Puno region, Peruvian Altiplano ", Food and Energy Security, 2018

Publicación

<1 %

68

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

69

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

70

sgp.undp.org

Fuente de Internet

<1 %

71

tuncelidh.saglik.gov.tr

Fuente de Internet

<1 %

72

www.imperial.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

73

www.pcr.uu.se

Fuente de Internet

<1 %

74

Ruiz Hernandez José Narciso, Gonzalez Ernesto Armando. "Influencia de los agregados gruesos utilizados en la fabricación de concreto normal", TESIUNAM, 1999

Publicación

<1 %

75	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
76	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
77	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
78	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
79	srv.aneca.es Fuente de Internet	<1 %
80	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
81	repositorio.umch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
82	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
83	revistas.itm.edu.co Fuente de Internet	<1 %
84	www.abebooks.com Fuente de Internet	<1 %
85	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
86	walac.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor de tesis, quien nos apoyó con bastante dedicación en la elaboración del presente proyecto y así lograr nuestra superación profesional.

A la Universidad Continental y Facultad de Ingeniería, por la aceptación en nuestro proceso de titulación.

A las personas que nos apoyaron en la elaboración del presente proyecto.

DEDICATORIA

A Dios, por brindarnos salud, por guiarnos en el camino correcto y brindarnos sabiduría para lograr nuestras metas.

A mis padres, Felix Pari Mamani y Corina Mamani Molleapaza, por brindarme su apoyo constante, siendo ellos el pilar fundamental durante mi vida profesional.

Pari Mamani, Cristian Alber

A mis padres, Felipe Mamani Pomari y Beatríz Larico, por su apoyo incondicional para poder culminar mis estudios; así mismo, a mi hermano Lenin, por la motivación y confianza brindada.

Mamani Larico, Juan Gabriel

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Justificación e importancia	5
1.3.1. Justificación metodológica	5
1.3.2. Justificación técnica	5
1.3.3. Justificación social	6
1.3.4. Justificación económica	6
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	6
1.4.1. Hipótesis general	6
1.4.2. Hipótesis específicas	6
1.4.3. Descripción de variables	7

1.4.4. Operacionalización de variables.....	8
---	---

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema.....	9
2.1.1. Internacionales.....	9
2.1.2. Nacionales	13
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Carreteras.....	16
2.2.2. Clasificación de carreteras	17
2.2.3. Carreteras pavimentadas.....	18
2.2.4. Carreteras no pavimentadas.....	20
2.2.5. Caminos con superficie de rodadura no pavimentada.....	20
2.2.6. Afirmado	22
2.2.7. Afirmado de una vía.....	23
2.2.8. Afirmados estabilizados	24
2.2.9. Patologías en carreteras afirmadas.....	25
2.2.10. Características en carreteras afirmadas.....	26
2.2.11. Propiedades de las Carreteras.....	30
2.2.12. Suelos.....	33
2.2.13. Tipos de suelos.....	33
2.2.14. Estabilización de suelos.....	35
2.2.15. Estabilización Física.....	38
2.2.16. Estabilización mecánica.....	38
2.2.17. Estabilidad del suelo por combinación	38
2.2.18. Estabilización química de suelos.....	39
2.2.19. Aceite sulfonado	40
2.2.20. Estabilización con aceite sulfonado.....	42

2.2.21. Cloruro de calcio	43
2.2.22. Estabilización con cloruro de calcio.....	44
2.2.23. Congelamiento de suelos.....	46
2.2.24. Ensayos realizados sobre el material de afirmado	50
2.2.25. Definición de términos básicos:.....	57

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación	59
3.1.1. Enfoque de la investigación	59
3.1.2. Tipo de investigación	60
3.1.3. Nivel o alcance de la investigación.....	60
3.2. Diseño de la investigación.....	60
3.3. Población y muestra.....	61
3.3.1. Población	61
3.3.2. Muestra.....	61
3.3.3. Tipo de muestreo	63
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
3.4.1. Técnicas e instrumentos	63
3.4.2. Procedimientos de recolección de datos	68
3.4.3. Confiabilidad de los instrumentos de investigación	81

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del tratamiento y análisis de los datos obtenidos.....	82
4.1.1. Propiedades físico mecánicas adicionando cloruro de calcio	83
4.1.2. Prueba de hipótesis	87
4.1.3. Índice de plasticidad adicionando cloruro de calcio	87
4.1.4. CBR adicionando cloruro de calcio	90

4.1.5. Propiedades físicas y mecánicas adicionando aceite sulfonado.....	92
4.1.6. Prueba de hipótesis	96
4.1.7. Índice de plasticidad adicionando aceite sulfonado	96
4.1.8. CBR adicionando aceite sulfonado	99
4.1.9. Propiedades físicas y mecánicas de las combinaciones	101
4.1.10. Prueba de hipótesis	106
4.1.11. Índice de plasticidad adicionando cloruro de calcio y aceite sulfonado...	106
4.1.12. CBR adicionando cloruro de calcio y aceite sulfonado	109
4.2. Discusión de resultados	111
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
ANEXOS	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de carreteras	17
Tabla 2 Clasificación orográfica	17
Tabla 3 Características de carreteras no pavimentadas	21
Tabla 4 Niveles de servicios de afirmados	28
Tabla 5 Clasificación de los suelos de acuerdo al tamaño de partículas	35
Tabla 6 Muestra mínima de espécimen húmedo.....	50
Tabla 7 Clasificación de suelos por tamaño.....	51
Tabla 8 Aberturas de tamices	52
Tabla 9 Clasificación del IP.....	54
Tabla 10 Cantidad de muestras ensayadas	61
Tabla 11 Detalle de las muestras ensayadas.....	62
Tabla 12 Serie de tamices	70
Tabla 13 Características físico mecánicas del suelo natural	82
Tabla 14 Límites de consistencia.....	83
Tabla 15 Contenido de Humedad Óptimo	84
Tabla 16 Máxima Densidad Seca	85
Tabla 17 CBR adicionando aceite sulfonado.....	86
Tabla 18 Datos del análisis de varianza ANOVA	88
Tabla 19 Prueba de Tukey.....	88
Tabla 20 Prueba de análisis de varianza ANOVA	90
Tabla 21 Prueba de Tukey.....	90
Tabla 22 Límites de consistencia	92
Tabla 23 Contenido de Humedad Óptimo	93
Tabla 24 Máxima Densidad Seca	94
Tabla 25 CBR adicionando cloruro de calcio.....	95
Tabla 26 Prueba de análisis de varianza ANOVA	97
Tabla 27 Prueba de Tukey.....	97
Tabla 28 Prueba de análisis de varianza ANOVA	99
Tabla 29 Prueba de Tukey.....	99
Tabla 30 Límites de consistencia de la combinación factorial	101
Tabla 31 Máxima Densidad Seca de la combinación	103
Tabla 32 CBR	104
Tabla 33 Prueba de análisis de varianza ANOVA	107

Tabla 34 Prueba de Tukey.....	107
Tabla 35 Prueba de análisis de varianza ANOVA	109
Tabla 36 Prueba de Tukey.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Temperaturas mínimas de la región de Puno	3
Figura 2 Pavimento flexible	18
Figura 3 Pavimento flexible	19
Figura 4 Pavimento semirrígido	20
Figura 5 Carretera no pavimentada	24
Figura 6 Deterioro en caminos sin pavimentar por pérdida de agregados	25
Figura 7 Problemática en camino por presencia de agua	26
Figura 8 Irregularidad superficial	26
Figura 9 Guía para seleccionar el tipo de estabilizador	37
Figura 10 Guía para seleccionar el tipo de estabilizador.....	40
Figura 11 Aceite sulfonado de naftaleno del petróleo.	42
Figura 12 Estabilización con aceite sulfonado	43
Figura 14 Estabilización con cloruro de calcio	45
Figura 15 Deformaciones por la congelación en suelos limosas.....	49
Figura 16 Obtención de contenido de humedad	51
Figura 17 Juego de tamices	53
Figura 18 Ensayo de límites de Atterberg.....	55
Figura 19 Límites de Atterberg	55
Figura 20 Esquema del Equipo para el ensayo de CBR	57
Figura 21 Extracción de muestras	68
Figura 22 Cuarteo para la recolección de muestras.....	69
Figura 23 Traslado de muestras al lavatorio	69
Figura 24 Ensayo de granulometría.....	71
Figura 25 Ensayo de Límite Líquido	73
Figura 26 Ensayo de Límite Líquido con adición de Cloruro de calcio y aceite sulfonado	73
Figura 27 Límites de consistencia de las dosificaciones	74
Figura 28 Dosificación de material (Cloruro de calcio + CONAID)	75
Figura 29 Preparación del material para ensayo de Proctor	76
Figura 30 Ensayo de Proctor modificado	76
Figura 31 Dosificación de aditivos	79
Figura 32 Compactación del material	79
Figura 33 Material sumergido en agua (proceso de expansión – CBR)	80

Figura 34 Muestras sometido a Congelamiento (agua)	80
Figura 35 Índice plástico de dosificaciones.....	84
Figura 36 Contenido óptimo de humedad de las dosificaciones	85
Figura 37 Máxima densidad seca de dosificaciones	86
Figura 38 CBR adicionando aceite sulfonado.....	87
Figura 39 Índice de plasticidad de las dosificaciones.....	93
Figura 40 Contenido óptimo de Humedad de dosificaciones	94
Figura 41 Máxima Densidad Seca de dosificaciones.....	95
Figura 42 CBR adicionando cloruro de calcio	96
Figura 43 Gráfico de límites de consistencia de la combinación factorial.....	102
Figura 44 Gráfico de Máxima Densidad Seca de la combinación factorial.....	104
Figura 45 CBR.....	106

RESUMEN

La región Puno se encuentra en la sierra peruana a altitudes mayores de 3800 m.s.n.m., por lo que las temperaturas son bajas y los ciclos de congelamiento influyen en el desempeño de las carreteras afirmadas a pesar de su volumen de tráfico bajo, por lo que en la investigación se tiene la finalidad de evaluar qué efecto tiene el cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022. La metodología presenta un enfoque cuantitativo, tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental de estudio. La población está delimitada por las vías de afirmado en la región Puno; la muestra la conforma la ruta nacional PE-3SQ, Km63+850, con una altitud mayor a 4000 m.s.n.m.; en el distrito de Palca, provincia de Lampa, el muestreo es no probabilístico. Los resultados obtenidos muestran que adicionando 1% de cloruro de calcio el IP reduce en un 0.5%, la MDS incrementa en un 1.73% y el CBR sometido a ciclos de congelamiento durante el proceso de expansión, incrementa en un 202.27%, con 0.25% de aceite sulfonado, disminuye el IP en un 37.5%, la MDS incrementó en un 0.16%, el CBR sometida a ciclos de congelamiento incrementó en un 206.82% y adicionando un 0.2%AS+2%CC el IP disminuyó en un 4%, la MDS incrementó en un 3.78% y la capacidad de soporte CBR sometida a ciclos de congelamiento en la etapa de expansión incrementó en un 134.09%. Se concluye que las dosificaciones cumplen con los requerimientos del MTC donde el IP está entre 4 – 8 y los CBR con mayores al 40%.

Palabras clave: aceite sulfonado, afirmado, CBR, cloruro de calcio, ciclos de congelamiento

ABSTRACT

The Puno region is located in the Peruvian highlands at altitudes greater than 3800 meters above sea level. Therefore, the temperatures are low and the freezing cycles influence the performance of the affirmed roads despite their low volume of traffic, for which the purpose of the investigation is to evaluate the effect of calcium chloride and sulfonated oil. on the physical and mechanical properties of the paved road in a frozen state in the Puno region - 2022. The methodology presents a quantitative approach, applied type, explanatory level and experimental study design. The population is delimited by the affirmation roads in the Puno region, the sample is made up of the national route PE-3SQ, Km63+850, with an altitude greater than 4000 meters above sea level; in the district of Palca, province of Lampa, the survey is not probabilistic. The results obtained show that adding 1% calcium chloride reduces the IP by 0.5%, the MDS increases by 1.73% and the CBR subjected to freezing cycles during the expansion process increases by 202, 27%, with 0.25% sulfonated oil, decreasing the IP by 37.5%, the MDS increased by 0.16%, the CBR suffered an increase in freezing cycles by 206.82% and adding 0.2%AS+2% CC the IP decreased by 4%, the MDS increased by 3.78% and the CBR support capacity supported by freezing cycles in the expansion stage increased by 134.09%, it is concluded that the dosages meet the MTC requirements where the IP is between 4 - 8 and the CBR with more than 40%.

Keywords: sulfonated oil, affirmed, CBR, calcium chloride, freezing cycles

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el **problema** principal es el estado de congelamiento que sucede en la región de Puno por las bajas temperaturas, en épocas de otoño iniciando desde el mes de mayo. Afectando considerablemente en las propiedades del afirmado; por ende, se incorporó materiales naturales, materiales que contengan propiedades químicas para estabilizar el afirmado de la carretera o vías que son perjudicadas por las bajas temperaturas. Posteriormente, la **finalidad** es corregir las distintas deficiencias que afectan la estructura de la vía. En ese sentido, el estudio pretende dar una alternativa de solución a los distintos factores que se presentan en el ámbito de la construcción de pavimento flexible y rugoso.

El estudio consiste en identificar el efecto que causa el cloruro de calcio y aceite sulfonado en las características del afirmado de la vía en estado de congelamiento en la región Puno - 2022, ya sea encontrando la variabilidad en la temperatura, adición de porcentaje adecuado de aceite sulfonado y cloruro de calcio. El estudio tiene el aporte en conocer las nuevas aplicaciones de materiales (naturales y químicos) que pueden facilitar y mejorar u optimizar reemplazando las metodologías tradicionales ofreciendo soluciones en el afirmado. La **metodología** a emplear en la investigación tiene un enfoque cuantitativo donde los resultados se presentarán de forma numérica y con análisis estadístico, un método científico con el que se podrá generar conocimientos nuevos de forma que aporte en investigaciones nuevas, nivel correlacional porque se busca conocer la relación del aceite sulfonado y el cloruro de calcio para ser aplicado en los tramos de prueba, con un diseño experimental ya que la variable independiente de estudio será manipulada y un tipo aplicado de estudio, ya que todo el proceso de campo y gabinete se basa en el procesamiento de datos.

La presente investigación se estructura de la siguiente manera, haciéndose una descripción sistemática del contenido:

El capítulo I: En este capítulo, se detalla el problema a investigar y la formulación del mismo donde se describen el problema general y los específicos, los objetivos de investigación general y específicos, la justificación, la hipótesis del estudio y la operacionalización de sus variables.

El capítulo II está conformado por el marco teórico donde se redactan aquellos conceptos más importantes de esta investigación, se presentan antecedentes del ámbito internacional, nacional y local, ampliación de bases teóricas y fundamentos de las variables de estudio, los instrumentos y sus características para la realización de cada una de las pruebas necesarias.

En el capítulo III, se describe la metodología a emplear en el trabajo, el enfoque, método, nivel y tipo de investigación, la población y muestra, el diseño, la población, muestra y las técnicas e instrumentos del estudio.

En el capítulo IV, son definidos los resultados del estudio, mostrando de forma detallada los resultados obtenidos y el análisis de la información presentándolos en tablas y figuras, asimismo la interpretación de las mismas, las pruebas de hipótesis y discusiones de los resultados.

Finalmente, se da en conocimiento las conclusiones a las que llegó el estudio, sus recomendaciones, las referencias de la bibliografía empleada, y los anexos pertenecientes a la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. *Planteamiento del problema*

En diferentes países a nivel mundial, se sabe que los cambios extremos de temperatura del suelo, como los de congelación y descongelación, tienen una influencia considerable en las propiedades geotécnicas del suelo. Informes previos de varios investigadores han demostrado que la congelación-descongelación conduce a una clara disminución de la estabilidad del suelo (1). La región de distribución de los suelos congelados representa alrededor del 23% de la superficie terrestre del mundo (2). Los ciclos anuales de congelación y descongelación tienen un impacto significativo en el desempeño de las carreteras afirmadas en las regiones frías como en el condado de Hamilton, Iowa en Estados Unidos; estas rutas tienen volúmenes de tráfico más bajos que las carreteras primarias o urbanas, y las agencias locales las prefieren cuando los costos de construcción de las opciones de carreteras pavimentadas superan las limitaciones presupuestarias. Además, las carreteras tipo afirmado tienen menores costos de mantenimiento con procedimientos más sencillos en comparación con las carreteras

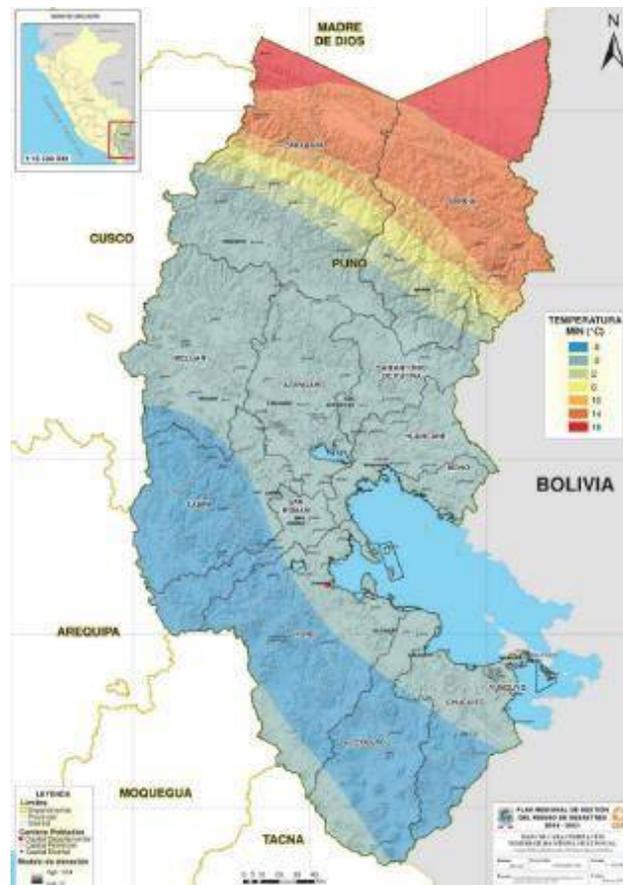
pavimentadas (3). Debido a la acción de las heladas, que son los predominantes en el invierno, causan graves daños a la ingeniería vial (4).

En el Perú, la red de carreteras nacionales, regionales y locales, esencialmente las vías de penetración o transversales, cobran un papel de mucho interés en el progreso del país mediante la economía, prioritariamente en regiones de selva y sierra, ya que se encuentran alejadas del desarrollo económico, siendo la costa la zona de mayor incidencia poblacional. De acuerdo con el informe emitido el 2022 por el MTC, indica que un total de 4437 km de la red vial nacional aún no está pavimentado y solo se encuentra a nivel de afirmado (5), así también la revista construir menciona que en el año 2022 solo un 13.2% de la red departamental se logró pavimentar, mientras que la red vial vecinal solo alcanza el 1.7% (6). En el Perú, también se tiene otra problemática que está relacionada con las heladas y la región más afectada es la sierra que se encuentra por sobre los 3000 m.s.n.m., tal como lo indica el SENAMHI. Este fenómeno no solo afecta a la población, sino también las redes viales empeorando el desempeño de los materiales, la estructura del pavimento, los métodos de diseño y el mantenimiento (7). Debido a esto, existe la necesidad de poseer superficies de rodadura adecuadas con el fin de prevenir los deterioros prematuros, considerándose también soluciones básicas y/o conservaciones rutinarias oportunas. Empleando estos métodos, se evita incurrir en costos altos de operación, reducción de accidentes de tránsito y aumentar la conformidad de los usuarios frente a los contratistas que se encargan de las operaciones y mantenimientos de la vía (8).

El departamento de Puno está ubicado en la sierra peruana por sobre los 3800 m.s.n.m. Es uno de los departamentos en donde las heladas son frecuentes, las cuales se pueden dar de un día para otro o en pocas horas y los registros son debajo de sus valores normales donde el gradiente térmico que se presenta en las noches fluctúa de 15°C a 25°C (9).

Figura 1

Temperaturas mínimas de la región de Puno



Nota. Gobierno Regional de Puno (10)

Por otro lado, el mejoramiento de las propiedades de un afirmado mediante estabilizaciones va en aumento, pasando de lo natural a lo químico con el empleo de aceite sulfonado, ácido fosfórico, cloruro de sodio, etc., determinando en la totalidad de las situaciones los cambios que se generan con la adición de estos químicos por medio de pruebas de laboratorio, siendo el criterio de elección los ensayos que analizan las reducciones de las variaciones del volumen del suelo por incorporación de humedad (11). Debido a la falta de información sobre el comportamiento en estado de congelamiento de estos estabilizantes de suelo, es por lo que se plantea las siguientes interrogantes:

1.1.2. Formulación del problema

A) Problema general

¿Cuál es la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento en la región Puno - 2022?

B) Problema específico

- ¿Cuál es la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022?
- ¿Cuál es la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022?
- ¿Cuál es la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.
- Determinar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

- Determinar la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022

1.3. Justificación e importancia

Las innovaciones tecnológicas actualmente se están modernizando en este siglo XXI, proporcionando nuevas alternativas de solución de materiales (naturales, químicos) concernientes a estructuras de pavimento para estabilizar y optimizar las propiedades de afirmado.

La importancia de realizar la presente propuesta de investigación está ligada al conocimiento de establecer los porcentajes óptimos de adición de cloruro de calcio y aceite sulfonado en el material de afirmado con deficiencias en sus propiedades; asimismo, el estado de congelamiento que se tiene en la región Puno.

1.3.1. Justificación metodológica

En lo que respecta al procedimiento, este tipo de investigación se viene realizando con métodos analíticos, inductivos y finalmente estadísticos, por otro lado, teniendo en cuenta antecedentes de distintas investigaciones ya realizadas, el tipo de investigación aplicada – experimental - método cuantitativo. En donde se incorporarán materiales (naturales y compuestos químicos) que están a nuestro alcance y optimizar el afirmado de la carretera.

1.3.2. Justificación técnica

En este tipo de justificación, técnicamente, se adiciona nuevos aportes para abastecer las necesidades de la zona o del lugar, mejorar el afirmado de la carretera en la región de Puno. Utilizando materiales naturales y compuesto inorgánico para optimizar el afirmado de la vía en estudio. El empleo de estabilizantes como el cloruro de calcio y aceite sulfonado, permiten el aumento de las resistencias del suelo, como también el comportamiento frente a temperaturas de congelamiento (heladas), ya que provienen de las derivaciones del petróleo, el cual es objeto de estudio.

1.3.3. Justificación social

En este tipo de estudio socialmente en la región de Puno se encuentra vías de afirmado en mal estado, por ello en esta investigación se hizo la intervención con el fin de optimizar las calidades de vida y los progresos sostenibles en la región de Puno, donde las estabilizaciones de afirmando pueda beneficiar a un futuro como también en la construcción de avenidas, calles y jirones con materiales naturales y compuesto inorgánico.

1.3.4. Justificación económica

En la actualidad, mejorar el proceso de construcción de afirmados a diferentes altitudes y tener la consideración de amortizar el gasto al momento de ejecutarlas, es importante destacar el proceso de incorporación de material cloruro de calcio y aceite sulfonado el cual se enfoca más en adicionar el porcentaje en el afirmado de la carretera, y con el cual se tiene la finalidad de encontrar la temperatura más adecuada para la aplicación del proceso constructivo en obras de pavimento flexible con el fin de obtener la estabilización requerida.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

El cloruro de calcio y aceite sulfonado influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El cloruro de calcio influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.
- El aceite sulfonado influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

- El cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados influyen positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

1.4.3. Descripción de variables

Las variables están dadas como elementos a ser medidos y muchas veces son objeto de experimentación. Estos elementos se operacionalizan por medio de un grupo de indicaciones y procesos mediante los cuales se valoran las variables, teniendo como fin la identificación de las propiedades de cada variable.

Variable 1

Cloruro de Calcio

Se le conoce con el nombre químico Cloruro de Calcio di-hidratado. $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, proveniente de compuestos inorgánicos, vistas como una escama blanca o pellets existente en temperaturas ambiente, teniendo un alto grado de solubilidad en contacto con el agua.

Aceite Sulfonado

Este compuesto es un líquido soluble en agua, y mezclada a materiales de los suelos, se minimiza la cohesión del material fino y reduce parámetros de expansión, permitiendo que el material fino se una en fragmentos gruesos. Asimismo, ayuda a la reducción de la capilaridad (absorbente) y su facultad de expansión, asegurando un mejor comportamiento ante condiciones climáticas de heladas y lluvias extremas. (12)

Variable 2

Propiedades físicas y mecánicas del afirmado

Las características físicas son aquellas características que describen el estado que guardan las partículas que componen el suelo mientras que las propiedades mecánicas son aquellas características que describen como se comporta el suelo bajo esfuerzos inducidos externamente.

1.4.4. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	de Escala de medición
Variable Independiente VI1: Cloruro de Calcio VI2: Aceite Sulfonado	Se le conoce con el nombre químico Cloruro de Calcio di-hidratado. $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, proveniente de compuestos inorgánicos, vistas como una escama blanca en temperaturas ambiente, soluble en contacto con el agua. Este compuesto es un líquido soluble en agua, y mezclada a materiales de los suelos, se minimiza la cohesión del material fino y reduce parámetros de expansión, permitiendo que el material fino se una en fragmentos gruesos. (12)	Para determinar el efecto de los aditivos en las muestras de suelo natural, para emplearlo como estabilizador en los siguientes porcentajes que se incorporaran descritos en los indicadores	D1: % de Cloruro de Calcio	0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%.	%	Razón
			D2: % de Aceite Sulfonado	0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%		
			D3: combinación factorial de cloruro de calcio y Aceite Sulfonado	0.5%-0.1%, 0.5%-0.2%, 0.5%-0.3%, 0.5%-0.4%, 0.5%-0.5%, 1.0%-0.1%, 1.0%-0.2%, 1.0%-0.3%, 1.0%-0.4%, 1.0%-0.5%, 0.5%-0.1%, 1.5%-0.2%, 1.5%-0.3%, 1.5%-0.4%, 1.5%-0.5%, 2.0%-0.1%, 2.0%-0.2%, 2.0%-0.3%, 2.0%-0.4%, 2.0%-0.5%, 2.5%-0.1%, 2.5%-0.2%, 2.5%-0.3%, 2.5%-0.4%, 2.5%-0.5%,		
			D4: Estado de Congelamiento	Temperatura (Congelamiento)		
Variable Dependiente Propiedades físicas y mecánicas del afirmado	Las características físicas son aquellas características que describen el estado que guardan las partículas que componen el suelo mientras que las propiedades físicas y mecánicas son aquellas características que describen como se comporta el suelo bajo esfuerzos inducidos externamente.	Para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo con adiciones de los aditivos se realizarán los ensayos descritos en los indicadores tanto para la muestra patrón y con las adiciones establecidas.	D1: Propiedades Físicas D2: Propiedades Mecánicas	Índice de plasticidad Proctor modificado CBR	%	Razón

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Internacionales

Según Zhongping Yang; *[et al]*, (2020) en su artículo **denominado** “Influencia de los ciclos de congelación-descongelación y la dosificación de aglutinante en las propiedades ingenieriles de los suelos compuestos contaminados con plomo solidificados/estabilizados, provincia de China”, de la **Universidad de Chongqing, China**, tiene como **objetivos** mejorar las características ingenieriles de los materiales de suelo contaminados y/o estabilizados/solidificados. En este estudio, los tres aglutinantes más utilizados (es decir, cemento, cal viva y cenizas volantes), solos y mezclados en diferentes proporciones, se añadieron al suelo contaminado con plomo en varias dosis. La **metodología** es aplicada, con un diseño experimental, cuantitativo y cualitativo. Los **resultados** de nuestros experimentos muestran que el aglomerante, la cal viva y la ceniza volante son capaces de remediar los suelos contaminados con plomo. Sin embargo, esto no significaba que cuanto mayor fuera la dosis de aglutinante, mejor sería el efecto de

curado. Una excesiva cementación de los suelos contaminados causada por un exceso de aglutinante provocaría la disminución de la resistencia y un incremento de la permeabilidad. Además, se encontró que la resistencia a la compresión no confinada, ensayo de corte directo, ángulo de fricción interna, cohesión, permeabilidad, los valores generalmente disminuyen con el aumento en el tiempo del ciclo de congelación y descongelación, un efecto de deterioro en las características de ingeniería de los suelos contaminados con plomo solidificado. Evitando la cementación excesiva, el 2,5% de cemento o cal viva fue favorable para el valor de corte directo mientras que un aditivo de cenizas volantes al 2,5% fue beneficioso para el de coeficiente de valor. También se sugiere que si el ciclo de congelación-descongelación continúa más allá del período soportado por una cementación excesiva, dicho ciclo destruirá rápidamente la estructura original del suelo y creará grandes grietas, lo que conducirá a un aumento de la permeabilidad. En **conclusión**, se realizaron mediciones de resistencias a compresión no confinada, ensayos permeabilidad y cizallamiento directo con el fin de estudiar parámetros del esfuerzo a la compresión no confinada, ensayo de corte directo, ángulo de fricción interna, cohesión, permeabilidad en suelos compuestos solidificados/estabilizados contaminados con plomo bajo varios ciclos de congelación y descongelación y diferentes dosis de aglutinante (0%, 2.5%, 5%). (13)

Según Krainiukov; *[et al]*, (2020) en su artículo denominado “Comportamiento de arenas limosas reforzadas con solución acuosa de alcohol polivinílico sometidas a ciclos de hielo-deshielo”, se plantea como **objetivo** examinar el cambio en las propiedades mecánicas de la arena limosa reforzada con una solución acuosa de alcohol polivinílico (PVA) sometida a ciclos de congelación-descongelación, la finalidad del uso del alcohol polivinílico en los suelos es para disminuir el impacto negativo de la congelación-descongelación cíclica a lo largo de los años los pueden cambiar significativamente la estructura del suelo, lo que afecta sus características de resistencia. La **metodología** presenta diseño experimental. Los **resultados** muestran que las muestras experimentales

se prepararon añadiendo soluciones acuosas de diferentes concentraciones de alcohol polivinílico (5 %, 7,5 % y 10 % del peso del agua) en arena limosa. Los números de ciclo de congelación-descongelación (0, 5, 10, 15, 20) se realizaron en un sistema cerrado. Una comparación de muestras reforzadas y no reforzadas de arena limosa mostró que la adición de una solución acuosa de alcohol polivinílico puede afectar significativamente las características mecánicas de la arena limosa. Se demostró experimentalmente que el impacto positivo en las características mecánicas del suelo aumenta con el aumento de la concentración de alcohol polivinílico en la solución y con el aumento del número de ciclos de congelación y descongelación. Cuando se añadió al suelo una solución acuosa de alcohol polivinílico al 10 %, la resistencia de las muestras después de 20 ciclos de congelación y descongelación aumentó un 8,5 % en comparación con la resistencia antes de la congelación. El módulo resiliente de las muestras no reforzadas después de 20 ciclos disminuyó un 16,1 %, mientras que el de las muestras reforzadas después de 20 ciclos aumentó un 30,2 %. Esta investigación **concluye** que, el aditivo reforzante tiene un efecto significativo sobre las cohesiones del suelo tanto antes como después del proceso de congelación. (14)

Según Soltani; [et al], (2019) en su artículo denominado “Aceite sulfonado para la estabilización de suelos expansivos”, se plantea como **objetivo** determinar la eficiencia de un agente de aceite sulfonado (SO) fabricado comercialmente en el tratamiento de un suelo altamente expansivo, la finalidad del uso del aceite sulfonado en suelos cohesivos es que incremente su resistencia y se disminuyan los cambios volumétricos de hinchazón y contracción del suelo. La **metodología** presenta diseño experimental. Los **resultados** muestran que se adicionaron seis porcentajes de aceite sulfonado los que son de 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25% y 2.5% con los que se modificó el comportamiento mecánico del suelo obteniendo mejoras logrando así disminuir el hinchamiento e incrementando la resistencia del suelo. Esta investigación **concluye** que, adicionando un 1.25% de aceite sulfonado como cantidad óptima, se mejoran los efectos adversos de hinchamiento y

contracción, así mismo con este porcentaje se logra una resistencia adecuada en el suelo.
(15)

Según Díaz y Páez (2019), en su investigación titulada “Influencia de la incorporación de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a deformaciones pequeñas de un suelo granular arcilloso”, provincia de Bogotá, Universidad Santo Tomás, donde se plantea como **finalidad** la determinación del efecto de incorporación de aceite sulfonado sobre las rigideces y las características dinámicas frente a deformaciones mínimas de agregados naturales compuestos por arcillas, el cual resulta de la prueba de columnas resonantes. La **metodología** se basa en un tipo aplicado, un diseño experimental, enfoque cualitativa y cualitativa de estudio. Los **resultados** muestran un incremento de 60% de rigidez en relación a la muestra patrón a 0 días de curado, además, la curva normalizada G/G_0 manifiesta degradaciones aceleradas en las muestras patrón, en las muestras sometidas a 30 días de curado se tienen incrementos de rigideces, sin embargo, para 60 y 90 días se presentan disminuciones de este parámetro, aumentando la deformación y reduciendo las degradaciones a mayores periodos de curado. En dicho estudio se **concluye** que, se ajustaron los resultados a dos modelos de tipo hiperbólico que se basan en deformaciones referenciadas (γ_r) para $G/G_0=0.5$, corte (G) y amortiguamiento (D), en tal sentido lo obtenido demuestra que la influencia del aceite sulfonado es positivo en relación al comportamiento dinámico del material estudiado. (16)

Según Álvarez Brian *et al.* (2021) en su artículo denominado “Comparación de maneras para estabilizar con cemento, aceite sulfonado, silicato de sodio y cal para vías de tercer orden de suelos con arcilla en Orinoquía, se plantea como **objetivo** el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del material de suelo natural, incorporando varias clases de aditivos como el cemento y la cala de aspecto común debido a que demuestren mejoras a corto plazo en la subrasante y rasante, esto con el fin de establecer el proceso de estabilización de suelos, aprovechando materiales con calidades deficientes, para así evitar la combinación de suelos mediante la depredación de canteras

y minimizar el efecto de la humedad sobre el suelo. La **metodología** presenta un diseño experimental y enfoque cuantitativo de estudio. Los **resultados** muestran resistencias favorables sin saturar y elasticidades positivas con 85.8% de aumento comparado con el suelo patrón. En dicho estudio se **concluye** que, los esfuerzos conseguidos a 20 días de saturación, muestran incrementos de resistencia lo que indica que la adición de los materiales mencionados ayuda a la mejora de las propiedades del suelo con presencia de arcillas estudiada en la región de la Orinoquia. (17)

2.1.2. Nacionales

Según Chavarry Carlos; [et al], (2020) en su artículo denominado “Mejoramiento de capas granulares con cloruro de calcio para caminos no pavimentados”, se plantea como **objetivo** el determinar la mejora de las características mecánicas del suelo y el empleo del cloruro de calcio para mitigar la emisión de polvo en el Malecón Huaycoloro, Lima, con la finalidad de emplear el cloruro de calcio como estabilizante químico capaz de retener el agua en suelo para mejorar el compactado de la misma forma ayudará en la disminución de la erosión del suelo. La **metodología** presenta diseño experimental. Los **resultados** muestran que incorporar el cloruro de calcio incrementa el CBR de la base obteniendo así un valor de 114.77% y reduciendo el espesor de la base del pavimento de 20 cm a 15 cm. En dicho estudio se **concluye** que, con la incorporación del material mencionado se logra incrementar el CBR del suelo en un 64.52%, de la misma manera se logró optimizar el diseño del pavimento (18).

Según Quispe & Justo, (2019) en su artículo denominado “Estabilizar químicamente los suelos arcillosos con cal para ser usado en la subrasante de las vías en la localidad de Villa Rica”, se plantea como **objetivo** estudiar los procesos para estabilizar el suelo arcilloso con cal y determinar la cantidad óptima para estabilizar asegurando un aumento significativo en el CBR de la subrasante de los pavimentos flexibles, con la finalidad de emplear la cal como estabilizador por su propiedades de absorber el agua y mejorar la resistencia del suelo arcilloso al encapsular las partículas de arcilla. La **metodología**

presenta diseño experimental. Los **resultados** mostraron que estabilizando químicamente el suelo con cal adicionando porcentajes de 9%, 15%, 21% se logra reducir la expansión y el hinchamiento de los suelos, de la misma manera se logró incrementar el valor del CBR desde 3.3% hasta 5.9%. En dicho estudio se **concluye** que adicionando la cal en el porcentaje ideal de 15% logrando reducir potencialmente el hinchamiento del suelo y se logró incrementar significativamente el valor del CBR. (19)

Según Callata y Mamani (2020) en su investigación titulada “Influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado para conformar la base granular a estados de congelamiento en vías afirmadas”, tiene como **objetivo** el realizar un análisis del efecto del empleo de cloruro de calcio y aceite sulfonado en los caracteres físicos y mecánicos de los materiales a emplearse para conformar la base granular del afirmado Kelluyo – Yorohoco. La **metodología** en la que se basa presenta un tipo aplicado, diseño experimental y enfoque cuantitativo. Los **resultados** muestran una reducción del IP en 3.6%, un incremento de la MDS en 0.04 gr/cm³, reducción de la humedad en 0.44%, elevación del CBR en 28.73%, minimización de la cohesión en 0.32 kg/cm², incremento del ángulo de fricción en 11.57° y la reducción del esfuerzo a congelamiento en 2.92 kg/cm², todo ello en relación al suelo patrón y con incorporación de 0.15% de aceite sulfonado; asimismo, se tiene una reducción del IP en 2.2%, la MDS aumento en 0.03 gr/cm³, reducción de la humedad en 0.29%, elevación del CBR en 28.20%, minimización de la cohesión en 0.22 kg/cm², incremento del ángulo de fricción en 7.93° y la reducción del esfuerzo a congelamiento en 2.21 kg/cm², todo ello en relación al suelo patrón y con incorporación de 0.50% de cloruro de calcio. Además, los costos de empleo de los aditivos en mención presentan una variación de S/. 773.92 en relación a un material no estabilizado de 0.5 km. En dicha investigación se **concluye** que el material optimizado con 0.15% de aceite sulfonado y 0.50% de cloruro de calcio, favorece en la reducción al grado de congelamiento, y los costos de tratamiento ascienden a S/. 773.92 con el empleo de aceite sulfonado y S/. 11, 531.08 con el empleo

de cloruro de calcio, indicando que el segundo incurre en mayores gastos de tratamiento para un tramo de prueba de 0.5 km. (20)

Según Chalco (2021) en su trabajo titulado “mejora de suelos arcillosos a nivel subrasante adicionando compuestos químicos y expuestos a bajas temperaturas de la carretera vecinal, Llalli”, se plantea como **objetivo** la determinación del incremento de la estabilidad del material con presencia de arcillas con la incorporación agentes químicos y expuesta a factores de congelamiento de la vía en mención. La **metodología** está dada por un diseño experimental y es de tipo aplicada. Los **resultados** indican una reducción del IP de 21% a 12% con una combinación de 0.008 Lt. de CON-AID + 9.1% de cemento, un aumento de la MDS de 1.60 gr/cm³ a 1.65 gr/cm³, un incremento del CBR de 9.2% a 16.6% y una resistencia al congelamiento de 64.80 lb/pulg a -7°C, todo ellos logrado con una combinación de 0.008 Lt. de CON-AID + 9.1% de cemento y en comparación con el material del suelo patrón. En dicho estudio se **concluye** que, la óptima combinación de aditivos para el mejoramiento de las propiedades estudiadas es 0.008 Lt. de CON-AID + 9.1% de cemento, disminuyendo en 8.4% el IP, aumentando en 0.055 gr/cm³ la MDS, incrementando en 7.4% el CBR y elevando su capacidad de resistir a la compresión simple del suelo en estado de congelamiento, ayudando al incremento de la estabilidad del material con presencia de arcillas en la subrasante. (21)

Según Gamarra y León (2021) en su investigación denominada “Empleo de cemento y aceite sulfonado en suelos de afirmado para analizar el CBR, Ayabaca 2021”, se plantea como **finalidad** la determinación del efecto que causa la aplicación de cemento y aceite sulfonado sobre el CBR de materiales destinados para afirmados en la vía en mención. La **metodología** del estudio presenta un diseño experimental y enfoque cuantitativo de estudio. Los **resultados** muestran un suelo GC y A-2-4 según SUCS y AASHTO respectivamente, un IP de 8% y una humedad presente de 9.3%, incorporándose cemento y aceite sulfonado se tiene un incremento de la MDS y disminución del OCH, un aumento de CBR mayores al 100%, todo ello comparado con el suelo patrón. Donde se

concluye que el empleo de cemento y aceite sulfonado incrementa considerablemente el CBR de un material destinado a la conformación de afirmados. (22)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Carreteras

La carretera es uno de los componentes esenciales de la ingeniería de tráfico y la infraestructura civil. En los últimos años, la vida útil de las carreteras se acorta gradualmente a medida que la carga y el volumen del tráfico aumentan drásticamente (23).

También se le denomina como vía de tránsito vehicular de al menos dos ejes, cuyos caracteres geométricos, como: superficie de rodadura, pendientes longitudinal y transversal y otros elementos que la componen, estos deben estar sujetos a las normativas de vigencia actual del MTC (24 pág. 10). Estos caminos son de dominio y uso público con la finalidad de transporte, para satisfacción de la población (25).

Así mismo, con denominadas carreteras a las adaptaciones de una faja encima de la superficie terrestre que cumplan con un ancho, alineamiento y pendiente el cual permita la rodadura adecuada de los vehículos para el cual se acondicionó. Las carreteras o carpetas de rodamiento están puestas sobre dos capas denominadas base y sub base, las cuales se constituyen por el suelo con caracteres adecuados o inadecuados de suelos pero que reciben el tratamiento o estabilización con distintos estabilizadores para una función correcta (26).

Las carreteras existentes son muy variadas, aunque coloquialmente se les denomina con el término de carretera convencional la cual tiene una conexión mediante accesos, a cada propiedad que colinda con ella, diferenciándose de las diferentes vías existentes como las autovías y autopistas, las cuales no tienen cruces ni pasos al mismo nivel. Estas vías se diferencian de una simple vía ya que se construyeron con un fin especial para que los vehículos de transporte circulen por ella (27).

2.2.2. Clasificación de carreteras

Según el manual de la DG (2018) las vías son clasificadas en función a su demanda:

Tabla 1

Clasificación de carreteras

Clasificación		Índice Medio Diario Anual (IMDA)	Calzada
Autopista	1ra clase	Mayores a 6000 veh/día	Dos o más carriles de 6 m de ancho min.
	2da clase	De 6000 veh/día a 4001 veh/día	Dos o más carriles de 3.60 m de ancho min.
Carreteras	1ra clase	De 4000 veh/día a 2001 veh/día	Dos carriles de 3.60 m de ancho min.
	2da clase	De 2000 veh/día a 400 veh/día	Dos carriles de 3.30 m de ancho min.
	3ra clase	Menores a 400 veh/día	Dos carriles de 3 m de ancho min. 2.5 m min con sustento técnico
Trochas carrozables		Menores a 200 veh/día	De 4 m de ancho min

Nota. DG - 2018 (28)

Tabla 2

Clasificación orográfica

Clasificación		Pendientes transversales al eje de la carretera	Pendiente Longitudinal
Terrenos	planos (T 1)	≤ a 10%	Menor al 3%
	ondulados (T 2)	Entre 11% a 50%	Entre 3% a 6%
	accidentados (T 3)	Entre 51% a 100% veh/día	Entre 6% a 8%
	escarpados (T 4)	Superiores al 100%	Superiores al 8%

Nota. DG - 2018 (28).

2.2.3. Carreteras pavimentadas.

A pesar de que se les denomina como carreteras de pavimento rígido y flexible, tienen cierto parecido con relación al aglomerado que se les emplea para su fábrica para el primero cemento Portland y para el segundo asfalto, existe la posibilidad de que se encuentre pavimentos de asfalto con grandes espesores, lo cual hace que tenga una rigidez mayor a un pavimento normal, de la misma manera es posible ver pavimentaciones de concreto con refuerzos y en algunas losas de concreto observar grietas, el cual es un indicio de cómo se está comportando flexiblemente los cuales difieren a su comportamiento de rigidez para los cuales se hizo el diseño y construcción. Por lo tanto, la denominación ya sea de pavimento flexible o rígido es por la manera de su transmisión de esfuerzo y como se deforman las capas de su estructura inferior las cuales son dependientes de la rigidez relativa de las capas (29).

2.2.3.1. Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimento es un sistema de capas que está conformada de materiales costosos con una calidad muy alta en la parte superior donde el esfuerzo es alto y el material menos costoso con una calidad baja son la parte inferior gracias a que se degrada el esfuerzo con la profundidad de las capas (29).

Figura 2

Pavimento flexible



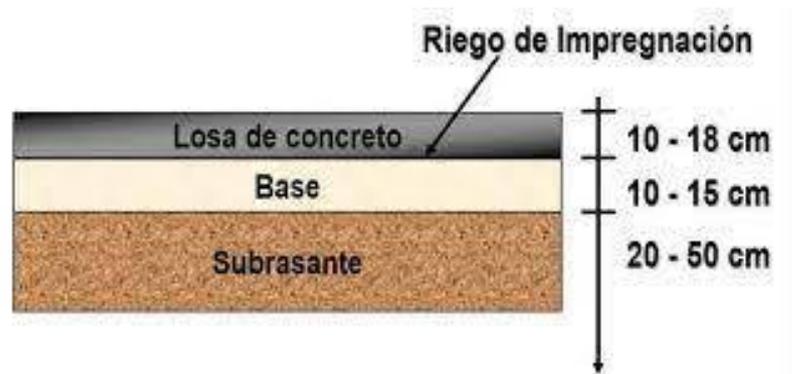
Nota. Pavimentos (30)

2.2.3.2. Pavimentos rígidos

Este tipo de pavimento se encuentra conformado por la losa de concreto que se apoya de forma directa en la subrasante o en otros casos sobre el material que se seleccionó para su conformación. Al existir una sola capa entre la subrasante y la losa esta capa se denomina base. El empleo necesario de esta capa se da sólo cuando la capa de subrasante cumple con los requisitos necesarios para soportar las sollicitaciones del tráfico de vehículos, también se puede decir que no actúa como un soporte adecuado (29).

Figura 3

Pavimento flexible



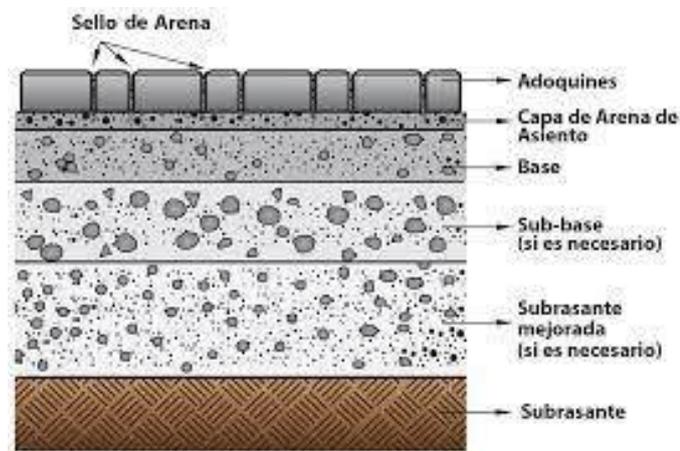
Nota. Pavimentos (30)

2.2.3.1. Pavimento Semirrígido

Los tipos de pavimentos adoquinados o semi rígidos tienen un origen relacionado al empedrado los cuales con el paso de los años tuvieron una evolución donde ya se hicieron adoquines de piedra de arcilla y de madera. Después de un gran avance en la tecnología se logró fabricar adoquines de concreto con alta resistencia y durables con forma y textura homogénea y de diferentes colores (31).

Figura 4

Pavimento semirrígido



Nota. Díaz (32)

Estos deben cumplir con las siguientes consideraciones para su diseño los cuales son los estudios de tráfico de cada tipo de vehículo que transitaba en el lugar y cuán frecuentemente lo harán, un estudio de mecánica de suelos para determinar los módulos de resiliencia y módulos de reacción de la subrasante, en los pavimentos tanto flexible y rígido respectivamente y también un estudio a cada cantera de donde se extraerá material para su caracterización y uso en las capas de subbase y base en los pavimentos.

2.2.4. Carreteras no pavimentadas.

Como vía no pavimentada se refiere a aquellas carreteras que están sobre un suelo estable, constituidas por afirmados o gravas, suelos en terreno natural o estabilizado, también conocidas como carreteras de bajo tránsito (33).

2.2.5. Caminos con superficie de rodadura no pavimentada.

Dentro del grupo de caminos no pavimentados están:

Caminos de tierra. Construidos por suelos naturales y mejorados con gravas seleccionadas mediante el zarandeo. (34)

Caminos de grava (lastre). Construidos por una capa de revestimiento con materiales de naturaleza pétreo, que se seleccionados de forma manual o mediante zaranda con tamaños máximos de 75 mm. (34).

Caminos afirmados. Construidos por una capa de revestimiento con material de cantera, que se dosificaron de forma manual o con una zaranda, dosificados específicamente, además de estar compuestos con tres materiales que se combinaron: piedras arenas y arcillas finas, considerando tamaños máximos de 25 mm. (34).

Caminos afirmados con estabilización con material industrial. Estos se construyen con afirmado de grava que se trata con materiales como el cemento, el asfalto, la cal, entre otros aditivos químicos. Suelo estabilizado con finos ligantes y materiales granulares (34).

Tabla 3

Características de carreteras no pavimentadas

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (m)	Estructura y superficie de Rodadura alternativas
T3	101-200 Veh/día	Se conforma por 2 Carriles de anchos de 5.50m a 6.00m	Se conforma de Afirmado (materiales granulares, gravas de tamaño máximo de 0.05m conformados por material de zaranda o por piedra chancada) con capa de rodamiento de 0.15m, estabilizado con material fino ligante y otros, perfilado y compactado.
T2	51-100 Veh/día	Se conforma por 2 Carriles de anchos de 5.50m a 6.00m	Se conforma de Afirmado (materiales granulares, gravas de tamaño máximo de 0.05m conformados por material de zaranda o por piedra chancada) con capa de rodamiento de 0.15m, perfilado y compactado.

T1	16-50 Veh/día	Se conforma por 1 o 2 Carriles de anchos de 3.50m a 6.00m	Se conforma de Afirmado (materiales granulares, gravas de tamaño máx. 0.05m conformados por material de zaranda o por piedra chancada) con capa de rodamiento de 0.15m, perfilado y compactado.
T0	< a 15 Veh/día	Se conforma por 1 carril de anchos de 3.50m a 4.50m	Se conforma de Afirmado (tierra). Buscando que los materiales sean zarandeados, seleccionados, perfilados y compactados con un espesor de 0.15 m de capa de rodamiento.
Trochas Carrozables	IMD no definido	1 sendero	Suelos naturales (tierra) en lo posible mejorados con gravas naturales seleccionadas; perfilado y compactado

Nota. Barreto y Taco (35).

2.2.6. Afirmado

En la literatura las vías construidas en afirmado se definen como aquellas vías en las cuales su carpeta está conformada de dos partes la subrasante y la capa de afirmado. Además, se puede decir que es un tipo de vía atípica, debido a que no va a tener una carpeta la cual lleve un material cementante como el asfalto o cemento y hace que su capacidad de soporte sea menor en comparación con dicho tipo de vías (36).

De la misma forma se puede mencionar que es una capa compacta de materiales granulares naturales o procesadas, con gradaciones específicas que soportan de forma directa la carga y el esfuerzo del tránsito. Esta debe tener una proporción apropiada de materiales finos y cohesivos que permitan mantener adheridas sus partículas (34).

También se considera afirmado a las vías que no se pavimentaron con revestimientos granulares en sus estratos superiores y en la carpeta de rodadura la cual corresponde generalmente a las vías con un tránsito muy bajo y una cantidad de repeticiones de EE de hasta 300,000 EE durante diez años (37).

Las carreteras no pavimentadas se dividen en:

- Carretera de tierra se constituyen por suelos naturales mejorados con gravas seleccionadas mediante zaranda con materiales finos como ligante.
- Carretera de gravas conformadas por una carpeta para revestir con materiales naturales pétreos no procesados, seleccionados de forma manual o por zaranda, de tamaños máx. de 75 mm.
- Carretera afirmada conformada por una carpeta de revestimiento con material de cantera, dosificada de forma manual o mediante la zaranda, dosificados específicamente, compuestas por combinaciones apropiadas de 3 tipos o tamaños de materiales: piedras, arenas y arcillas finas, considerando tamaños máximos de 25mm. Estos pueden ser: afirmado con grava natural o zarandeada, o afirmado con grava homogenizada por medio del chancado.
- Carretera con carpeta de rodadura que recibe tratamiento con material industrial:

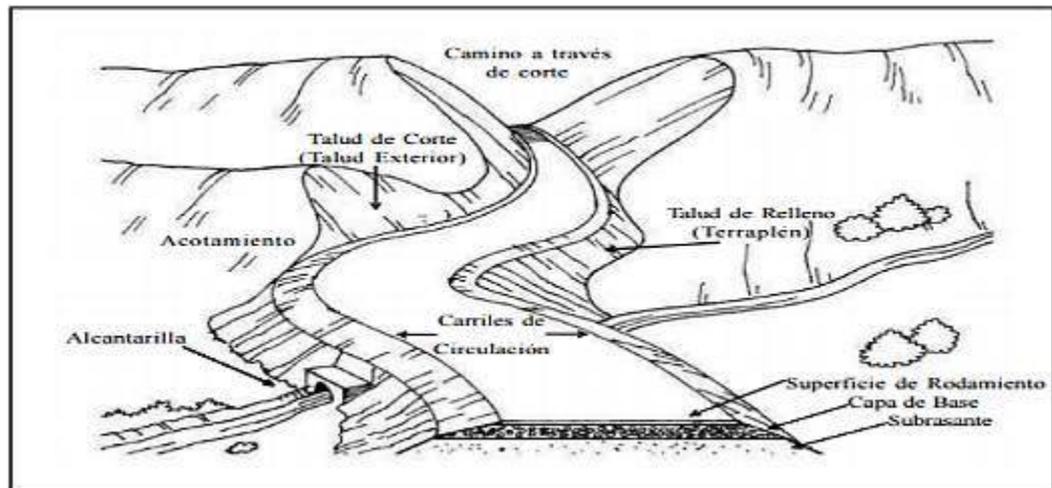
Afirmado con superficie que es tratada para controlar el polvo, con materiales como: cloruro, aditivo, producto de asfalto (imprimación con refuerzo u otros tipos de sellos asfálticos), cemento, cal u otros productos de procedencia química y suelo natural estabilizado con: emulsión de asfalto, cemento cal, cloruro, geo sintético y otros aditivos para mejorar las características del suelo (31).

2.2.7. Afirmado de una vía

La capa de afirmado se construye o está constituida con materiales de agregados naturales clasificados o triturados de roca y grava, o por un mezclado de productos de las dos procedencias. La capa de afirmado tiene como función resistir la mayor parte de las cargas producidas por cada vehículo que transita por estas carreteras (36).

Figura 5

Carretera no pavimentada



Nota. Gutiérrez (38).

2.2.8. Afirmados estabilizados

- **Camino afirmado estabilizado sin recubrimiento**

Camino a nivel de superficie de rodamiento compuesto por afirmado estabilizado con material químico o camino a nivel superficial de rodamiento con suelo estabilizado (39).

- **Camino afirmado estabilizado con recubrimiento**

Camino a nivel superficial de rodamiento compuesto por afirmado o suelo estabilizado con material químico, con una capa bituminosa para su proyección (39).

- **Camino con solución básica pavimentada**

Camino con pavimento compuesto por una capa granular y base con estabilización, con una carpeta de rodamiento bituminoso en frío como: lechada de asfalto o mortero de asfalto, tratamiento superficial monocapa, micro pavimento en frío, carpeta de mezcla asfáltica en frío, etc. (39).

2.2.9. Patologías en carreteras afirmadas

Los mecanismos de deterioro de los caminos sin pavimentación a diferencia de aquellas que sí se pavimentaron forma parte del proceso progresivo más acelerado. El material fino al ser mezclado con la humedad aglutina a los materiales más gruesos, y por el accionar abrasivo del neumático vehicular se llega a pulverizar en condición seca. El material fino pulverizado aparece como material muy fino prácticamente en polvo y por la consecuente pérdida del material fino es que el agregado grueso está suelto ante la acción del tráfico de vehículos, y es así como la capa superficial de rodamiento empieza con su desgaste de forma progresiva dando lugar a las formaciones de baches, ondulaciones y depresión (40).

Figura 6

Deterioro en caminos sin pavimentar por pérdida de agregados



Nota. Ministerio de Obras Públicas Dirección de Vialidad de Chile (41)

Figura 7

Problemática en camino por presencia de agua



Nota. Ministerio de Obras Públicas Dirección de Vialidad de Chile (41)

Figura 8

Irregularidad superficial



Nota. Ministerio de Obras Públicas Dirección de Vialidad de Chile (41)

2.2.10. Características en carreteras afirmadas

Las capas inferiores de los afirmados deberán tener mayores porcentajes de piedra y en menor porcentaje las arcillas y material fino.

Un afirmado bueno en su capa inferior tendrá un porcentaje mayor de piedra a diferencia de las capas superficiales, así mismo los porcentajes de arcillas y finos deben

ser en un porcentaje muy menor. Esto debido a que las capas inferiores den tener resistencias para el soporte de las solicitaciones de carga de tránsito y aparte de eso debe cumplir como dren.

De la misma forma, debe cumplir lo siguiente:

- CBR (1): 40% mín. (MTC E 132).
- Desgaste de los ángeles: 50% máx. (MTC E 207).
- Límite líquido: 35% máx. (MTC E 110).

Si el IP está fuera del rango 4 - 12%, debe tener en consideración el tratar superficialmente el suelo, para ello puede optarse por reforzar la imprimación bituminosa, estabilizar con cemento, cal o sal u otro estabilizador químico con el fin de que se mantenga y prolongue la vida útil de la vía.

2.2.10.1. Espesor del afirmado.

Para determinar cuál es el grosor en el afirmado, se optó por usar la metodología de la NAASRA donde los valores del CBR del suelo y la carga que actúe sobre la capa de afirmado son relacionados, estos se pueden expresar en números de repeticiones de Ejes Equivalentes:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

CBR = CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de los Ejes Equivalentes.

e = espesor del afirmado en mm.

2.2.10.2. Niveles de serviciabilidad del afirmado.

El calificar y cuantificar los estados de serviciabilidad de una vía mediante indicadores de denomina como el nivel de servicio del afirmado, donde se tomará en consideración que cada indicador muestra el limites hasta donde debe llegar las condiciones estructurales, superficiales y de seguridad en las vías. Cada tipo de camino

posee su propio indicador, estos pueden variar de acuerdo a algún factor técnico, económico y perspectiva de satisfacción de los usuarios.

Cada actividad para conservar las vías debe ser realizada en cumplimiento de los estándares donde se indica el nivel servicial y no por las cantidades ejecutadas. (MTC, 2018, pág. 33)

Tabla 4

Niveles de servicios de afirmados

Parámetros	Medidas	Niveles de servicio
Encalaminado	% máx. de área con Encalaminado	10%
Erosión	% máximos de áreas con erosión > a 50 mm	10%
Rugosidad durante el tiempo de servicio	Características rugosas del tramo en periodo de serviciabilidad	8.0 IRI _c (*)
Rugosidad con mantenimiento rutinario	Características rugosas del tramo con mantenimientos periódicos.	6.0 IRI _c (*)
Lodazal y cruce de agua	% máximo de área con lodazales y cruces de agua.	5%
Deformación	% máximo de área con deformación > a 50 mm	5%
Rugosidad obras nuevas	Características rugosas en el tramo obra nueva	5.0 IRI _c (*)
Baches (Huecos)	% máximos de área con hueco o bache.	0%

Nota. (Manual de Carreteras, 2018, pág. 35)

(*) IRI característico (IRI_c), a la confiabilidad de 70%

ds = desviación estándar

$IRIp = IRI \text{ promedio}$

$IRIc = IRIp + 0.524 \times ds$

2.2.10.3. Ciclo de vida fatal y deseable del camino.

Los deterioros prematuros de en las vías que no son conservadas, son consideradas como el ciclo de vida fatal; los deterioros naturales de las vías por diferentes agentes del clima y cargas de tráfico, generalmente son lentos y progresivos cuando se les realiza mantenimientos, se considera como el ciclo deseable de la vía (42).

En el manual técnico para realizar mantenimientos rutinarios de vías con microempresas, (43), resume en 4 fases los deterioros por los que deben pasar los diversos caminos, a continuación, se muestran:

- Fase A: Construcción, Es la primera fase de un camino una vez terminada la realización de la obra.
- Fase B: Deterioro lento y poco visible; son los daños iniciales que presentan los caminos, los primeros años no suelen ser notorios los desgastes en el afirmado; pero, se este se ira debilitando infraestructuralmente los pavimentos. Estos deterioros serán proporcionales a las cargas vehiculares y a los agentes climáticos.
- Fase C: Deterioro acelerado se da al momento en el cual la superficie de rodamiento y todos los elementos del camino tienen una presencia de desgaste mayor, los cuales se produjeron en un plazo corto y es ahí donde se inicia aceleradamente el deterioro en los afirmados.
- Fase D: Descomposición total es la última fase del camino, los cuales generan un tránsito dificultoso, generando costos excesivos en la operación vehicular, los cuales afectan de forma directa al neumático, eje y otros elementos vehiculares.

2.2.11. Propiedades de las Carreteras

Las vías son obras civiles las cuales tienen como finalidad la comunicación de dos puntos; sean éstos ciudades o municipios, pueblos o veredas y cabeceras municipales. Para que una vía cumpla con esta función ella debe estar diseñada y constituida de acuerdo a las especificaciones que rigen en cada país, para el caso de Colombia existe el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) que es el ente que controla y da los parámetros para el diseñar y construir las carreteras. Las carreteras deben cumplir con parámetros de resistencia, durabilidad, permeabilidad, en el caso puntual de las vías en afirmado de la misma forma debe haber un cumplimiento de dichos parámetros, a continuación, se desarrollarán los conceptos básicos de dichos parámetros.

2.2.11.1. Compactación.

El suelo se compone de tres partes aire, agua y sólidos de acuerdo a la cantidad que hay de cada uno de estos en el suelo este va a tener mejores o peores características. Como las vías van a estar bajo la acción de cada carga que se produce por vehículos de pasajeros o de transporte de carga, se hace necesario realizar acciones que permitan mejorar dichas características de la vía y se realiza por medio de la compactación. La compactación en vías se puede definir como la disminución en la cantidad de los poros de aire o vacíos que se encuentran en una capa de suelo o vía y se hace controlando la humedad del suelo para obtener una mayor densidad aparente del mismo. Se realiza a través de acción mecánica, es decir, son trabajos que se ejecutan en obra para obtener una mayor densidad, esto se hace para obtener un mayor módulo de elasticidad. El cuál es el que puede definir a posteriori la capacidad portante del mismo (44).

2.2.11.2. Las partes del suelo.

La compactación actúa sobre la capa de suelo de la siguiente forma; con anterioridad se dice que el suelo se compone de tres partes aire, agua, y sólido; de igual manera un volumen de suelo (V) se compone por la suma de un volumen de aire (V_A), uno de agua (V_W) y uno de sólidos (V_S).

2.2.11.3. Volumen de vacíos.

Se le conoce a la suma de los volúmenes de aire y agua; como volumen de vacíos (VV) por medio de este también podemos conocer la porosidad (n) y el índice de poros (e) la porosidad es la relación que hay entre la cantidad de VV con respecto al volumen total de suelo, es decir,

$$n = \frac{Vv}{(Vv/Vs)}$$

Y el índice de poros se le conoce a la relación que hay entre el VV y el VS, es decir,

$$e = \frac{Vv}{Vs}$$

2.2.11.4. Grado de Saturación (G).

Se le conoce como grado de saturación a la cantidad que hay entre el volumen de agua (VW) y el volumen de vacíos (VV).

$$G = \frac{Vw}{Vs} \times 100$$

Esta cantidad representa que tanta agua hay en una muestra de suelo; si los poros están llenos o vacíos, si la muestra está seca o se encuentra húmeda.

2.2.11.5. Porcentaje de Humedad.

Esta es una propiedad física de los suelos el cual tiene un rol de gran importancia durante la construcción de una vía, debido a que la capacidad de soporte de la subrasante, en especial el material fino, se encuentra asociada de forma directa con la condición de densidades y humedades que presentes en los suelos. Las humedades naturales en los

suelos es una relación gravimétrica que se define como la relación que existe entre el peso del agua y el peso del suelo seco, el cual se expresa en porcentaje (45).

$$\%W = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

2.2.11.6. Densidad Seca (γ_d)

La densidad seca del suelo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\gamma_d = \gamma_s (1 - n)$$

En donde γ_s es la densidad aparente del suelo y n es la porosidad. En función a la fórmula anterior la densidad seca (γ_d) es la diferencia entre la densidad del suelo sin contar con la porosidad con que él cuenta. Este valor de γ_d es importante debido a que con él se va a controlar la compactación de la capa.

2.2.11.7. Influencia de la Compactación

La compactación influye de forma positiva en el la estructura del suelo, debido a que se mejoran características tales como:

- Capacidad de Carga.
- Permeabilidad.
- Control del Asentamiento.

Mediante el ensayo de Proctor normal o modificado se puede establecer de manera experimental el valor óptimo del porcentaje de humedad para obtener el γ_{dMAX} .

Mediante la prueba de Proctor normal o modificado se puede establecer de manera experimental el valor óptimo del porcentaje de humedad para obtener el γ_{dMAX} .

2.2.11.8. Durabilidad.

Tiene la posibilidad de incluir en términos de aquellos factores que se relacionan a la capacidad de soportar la intemperie, desgaste del tráfico, por lo que el problema de

durabilidad en los caminos rurales a menudo se relaciona con el suelo, relativo muy próximo de las carpetas de rodadura de las carreteras. (44) Así mismo se puede conceptualizar como la capacidad que tiene la capa de vía para resistir los agentes dañinos que actúan sobre ella tales como:

- La abrasión de los vehículos.
- El medio ambiente; la erosión eólica y pluvial.
- Condiciones de servicio.

O demás condiciones que la afecten

2.2.12. Suelos

El que un suelo de conforme se da gracias a un agente muy importante que es el intemperismo el cual puede quedar situado en un lugar en específico (in situ), a este se le denomina como suelo residual o transportado por los agentes geológicos que se depositan en lugares con diferentes estratos este acto da lugar al suelo llamado transportado (35).

Suelo Residual: Está ubicado en lugares donde la velocidad de transporte es mucho menor que la meteorología. Los lugares que presentan este tipo de característica son las regiones húmedas y cálidas.

Suelo Transportado: Estos varían de acuerdo al transporte del productor meteorológico de rocas que son producto de agentes físicos y estos se clasifican por el tipo de transporte son: Marino, eólicos, Glaciares, Aluviales y lacustres.

2.2.13. Tipos de suelos

Perú es uno de los países que conforman varios tipos de suelos diferentes, estos varían dependiendo de la geología de su terreno, los tipos de suelos más conocidas y estudiadas son los siguientes:

Gravas

Es aquella masa o fragmento suelto de rocas desmoronadas, donde cubre una mayor superficie por la grava, y se caracterizan por su contenido de cantos rodados, arena,

limo y arcilla en proporciones menores y mayores, además su tamaño de grano se encuentra entre 4.75 mm a 80 mm (46).

Arenas

La arena se define como material de grano fino obtenido mediante el triturado o erosión de rocas artificialmente, con diámetros de cada partícula desde 2.0 mm a 0,05 mm. La arena que está limpia no se contrae al secarse, no son plásticas, es mucho menos comprimible que las arcillas y se comprimirá casi instantáneamente si hay aplicación de una carga superficial. Sus partículas van desde 0,075 mm hasta 80 mm (46).

Limos

Se conoce como sedimentos de características de grano fino con poca plasticidad y pueden ser depósitos inorgánicos de canteras o sedimentos orgánicos que se encuentran comúnmente en los ríos los cuales tienen propiedades plásticas. El tamaño de los limos usualmente se encuentra entre 0.075 mm a 0.002 mm. Los lodos orgánicos tienen muy baja permeabilidad y alta compresibilidad. (46).

Arcillas

Es una partícula sólida con un tamaño inferior a 0.005 mm y cuya masa al momento de mezclarse con el agua se comporta de forma plástica. La composición química es silicato y aluminio hidratado, en muchos casos también se compone por magnesio hidratado o silicato de hierro. Generalmente son dúctiles, contraíbles cuando se secan, tienen una cohesión significativa según el contenido de humedad, son comprimibles y se comprimen lentamente cuando se le aplican cargas superficiales, estos materiales son las arcillas o ya sea caolín, montmorillonita o illita. La característica más interesante, en caso de una construcción que perdió resistencia durante la restauración se va recuperando de a poco con el tiempo. Conocen a ese fenómeno como tixotropía y que tiene propiedades fisicoquímicas. Al menos se puede mencionar que un 15% de arcillas están en las superficies o en el suelo, y su tamaño comprende inferior a 0.002 mm (46).

Tabla 5*Clasificación de los suelos de acuerdo al tamaño de partículas*

Tipo de Materia	Tamaño de partícula	
Gravas	De 4.750 a 75.000 mm	
	gruesa	De 2.000 a 4.750 mm
Arena	media	De 0.425 a 2.000 mm
	Fina	De 0.075 a 0.425 mm
Limos		De 0.005 a 0.075 mm
Arcilla		< a 0.005 mm

Nota. Das, B (47)

2.2.14. Estabilización de suelos

Es una forma con la cual se tiene el fin de mejorar las características geotécnicas e ingenieriles del suelo, como resistir mecánicamente, la permeabilidad, la compresibilidad, la durabilidad y la plasticidad. Se ha aprendido mucho sobre las técnicas de estabilización de suelos y los aditivos durante el siglo pasado (48).

El propósito de una estabilización del suelo consiste en incrementar la resistencia mecánica para que el suelo consiga trabajar de la forma más eficiente, además de la humedad del suelo pueda actuar en un intervalo corto para lograr la estabilidad. Adecuado para cargas y pequeños cambios de volumen (45). Para poder construir buenas carreteras se emplean estabilizadores tradicionales y recursos de origen natural (49).

El rendimiento del suelo en servicio y el mantenimiento requerido dependen en gran medida de las técnicas de estabilización, que van desde la estabilización costosa mecánica hasta los procesos químicos. Como tal, se están explorando muchos materiales alternativos que se originan a partir de fuentes de base biológica como posibles aditivos estabilizadores para mejorar los suelos de subrasante débiles (es decir, suelos dispersivos,

erosionables y colapsables, y arcillas blandas o expansivas). Algunas soluciones clave incluyen el uso de enzimas bio derivadas, microbios, y aditivos poliméricos para evitar fallas en las carreteras causadas por la penetración del agua y/o la erosión (50).

Existen diferentes métodos para estabilizar los suelos y estos pueden ser mecánicos, físicos y químicos. Los estabilizadores químicos incluyen los llamados estabilizadores tradicionales como las sustancias puzolánicas dentro de ello que se cómo las cenizas, cales, cementos y otros agentes que podrían ser asfaltos y la derivación de esta. En caso de productos no convencionales están la concentración de líquidos, disueltos con agua, su tipo químico se divide en las siguientes categorías como el aceite sulfonado, los sales tanto orgánicos e inorgánicos, el polímero, emulsiones enzimáticas, las cuales se consideran de uso reducido en el costo y en sus procedimientos de aplicación (51).

Figura 9

Guía para seleccionar el tipo de estabilizador

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽¹⁾	DOSIFICACIÓN ⁽²⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽³⁾	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Nota. manual de carreteras: DG – 2018 (28).

Para estabilizar el suelo existen diferentes métodos como:

2.2.15. Estabilización Física.

Esta estabilización es empleada con el propósito de realizar un tratamiento físico en los suelos para su modificación (52). Las distintas técnicas son:

- Mezclas de Suelos: es la manera más sencilla de estabilizar y las más usadas, no actúa si no se manipula ya que debe ser compactado.
- Vibrocompactación.
- Consolidación de carga del suelo.
- Geotextiles.

2.2.16. Estabilización mecánica

Consiste en reducir los espacios vacíos que quedan en los suelos y se realiza mediante el método compactado mecánico sin modificar su estructura (53). Ya que el suelo se puede mejorar considerablemente sin alguna reacción química (54).

De la misma forma el MTC (2014) conceptualiza una estabilización como una forma de aumentar las características mecánicas al incorporar los productos químicos, con el objetivo de mantener esas propiedades por un periodo más prolongado en la condición aceptable para su uso. La estabilización se suele realizar en aquellos suelos que carecen de capacidades residentes y que incumplen con las especificaciones de la norma, ya sea para dar confiabilidad en reducir los problemas producidos en su aplicación (31).

2.2.17. Estabilidad del suelo por combinación

Es una forma de estabilizar los suelos a través de una combinación de suelos en la subrasante con materiales de préstamo con el propósito de mejorar sus propiedades, donde el suelo es escarificado para colocar el material de préstamo, ambos suelos deben

ser mezclados, conformados y compactados cumpliendo las recomendaciones de espesor y densidad. (53)

2.2.18. Estabilización química de suelos

Este método para estabilizar químicamente el suelo tiene el fin de brindar a los suelos, ser resistentes mecánicamente y que esta propiedad permanezca con el tiempo. La técnica de investigación es diferente y va desde adicionar un suelo diferente a incorporar uno o más aditivos para estabilizar, cualquiera que sea el medio para estabilizar, este tendrá que ser compactado luego.

Tal cual se indica, la conceptualización de estabilizar también es aplicable al afirmar una vía que, aunque esta cumpla con las especificaciones de un óptimo valor de CBR, tendrá que ser estabilizado con el fin de que el material sea de buena calidad y el espesor de su capa sea mucho menor. Generalmente, aplicar este método es para aquellas vías donde se tenga la presencia de vehículos pesados hasta puede ser aplicado en zonas donde no hay mucho tráfico, considerando que esa zona tiene escasez de material o no dispongan de esta para conformar el afirmado, así mismo por el costo elevado de transporte y los costos elevados de materiales chancados para conformar el afirmado u otros factores.

Para poder estabilizar el suelo se tiene una variedad de métodos, pero de ellos se destaca el significado que puede adquirir cuando este cuenta con sus respectivos ensayos en laboratorio con los que se demuestra su aptitud y el tramo de prueba a construir con buenos resultados, así como el que garantice que tanto el proceso constructivo como el conservar la vía se realicen de manera simple que no tenga un costo elevado y esta cuenta con los equipos necesarios.

Figura 10

Guía para seleccionar el tipo de estabilizador

Absorbentes de agua	Cloruro de calcio Cloruro de sodio Cloruro de magnesio
Derivados del petróleo	Emulsión asfáltica Líquidos asfálticos Emulsiones de asfalto modificado
No derivados del petróleo	Grasa de animales Lignosulfatos Melaza-azúcar de beterraga Emulsiones de aceite de tallos Aceites vegetales
Electroquímicos	Enzimas Productos iónicos Aceite sulfonatos
Polímeros sintéticos	Acetato polivinílico Vinil acrílico
Aditivos de arcilla	Bentonita Montmorillonita
Cementantes	Cemento Cal Cenizas

Nota. Ministerio de Economía y Finanzas - MEF (34)

2.2.19. Aceite sulfonado

Es un aditivo para catalizar que sirve para intercambiar iones; químicamente tiene un compuesto orgánico derivado de sulfuro y ácido combinado. Este tiene un rol de gran importancia que es el reducir el líquido que se encuentra en los suelos de manera que aumenta la cantidad de vacíos para permitir que se acomoden cada partícula de suelo ya sea mediante el compactado o atracción entre ellas (55).

Los aceites sulfonados, también denominados hidrocarburos sulfonados, pueden clasificarse como agentes tensioactivos de naturaleza anfifílica. Estos productos son aceites solubles en agua, que a menudo se obtienen mediante el tratamiento de ácidos/aceites grasos con ácidos sulfúricos concentrados u óleum (H_2SO_4) u óleum

($H_2SO_4 \cdot xSO_3$; donde 'x' es definido como el contenido molar de trióxido de azufre libre) mediante el procedimiento nominado sulfonación. (56)

El aceite sulfonado tiene una procedencia que deriva de la fracción naftaleno de petróleo, este es un aceite de color pardo, el cual tiene una densidad de 1.15, tiene un pH de 1.25, tiene una viscosidad menor que el agua y es miscible en ella. Tiene una característica muy importante ya que es un líquido con elevado potencial para intercambiar iones, primeramente, con el agua para diluirse y para el intercambio de carga H^+ y (OH^-) , y tiene una reducción en su capacidad para la absorción de agua, el perder el capilar absorbente y la capacidad de expansión, da seguridad de una mejor protección hacia los factores de clima como la helada y la excesiva humedad. La capacidad de poder durar de las capas disminuye la aparición de defectos, de forma que mejora así la circulación y comodidad al tráfico. (33)

Especificaciones del aceite sulfonado:

- Producto de comercio en nuestro entorno: (CON AID).
- Distribuido por Tecnología de materiales.

Propiedades: teniendo en cuenta la temperatura del ambiente.

- Estado físico: consistencia viscosa.
- Solubilidad: miscible.
- Coloración: parda.

Figura 11

Aceite sulfonado de naftaleno del petróleo.



2.2.20. Estabilización con aceite sulfonado.

Este aceite es un estabilizante líquido consistente de procedencia de sulfonado de hidrocarburo bituminoso y sal mineral. La denominación genérica empleada es de Aceite Sulfonado, que se fundamenta al interactuar el aditivo químico y la arcilla presente en los suelos, creando una reacción que, al incrementar su resistencia, se tiene una mejor al ser expuesta al agua, de la misma manera tiene un mejor comportamiento frente al esfuerzo que es generado por el tránsito (57).

También se conoce como un líquido hidrosoluble con la capacidad de ionizar y aumentar su conductividad eléctrica y facilitar los intercambios de cationes, obligándolos a que se separen de las partículas arcillosas, neutralizando y obligando a perder de forma definida su afección de agua.

Los efectos principales del aceite sulfonado al ser adicionados al suelo arcilloso son:

- Reducir el espacio intersticial.
- Reducir la permeabilidad.
- Incrementar la sedimentación.

- Mejorar las respuestas a ser compactado y aumentar las densidades en el suelo.

El estudio del aceite sulfurado y las evidencias de diferentes pruebas realizadas in situ indican que los sistemas para estabilizar electroquímicamente es una alternativa de competencia como reductor potencial de la expansión de suelos arcillosos (58).

Figura 12

Estabilización con aceite sulfonado



2.2.21. Cloruro de calcio

Es uno de los hidratos de sal prometedores para el almacenamiento de calor termoquímico para aplicaciones de construcción comunes (59).

El interés por el cloruro de calcio ha sido provocado por: fácil disponibilidad y, posteriormente, bajo precio, alta capacidad de absorción de agua y densidad de almacenamiento de energía, estabilidad química relativamente mejor que otros hidratos de sal, baja corrosividad y no toxicidad. Además, el material se deshidrata a baja temperatura (por debajo de 100 °C), lo que lo hace adecuado para las aplicaciones (60).

El proceso de hielo y deshielo ocasiona un grave daño en las diferentes obras que se ejecutan, por ejemplo, al afirmar una vía donde del nivel freático sea menor de 1.20m

de profundidad partiendo desde la cota de la vía afirmada como, específica, el MTC, o en donde se edifica con profundidades de cimientos que no son adecuados.

Tabla 6

Cloruro de calcio



La dosis del cloruro de calcio es 1-2% en función a la masa de suelo seco. La mezcla, el compactado y el acabado son parecidos al estabilizar con cloruro de sodio; por lo general el cloruro se disuelve en agua por riego al inicio de la estación seca (31).

Los suelos que requieren estabilización deben presentar los siguientes caracteres:

- Sulfato 001% máximo.
- Índice plástico IP = 4 – 8%.
- Agregados gruesos (1" – N° 4) de 10 – 60%.
- Agregados finos menores a la malla N° 200 de 10 – 30%.

2.2.22. Estabilización con cloruro de calcio.

Herráez & Moreno (2019), indican que el cloruro de calcio es considerado un químico que es usado dentro de aquellos estabilizadores para el suelo ya que este tiene un costo accesible actualmente, este producto puede ser usado para estabilizar la base y sub base de la vía, así mismo puede emplearse directamente en alguna superficie de tierra,

logrando que sus propiedades físico mecánicas mejoran y de la misma forma donde la inversión para el mantenimiento periódico es reducido (61).

Figura 13

Estabilización con cloruro de calcio



Las ventajas que son obtenidas al emplear cloruro de calcio para, son las siguientes.

- Solución deliquescente, este producto es un absorbente de la humedad que existe en su medio brindando resistencia a la evaporación de humedad en la superficie donde es aplicada.
- Solución crioscopia, este producto tiene la capacidad de reducir los puntos de congelamiento hasta -50.6° en las superficies de aplicación.
- Producto químico el cual no produce efecto adverso en el medio ambiente.
- Al ser aplicado sobre metales no ocasionan corrosiones algunas ya que su composición del cloruro de sodio es de 310 ppm como máximo.
- En su aplicación sobre una vía afirmada o en trocha carrozable este es capaz de reducir el polvo, ya que tiene la capacidad de hacer retención de la humedad por un plazo indefinido.

2.2.23. Congelamiento de suelos

La congelación del suelo se da gracias a que el líquido que se encuentra sobre él llega a congelarse, y la expansión del hielo cristalizado hace que se modifique el equilibrio natural en el líquido existente en los suelos, el cual depende de la condición del clima y la geotecnia, donde el volumen en los suelos incrementa y el agua solidifica. La fase de congelación como el coeficiente para expandirse volumétricamente dependen de la presión que actúa en ese instante. A la presión atmosférica del congelamiento del agua se da a 0 °C, al momento de bajar a una presión de 600 atmósferas el agua es congelada a -5 °C y a 1100 atmósferas a -10 °C. mientras, que la expansión volumétrica es 0.09 a 1 atmósferas, 0.102 a 600 atmósferas y 0.112 a 1100 atmósferas.

Cuando el líquido es congelado en los vacíos de los suelos bajo una presión, este trabaja como cuña para separar las partículas solidificadas y aumentar en ocasiones el volumen de los vacíos. Si los suelos no son susceptibles a las heladas como las gravas y arenas o si trabajan en un sistema o graduación cerrada en donde no existe una napa freática bajo la superficie de la estructura, es decir, los suelos de fundación descansan sobre una base sólida e impermeable.

La acción de la congelación se asocia con cuán profundo es el nivel freático y cuán susceptible es el suelo a congelarse. Si la napa freática se encuentra muy profunda a lo indicado que es de 1.20 m, la congelación del agua no alcanzará la capa superior de la capa subrasante. Si esta está presente en los últimos 0.60 m por sobre la capa superior de subrasante el suelo es susceptible a congelarse, entonces se deberá reemplazar ese suelo en los espesores comprometidos o también podrá levantarse la rasante optando por rellenar con material granular adecuado, hasta el nivel necesario. Generalmente, el suelo no susceptible es aquel que contiene menos del 3% de su peso de materiales con tamaños inferiores a 0.02 mm.

Esto indica cuán importante es realizar estudios de congelamiento por la helada en las zonas altoandinas, como es el caso de diferentes provincias pertenecientes a la región de Puno las cuales se ubican en zonas de hasta 4500 m.s.n.m.

2.2.23.1. Factores de congelamiento

Unos de los factores de los que depende el congelamiento son las condiciones climáticas del lugar e hidrológicas, y de las características que posea el suelo en ese lugar determinado.

- Condiciones climáticas e hidrológicas

Para poder hacer un estudio acerca de las condiciones climáticas e hidrológicas que influyen en el congelamiento de los suelos y en la infraestructura del pavimento es necesario, tener en cuenta las condiciones más dañinas y menos dañinas que se han predecibles en la Región de Aysén las cuales son:

- Larga duración del congelamiento y deshielo.
- Una lenta penetración de las heladas.
- Congelamientos de corta duración y una penetración rápida.
- Cuando el hielo penetra solamente en las capas de material no heladizo.

En el caso de la hidrología es necesario saber la distancia a la cual se encuentra la capa freática del pavimento y el límite de penetración de las heladas en esa zona determinada y la permeabilidad a la que se encuentra el suelo.

Los factores de congelamiento van a depender de la susceptibilidad que tengan los suelos a los efectos del congelamiento. Los suelos que se consideran como susceptibles al congelamiento y de acuerdo a estudios realizados van hacer entre 3% y el 10% del contenido de partículas menores de 0.02 mm, dependiendo de las características granulométricas que posea el suelo.

2.2.23.2. Influencia de la helada en los suelos

El cambio de estado que presentan los suelos son un problema debido a la congelación del agua libre contenida por el suelo ocasionado por el efecto climatológico

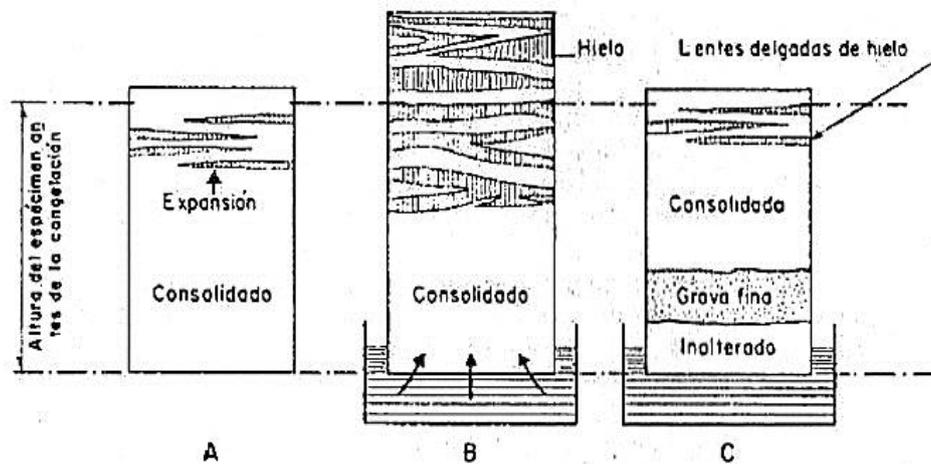
naciendo una enfatización especial en lo referido al cambio volumétrico y a la variación de su propiedad mecánica (62).

2.2.23.3. Efecto de congelación en suelos limosos y arenas

El suelo limoso saturado o la arena limosa en condición igual, el efecto de congelamiento se da en función a los gradientes con los cuales se abate la temperatura. El enfriamiento que se da con rapidez ocasiona la congelación in situ, como sucede con las arenas y las gravas, cuando la temperatura desciende gradualmente, entonces una gran cantidad del líquido es agrupada en capas pequeñas de hielo ubicadas paralelamente a la superficie que se expone al enfriarse, resultando así una alternancia de estratos de hielo y capas de suelo congelado. Cuando la condición es natural, el suelo limoso expuesto a un fuerte cambio de clima, se puede formar en una capa de hielo con un espesor de varios centímetros. Cuando se forman de masas de hielo limpio indican que hubo una emigración de agua de las zonas vacías hacia el centro de congelamiento; el líquido puede ser procedente de los suelos al congelarse o pueden ser absorbidas por los mantos acuíferos, situados bajo las zonas de congelamiento. Con la figura presentada en la parte inferior se puede observar que el estrato A descansa sobre una base impermeable y sólida, a diferencia de los estratos B y C quienes están sumergidos en agua por su parte inferior. En estos tres casos, la temperatura del extremo superior es mantenida bajo el punto cuando se congela el agua. En A el agua que forma las capas finas de hielo proviene de la mayormente del fondo de la muestra, a diferencia de que, en B, el líquido proviene de una fuente inferior. Terzaghi denomina al caso A como una forma cerrada, porque el líquido existente en la masa del suelo no tiene un cambio; en él, por otro lado, la forma B se podría indicar como forma abierta. El caso C, aunque es supuestamente abierto, en realidad está cerrado, debido a que existe una capa de grava fina (62).

Figura 14

Deformaciones por la congelación en suelos limosas



Nota. según Terzaghi

La muestra A muestra el líquido que forma los lentes de hielo provienen de la parte inferior; este líquido de agua que ascendiente en el momento de congelarse hace que la parte inferior del estrato de consolide, a diferencia de cuando sucede que el líquido hace su ascenso mediante capilaridad hacia una superficie de evaporación. La incrementación total de la masa que se asocia a los sistemas cerrados, tal como el espécimen A, tienen la limitación de que su volumen incrementa al congelarse el líquido que se encuentra dentro de su masa. Generalmente, oscilan entre el 3% y el 5% del volumen total. Al momento del congelamiento del líquido dentro de los espacios vacíos en los suelos bajo una presión moderada actúan como cuñas, cuando hacen que cada partícula sólida se separe e incremente el volumen de los vacíos. Cuando el congelamiento se da en un suelo que no es susceptible a las heladas, como las gravas o las arenas, o en sistemas cerrados, el incremento de volumen, según se mencionó, tendrá como límite un 10% del volumen inicial de los vacíos, por lo que, en suelos de superficies horizontales, las elevaciones de dichas superficies no podrán ser mayores (62).

2.2.24. Ensayos realizados sobre el material de afirmado

Contenido de humedad

La humedad natural existente en los suelos es calculada mediante una prueba y expresada en porcentajes, calcula el peso de agua contenida en la muestra de suelo, mediante las siguientes normativas: NTP 339.127:1998 / ASTM D-2216 (63).

En el manual para ensayar los materiales (2016) indica que la cantidad de muestra debe ser lo más representativa posible mínimamente unos 20 gramos de muestra húmeda (64).

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

Donde:

W = humedad expresada en (%)

W_w = peso de masa húmeda

W_s = peso de masa seca

Tabla 7

Muestra mínima de espécimen húmedo

Tamaños máximos de partículas (pasa el 100%)	Tamaño estándares de mallas	Mínima masa recomendada para ensayar el contenido de humedad	
		$a \pm 0,1\%$	$a \pm 1\%$
2mm o menor	2,00 mm (Nº10)	20 gr.	20 gr. *
4,75mm	4,760 mm (Nº4)	100 gr.	20 gr. *
9,5mm	9,525 mm (3/8")	500 gr.	50 gr.
19,0mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 gr.

37,5mm	38,1 mm (1")	10 kg	1 kg
75,0mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Nota. MTC (65).

Figura 15

Obtención de contenido de humedad



Granulometría

Es una prueba para distribuir las partículas de un suelo mediante una serie de mallas estandarizadas por la norma, el cual nos permite graficar una curva de distribución. Cada tamiz a utilizar es acoplado uno sobre otra desde la abertura más grande hasta la abertura más pequeña, para luego colocar la muestra de suelos sobre los tamices, agitándose manualmente o mecánicamente conforme a las normas siguiente: NTP 339.128, AASHTO T 88, ASTM D 422, MTC E 107.

Tabla 8

Clasificación de suelos por tamaño

Tipos de materiales		Tamaños de las partículas
	Gravas	75mm. a 4.75mm.
	Gruesas	4.75mm. a 2.00mm.
Arenas	Medias	2.00mm. a 0.425mm.
	Finas	0.425mm. a 0.075mm.

Materiales	Limos	0.075mm. a 0.005mm.
finos	Arcillas	Menores de 0.005mm.

Nota. Manual de carreteras (31).

Para la prueba a realizar se emplearán tamices estandarizados tal como se muestra a continuación:

Tabla 9

Aberturas de tamices

# Tamices	Aberturas (mm)
3"	76.200
2 1/2"	63.500
2"	50.60
1 1/2"	38.10
1"	25.40
3/4"	19.05
1/2"	12.70
3/8"	9.525
1/4"	6.35
N° 4	4.76
N° 8	2.38
N° 10	2.00
N° 16	1.19
N° 20	0.84
N° 30	0.59
N° 40	0.42
N° 50	0.3
N° 100	0.149
N° 200	0.074

Nota. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (65).

Figura 16

Juego de tamices



Para calcular el porcentaje que pasó la malla N°200 se realiza conforme a la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Pasa tamiz N}^\circ 4 = \frac{\text{Total, Peso} - \text{Peso retenido en el tamiz N}^\circ 4}{\text{Peso total}} \times 100$$

Para calcular el porcentaje de muestra que está retenida en la malla, se usa la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

Para calcular la humedad higroscópica empleamos la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad higroscópica} = \frac{W - wl}{wl} \times 100$$

En el cual:

W = Masa secada a temperatura ambiente

wl = Masa secada al horno.

Límites de consistencia

Son pruebas para obtener el estado de consistencia de una muestra de suelo. El contenido de agua en el material es el encargado de regular el estado mencionado, a medida que el agua reduce el material pasa por distintos estados, empezando del líquido hasta el plástico, estableciendo un límite entre cada estado.

El material usado en esta prueba es seleccionado conforme al tamiz 0.40mm, al material pasante de la malla mencionada se le realiza la prueba de consistencia con la utilización de instrumentos en laboratorio.

- Límite líquido, este se realiza en la copa de Casagrande.
- Límite plástico, para este ensayo es necesario realizar rollitos de un diámetro de 3 mm sobre una superficie lisa.
- Índice de plasticidad, es determinado con la siguiente ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Tabla 10

Clasificación del IP

IP	Plasticidad	Característica
IP mayor 20	Alta	Suelo con alto contenido de arcilla
IP menor igual 20, IP mayor igual 7	Media	Suelo con arcilla
IP menor 7	Baja	Suelo con poco contenido de arcilla plástica
IP igual 0	No Plástico	Suelos sin presencia de arcilla

Nota. Manual de ensayo de materiales (65).

Figura 17

Ensayo de límites de Atterberg

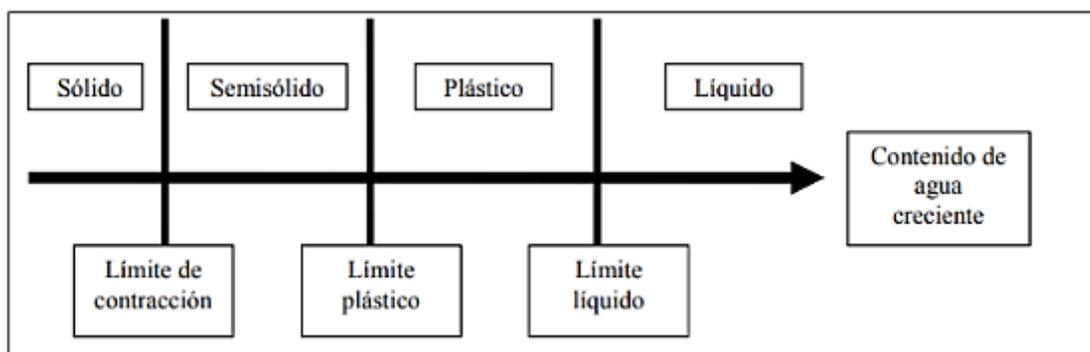


Normas peruanas para realizar la prueba en laboratorio:

- AASHTO T89 LL
- MTC E 100 LL
- NTP 339.129
- AASHTO T90 LP
- ASTM D 4318 LL y LP
- MTC E 111 LP

Figura 18

Límites de Atterberg



Nota. Gamarra y León (12)

Proctor modificado

Es una prueba de compactación sobre una muestra de suelo añadiendo una cierta cantidad de humedad para una energía de compactación determinada, el agua añadida actúa para lubricar las partículas de los suelos, por lo que la densidad húmeda presenta un aumento hasta llegar a cierto límite por la acción del líquido incorporado, ya que al aumentar la cantidad de líquido la muestra reduce los vacíos presentados en un inicio aumentando el volumen total de la muestra y por tanto reduce la densidad húmeda.

Normativa necesaria para la prueba de Proctor:

- NTP 339.141
- ASTM D 1557 – 70
- AASHTO T-180 – 70
- MTC E 115 – 2000

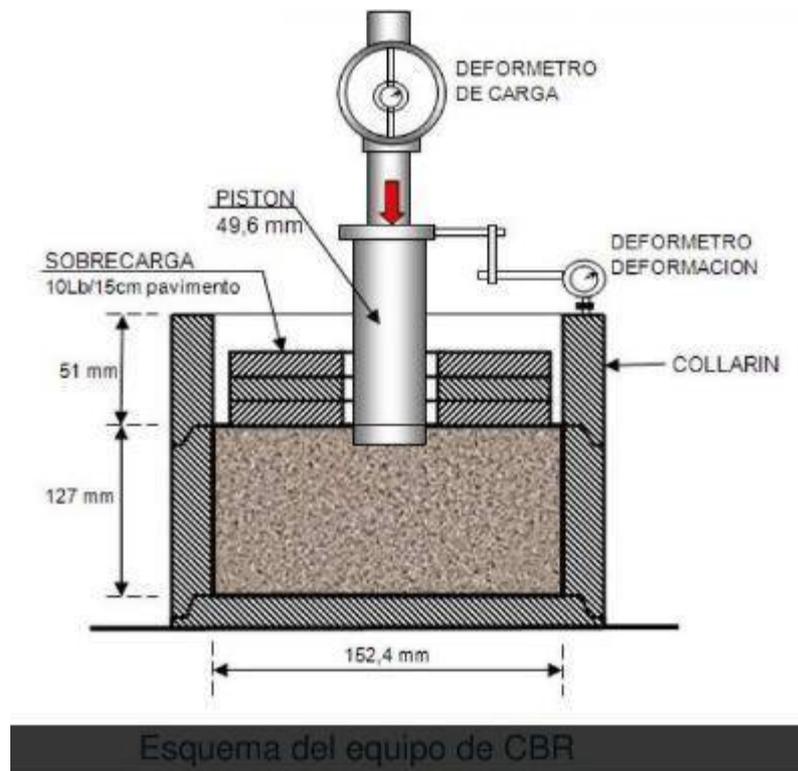
CBR

California Bearing Ratio es un ensayo para obtener la capacidad de soportar cargas de un suelo y demás materiales utilizados en la construcción, mediante pruebas en laboratorio utilizando instrumentos para ese fin, la prueba es realizada en diferentes etapas, conforme a los resultados de humedad óptima y una buena compactación se determina el CBR. Esta prueba permite evaluar la calidad de un material de subrasante, base granular y subbase para pavimentos, sometiéndose a condiciones de densidades controladas y humedad para así obtener una resistencia real. El porcentaje de CBR es la fuerza necesaria para que un pistón con una fuerza normalizada se introduzca a una profundidad de la muestra, el CBR es expresada en porcentajes (66).

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga Unitaria patron}} \times 100$$

Figura 19

Esquema del Equipo para el ensayo de CBR



Nota. Geotecnia Fácil (67)

Normativa para la realización del ensayo:

- ASTM D 1883
- MTC E 132

2.2.25. Definición de términos básicos:

- **Aceite sulfonado.** Es un aditivo para catalizar que sirve para intercambiar iones; químicamente tiene un compuesto orgánico derivado de sulfuro y ácido combinado.
- **Afirmado.** En la literatura las vías construidas en afirmado se definen como aquellas vías en las cuales su carpeta está conformada de dos partes la subrasante y la capa de afirmado.
- **Carreteras.** La carretera es uno de los componentes esenciales de la ingeniería de tráfico y la infraestructura civil.

- **CBR.** California Bearing Ratio es un ensayo para obtener la capacidad de soportar cargas de un suelo y demás materiales utilizados en la construcción, mediante pruebas en laboratorio utilizando instrumentos para ese fin, la prueba es realizada en diferentes etapas, conforme a los resultados de humedad óptima y una buena compactación se determina el CBR.
- **Cloruro de calcio.** Es uno de los hidratos de sal prometedores para el almacenamiento de calor termoquímico para aplicaciones de construcción comunes.
- **Congelamiento de suelos.** La congelación del suelo se da gracias a que el líquido que se encuentra sobre él llega a congelarse, y la expansión del hielo cristalizado hace que se modifique el equilibrio natural en el líquido existente en los suelos, el cual depende de la condición del clima y la geotecnia, donde el volumen en los suelos incrementa y el agua solidifica.
- **Contenido de humedad.** La humedad natural existente en cada suelo es calculada mediante una prueba y expresada en porcentajes, calcula el peso de agua que contiene la muestra de suelo.
- **Estabilización química de suelos.** Este método para estabilizar químicamente el suelo tiene el fin de brindar a los suelos, ser resistentes mecánicamente y que esta propiedad permanezca con el tiempo
- **Granulometría.** Es una prueba para distribuir las partículas de un suelo mediante una serie de mallas estandarizadas por la norma, el cual nos permite graficar una curva de distribución
- **Límites de consistencia.** Son pruebas para obtener el estado de consistencia de una muestra de suelo.
- **Proctor modificado.** Es una prueba de compactación sobre una muestra de suelo añadiendo una cierta cantidad de humedad para una energía de compactación determinada.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

3.1.1. *Enfoque de la investigación*

El investigador (Sampieri, 2014) plantea que la investigación cuantitativa es un conjunto de conocimientos que deben ser objetivos, y desarrollarse a través de una serie de procesos deductivos, la mediación es numérica y el análisis en la parte estadística es inferencial, se permiten pruebas de hipótesis previamente formuladas. El enfoque es frecuentemente asociado a normas y prácticas en ciencias naturales y del positivismo. (68)

De acuerdo a lo mencionado, la presente investigación posee un enfoque CUANTITATIVO, porque se trata de cuantificar los objetivos para posteriormente aprobar la hipótesis.

3.1.2. Tipo de investigación

Según (Murillo, 2008), una investigación aplicada es caracterizada, ya que pretende buscar aplicar o utilizar el conocimiento adquirido, a la vez que se adquieren otros, una vez implementada y sistematizada la práctica que se basa en investigar. Usar los conocimientos y el resultado de investigación de los cuales resulta una manera sistemática, rigurosa y organizada para conocer su realidad (69).

El trabajo a realizar es de tipo APLICADA ya que se recolectará información de diferentes fuentes para reunir conocimientos y también procedimientos ya conocidos, luego se realizará la experimentación para determinar las características del afirmado mejorado con cloruro de calcio y aceite sulfonado en estado de congelamiento (-6 °C).

3.1.3. Nivel o alcance de la investigación

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) un estudio que presenta un nivel explicativo es aquel que se direcciona a dar respuestas, es decir, responde al porqué de un fenómeno ocurrido, al igual que la circunstancia en la cual se manifiesta. (70)

En la tesis de investigación el nivel de estudio está dado como EXPLICATIVO, ya que se pretende conocer cuál es el efecto que causa el adicionar el cloruro de calcio y el aceite sulfonado en las propiedades del material afirmado.

3.2. Diseño de la investigación

Según Hernández (2019) el diseño experimental se define como los procedimientos con el fin de que pueda demostrarse las hipótesis, considerando el objeto que se estudiará y con qué será manipulado (71)

Según el investigador Carrasco, en la investigación, se cuenta con diseño EXPERIMENTAL, ya que se pretende manipular deliberadamente cada variable de investigación y conocer su efecto en otra.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Pino (2018) plantea a la población como un grupo finito o infinito, pero con muchos datos, la cual corresponden a una característica de estudio dada en la combinación (72)

Para la presente se presenta una población delimitada por el elemento de afirmado existente en el banco natural o cantera ubicada entre el Km 63+850 LI de la ruta nacional PE-3SQ para su colocación en vías no pavimentadas de la región Puno.

3.3.2. Muestra

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista, 2014 pág. 21) el área específica delimitada es la muestra que se desea investigar, considerada como una representación de la misma (70).

Para el trabajo presente tenemos una muestra delimitada por el material extraído de la cantera una cantidad aproximada de 2713.40 kg requerido para su posterior análisis en laboratorio, dicha cantidad fue mencionada por el especialista de laboratorio; en la tabla siguiente se describe los diversos ensayos a realizar.

Tabla 11

Cantidad de muestras ensayadas

DESCRIPCIÓN	Suelo patrón	Suelo patrón + aceite sulfonado	Suelo patrón + cloruro de calcio	Sp + Cloruro de calcio + aceite sulfonado	Total
<i>Contenido de humedad</i>	1	-	-	-	1
<i>Análisis granulométrico</i>	1	-	-	-	1
<i>Limite líquido</i>	1	5	5	25	36
<i>Limite plástico</i>	1	5	5	25	36
<i>Proctor Modificado</i>	1	5	5	25	36
<i>CBR</i>	1	5	5	25	36
Subtotales	6	20	20	100	146

Nota. Elaboración propia

Tabla 12

Detalle de las muestras ensayadas

Grupo	Combinación	Número de muestras ensayadas				Total
		Límite Líquido	Límite plástico	Proctor modificado	CBR (Ciclo de congelación)	
Suelo Patrón	Sp	3	3	4	3	13
Suelo Patrón + Aceite Sulfonado	Sp + 0.20%AS	3	3	4	3	13
	Sp + 0.25%AS	3	3	4	3	13
	Sp + 0.30%AS	3	3	4	3	13
	Sp + 0.35%AS	3	3	4	3	13
	Sp + 0.40%AS	3	3	4	3	13
Suelo Patrón + Cloruro de calcio	Sp + 0.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 1.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 1.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 2.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 2.50%CC	3	3	4	3	13
Suelo Patrón + Cloruro de calcio + Aceite sulfonado	Sp + 0.20%AS + 0.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.20%AS + 1.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.20%AS + 1.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.20%AS + 2.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.20%AS + 2.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.25%AS + 0.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.25%AS + 1.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.25%AS + 1.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.25%AS + 2.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.25%AS + 2.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.30%AS + 0.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.30%AS + 1.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.30%AS + 1.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.30%AS + 2.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.30%AS + 2.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.35%AS + 0.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.35%AS + 1.00%CC	3	3	4	3	13
Sp + 0.35%AS + 1.50%CC	3	3	4	3	13	
Sp + 0.35%AS + 2.00%CC	3	3	4	3	13	
Sp + 0.35%AS + 2.50%CC	3	3	4	3	13	

Grupo	Combinación	Número de muestras ensayadas				Total
		Límite Líquido	Límite plástico	Proctor modificado	CBR (Ciclo de congelación)	
	Sp + 0.40%AS +0.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.40%AS +1.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.40%AS +1.50%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.40%AS +2.00%CC	3	3	4	3	13
	Sp + 0.40%AS +2.50%CC	3	3	4	3	13
	Subtotales	108	108	144	108	468

Nota. Elaboración propia

3.3.3. Tipo de muestreo

Es no probabilístico, ya que es un proceso con el cual se selecciona y donde es desconocida la probabilidad que cada elemento de la población tiene para ser integrante dentro de la muestra (73).

Para el trabajo presente, se realizó un muestreo no probabilístico, para lo cual la muestra fue seleccionada por conveniencia y criterio de los investigadores.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

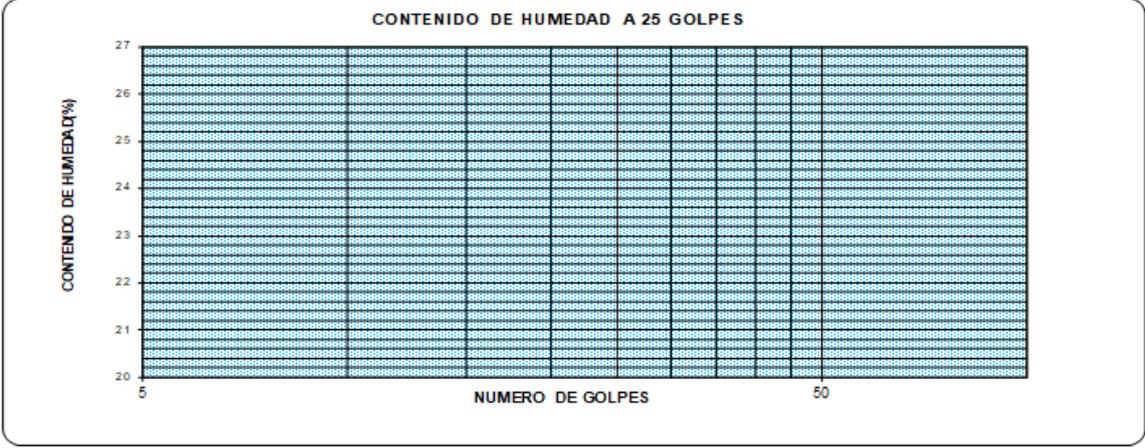
3.4.1. Técnicas e instrumentos

Es un conjunto de procedimientos los cuales se organizan con el fin de poder realizar la recolección de datos que conlleven a la medición de una o más variables que están dentro de la investigación. (74).

La técnica que se aplicó en el trabajo, fue la observación, ya que consistió en participar en la observación del comportamiento de un suelo afirmado en la ruta nacional PE-3SQ, Km 63+850 al adicionar aceite sulfonado y cloruro de calcio a temperaturas de congelamiento. Así mismo se aplicaron los instrumentos de fichas de observación para caracterizar y analizar las características tanto físicas y mecánicas de los suelos (su límite de consistencia, su densidad máxima seca, su humedad óptima y CBR).

Las fichas de observación que serán usadas en el trabajo para la recolectar los datos son las siguientes:

- Fichas de observación para los indicadores LL, LP e IP (Instrumento A).
- Fichas de observación para los indicadores de DMS y OCH (Instrumento B).
- Fichas de observación para la capacidad de soporte CBR (Instrumento C).

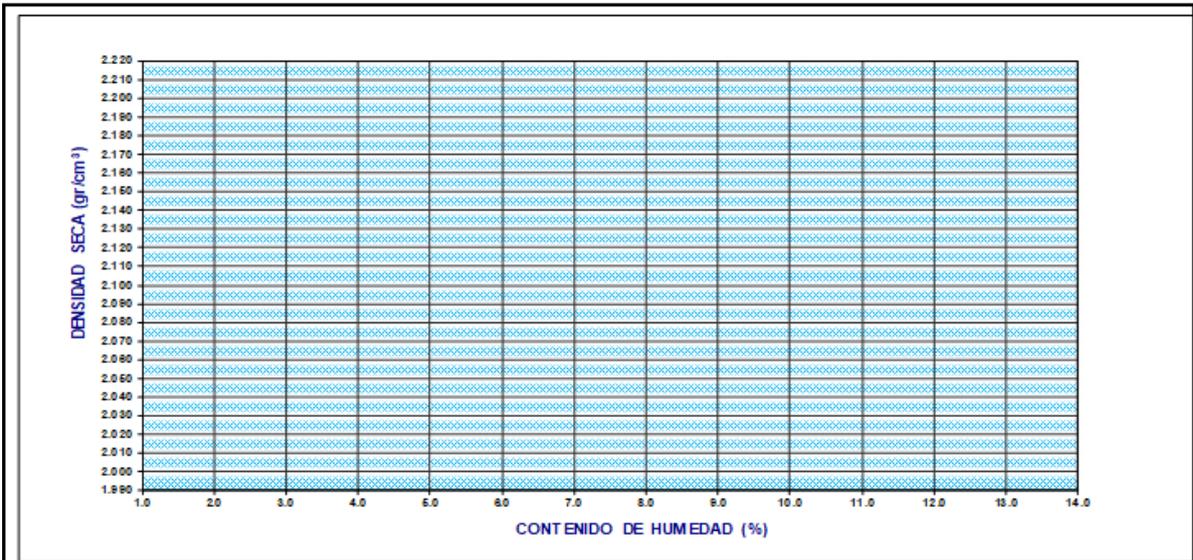
	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS INDICADORES LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)		Código: Versión: Aprobado:
	DATOS GENERALES		
	PROYECTO : Influencia de la adición del cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento en la región Puno - 2022		Registro: Fecha:
SOLICITANTES : Mamani Larico, Juan Gabriel Pani Mamani, Cristian Alber			
DATOS DE LA MUESTRA			
UBICACIÓN :		COORDENADAS UTM	
MEJORAMIENTO :	TAMAÑO MÁXIMO :	ESTE :	
MUESTRA :	CLASIF. SUELO :	NORTE :	
DOSIFICACIÓN :		COTA :	
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, ASTM 4318)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº CAPSULA	ID		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(g)		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		
PESO DE AGUA	(g)		
PESO DE LA TARA	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(g)		
NUMERO DE GOLPES	(g)		
LIMITE PLASTICO (MTC E 111, ASTM 4318)			
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS	
Nº TARRO	ID		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(g)		
PESO TARA + SUELO SECO	(g)		
PESO DE LA TARA	(g)		
PESO DEL AGUA	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES			
			
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES:	
LIMITE LIQUIDO (%)			
LIMITE LIQUIDO (%)			
LIMITE LIQUIDO (%)			

 Universidad Continental	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE MÁXIMA DENSIDAD SECAY ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMAMTC E 115, ASTM D 1557)	Código: Versión: Aprobado:
	DATOS GENERALES	
	PROYECTO : Influencia de la adición del cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento en la región Puno - 2022 SOLICITANTES : Mamani Larico, Juan Gabriel Pari Mamani, Cristian Alber	Registro: Fecha:

DATOS DE ENSAYO		
UBICACIÓN :		COORDENADAS UTM
MEJORAMIENTO :	TAMAÑO MÁXIMO :	ESTE :
MUESTRA :	CLASIF. SUELO :	NORTE :
DOSIFICACIÓN :	TIPO DE MARTILLO :	COTA :

REGISTRO Y CÁLCULOS					
PESO (SUELO + MOLDE)	gr				
PESO DE MOLDE	gr				
PESO SUELO HUMEDO	gr				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³				
DENSIDAD HUMEDA	gr/cm ³				
DENSIDAD SECA	gr/cm ³				

RECIPIENTE N°					
PESO (SUELO HUMEDO + TARA)	gr				
PESO (SUELO SECO + TARA)	gr				
PESO DE LA TARA	gr				
PESO DE AGUA	gr				
PESO DEL SUELOS SECO	gr				
CONTENIDO DE HUMEDAD	%				
MAXIMA DENSIDAD SECA	gr/cm ³				



OBSERVACIONES:

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO – 2022"	Registro N° : Fecha :
--	--------------------------

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q			
PROCEDENCIA :	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS	
CALICATA :	TEMPERATURA :	ESTE	-
MUESTRA :	CONDICION :	NORTE	-
PROGRESIVA :		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	METODO DE ENSAYO :	TIEMPO DE INMERSIÓN :	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	PESO UNITARIO SECO :	TIPO DE MARTILLO :	
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	HUMEDAD ÓPTIMA :	MET. DE PREPARACIÓN :	

CONDICIONES DE LA MUESTRA	COD.	n°	n°	n°	n°	n°	n°
MOLDE No							
NUMERO DE CAPAS							
NUMERO DE GOLPES POR CAPA							
N° SOBRECARGA CIRCULAR							
N° SOBRECARGA ANULAR							
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR						

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]						
Masa del Molde	[g]						
Masa del Suelo Humedo	[g]						
Volumen del Suelo	cm ³						
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³						
Capsula No	No						
Masa de la Capsula	[g]						
Suelo Humedo + Capsula	[g]						
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]						
Masa del Agua	[g]						
Masa del Suelo Seco	[g]						
% de Humedad	%						
Promedio de Humedad	%						
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³						
Peso Unitario Seco	kN/m ³						

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-f/cm2 / Mpa	MOLDE No A-1				MOLDE No N-1				MOLDE No Q-1			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)

OBSERVACIONES : _____

3.4.2. Procedimientos de recolección de datos

Se recopilaron y realizaron mediciones de la información entorno a las variables que se establecieron de forma sistemática, el cual garantiza la calidad de los datos, lo que se extiende a la garantía de análisis de datos adecuado (75)

3.4.2.1. Ubicación y acceso a la zona de estudio

La zona donde se realiza el estudio se encuentra localizado dentro de la Ruta PE-3SQ (15) Tramo V, el cual está ubicado en la localidad de Palca, Lampa. Los datos generales se muestran a continuación.

Datos generales de la vía

Localidad : Palca

Provincia : Lampa

Departamento : Puno

3.1.1.1. Extracción de las muestras

En la zona se inició con la extracción de muestras de la cantera Ruta PE-3SQ Km 63+850.

Figura 20

Extracción de muestras



Nota. Elaboración propia

Figura 21

Cuarteo para la recolección de muestras



Nota. Elaboración propia

Una vez realizada extracción de muestras se procedió a llevarlos al laboratorio para sus respectivas pruebas

Figura 22

Traslado de muestras al laboratorio



Nota. Elaboración propia

3.4.2.2. Ensayos de Laboratorio

Granulometría

El fin del ensayo es obtener cuantitativamente cómo se distribuyen las partículas del suelo para así determinar el porcentaje retenido en cada serie de tamiz.

Tabla 13

Serie de tamices

Serie de tamices	
3 in (75 mm)	(75 mm)
2 in	(50 mm)
1 1/2 in	(37.5 mm)
1 in	(25 mm)
3/4 in	(19 mm)
1/2 in	(19 mm)
3/4 in	(12.5 mm)
¼ in	(6.3 mm)
N° 4	(4.75 mm)
N° 10	(2.00 mm)
N° 20	(0.850 mm)
N° 30	(0.600 mm)
N° 40	(0.425 mm)
N° 60	(0.250 mm)
N° 100	(0.150 mm)
N° 200	(0.075 mm)

Equipos usados:

- Tamices
- Balanza
- Horno de secado

- Bandejas cepillo y brochas
- Vasijas

Procedimiento

En primer lugar, se secó las muestras a temperatura ambiente, se seleccionó el material más fino, luego se procedió con el lavado de las muestras en la malla N° 200, la cual posteriormente se secó en el horno a $110\pm 5^{\circ}\text{C}$, una vez secada la muestra se realizó el a tamizado en toda la serie de tamices durante de 15 minutos agitando el tamiz para que pase el material, este proceso se realizó con mucho cuidado de forma que el material fino no se pierda, una vez tamizado el material se tomó y pesó cada una de las cantidades de muestras que fueron retenidas en cada tamiz.

Figura 23

Ensayo de granulometría



Nota. Elaboración propia

Procedimiento de cálculo

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_{\text{tamiz}}}{W_1} * 100$$

Donde:

W tamiz = Peso conservado en la malla

W1= Peso seco de la muestra en horno

Límites de consistencia

El límite de consistencia es un ensayo con el que se determinó el contenido de agua existente en el suelo, en mediciones de porcentajes, mediante su secado en horno eléctrico.

Equipos usados:

- Vasijas de porcelana
- Copa de Casagrande
- Acanalador
- Recipientes
- Balanza
- Vidrio

Procedimiento

Para la prueba del límite de liquidez se tomó un porcentaje de 200 g de muestra pasante la malla N° 40 al cual fue añadido 20 ml de agua destilada el cual fue mezclado con el suelo, una vez que se obtuvo la mezcla con una consistencia adecuada fue colocada en el equipo de Casagrande, nivelándola con una espátula, así mismo la muestra se dividió en dos partes con el acanalador luego de ello se continuó con el proceso de elevar y golpear consecutivamente la copa del equipo entre las velocidades de 1.9 a 2.1 golpes por cada segundo con el fin de cerrar la abertura, este proceso se repitió en tres ocasiones para golpes de la cuchara de Casagrande en rangos de 15-25, 20-30 y 25-35.

Para determinar el límite plástico al igual que para la prueba anterior se tomó aprox. 20 g de muestra que pasa la malla N° 40 a donde se le añadió distintos porcentajes de agua, hasta que se formó una masa estable, luego esta fue tomada en un pequeño porcentaje de dónde se formó una esfera que luego fue estrellada contra una superficie

plana, luego de este proceso la muestra fue considerada adecuada ya que al ser estrellada esta no se desmoronó, una vez pasada la prueba se continuó con realizar los bastones de 3 mm de diámetro de la misma muestra hasta que estas perdieron su humedad y fueron presentando pequeñas fisuras. Para hallar el IP se restó el valor de límite líquido con el valor de límite plástico.

Figura 24

Ensayo de Límite Líquido



Nota. Elaboración propia

Figura 25

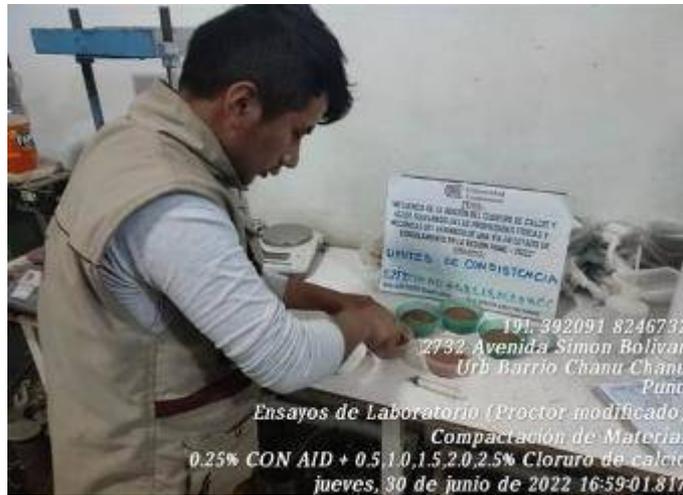
Ensayo de Límite Líquido con adición de Cloruro de calcio y aceite sulfonado



Nota. Elaboración propia

Figura 26

Límites de consistencia de las dosificaciones



Nota. Elaboración propia

Procedimiento de cálculo

$$IP = LL - LP$$

Proctor modificado

Con este ensayo se calcula la relación que existe entre la humedad del suelo con su peso unitario seco.

Equipos usados:

- Molde
- Collar de extensión
- Ensamblaje de molde
- Pisón
- Martillo
- Balanza
- Regla
- Tamices
- Extractor de muestras
- Vasijas

Procedimiento

Primeramente, se seleccionó el método para el desarrollo del ensayo, luego se agregó distintas proporciones de agua destilada, una vez revuelta fue colocada una primera capa que se apisonó con 56 golpes, este proceso fue repetido en las siguientes 4 capas, posterior a la prueba el collarín fue quitado y el material fue enrasado a nivel del recipiente de Proctor el cual fue pesado luego. Después fue quitada la base y de donde se extrajo una cantidad de 500 g de muestra de la parte central del espécimen, con el que se determina el contenido óptimo de agua en la muestra de suelo natural, este proceso fue repetido para determinar 4 puntos más.

Figura 27

Dosificación de material (Cloruro de calcio + CONAID)



Nota. Elaboración propia

Figura 28

Preparación del material para ensayo de Proctor



Nota. Elaboración propia

Figura 29

Ensayo de Proctor modificado



Nota. Elaboración propia

Procedimiento de cálculo

$$P_m = \frac{M_t - M_{md}}{1000 * v}$$

Donde:

P_m = Densidad en estado húmedo del suelo (Mg/m³)

Mt = Peso de suelo húmedo + molde (kg)

Mmd = Peso de molde para compactar (kg)

V = Volumen del molde para compactar (m³)

$$P_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

Pd = Densidad en estado seco del suelo (Mg/m³)

W = Contenido de agua (%)

$$P_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100$$

Donde:

Wsat = Contenido de agua para una saturación completa (%)

γ_w = Peso unitario del agua (%)

γ_d = Peso unitario del suelo seco (%)

Gs = Gravedad específica del suelo

CBR

Con este ensayo se calcula la capacidad que tiene el suelo para soportar cargas externas.

Equipos usados:

- Prensa
- Molde
- Disco espaciador

- Medidor de expansión
- Pisón
- Placa de metal
- Pesas
- Trípode

Procedimiento

Para realizar el ensayo se seleccionó un porcentaje de muestra con adiciones de cloruro de calcio, aceite sulfonado y las combinaciones realizadas de los aditivos, para determinar su humedad óptima se le adicionó una cantidad de agua, así mismo se determinó su densidad máxima con el compactado en tres capas a 12 golpe, 25 golpes y 56 golpes con una masa de 2.5 kg en tres moldes ya estandarizados se enrasó el molde, se desmontó y se volvió a montarlo de forma invertida sumergiendo cada molde en agua, colocando una placa y un vástago como peso con el que se calculó la sobrecarga, el trípode fue colocado al borde del molde coincidiendo con el vástago del micro comparador, a este se le tomaron medida durante un periodo de cuatro días, donde por las noches las muestras se sometieron a ciclos de congelamiento calculando la expansión del suelo, extrayendo el agua de la muestra, luego de aplicarle cargas en el pistón de penetración con el equipo de CBR se hizo una lectura de la curva de presión de penetración, finalizando con la gráfica del CBR.

Figura 30

Dosificación de aditivos



Nota. Elaboración propia

Figura 31

Compactación del material



Nota. Elaboración propia

Figura 32

Material sumergido en agua (proceso de expansión – CBR)



Nota. Elaboración propia

Figura 33

Muestras sometido a Congelamiento (agua)



Nota. Elaboración propia

Procedimiento de cálculo

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

$$\% \text{ expansión} = \frac{L^2 - L^1}{127} \times 100$$

Donde:

L1 = Inicio de lectura en mm

L2 = Final de lectura en mm

3.4.3. Confiabilidad de los instrumentos de investigación

Es un grado congruente con el que se selecciona la capacidad que tiene un instrumento de medir las variables en la investigación, de la misma forma se puede reflejar la buena correlación al realizar la medición en diferentes fases de la investigación donde la medición realizada no difiere de forma significativa (76).

Las mediciones y la recopilación de datos se realizan entorno a las variables que fueron establecidas de una forma sistemática, el cual garantiza la calidad de los datos, lo que se extiende a la garantía de análisis de datos adecuado (75).

Cada instrumento empleado en la investigación presente no presentó fichas de validación, esto debido a que cada instrumento utilizado fue avalado por la norma internacional ASTM y la validación por expertos no sería necesaria, por tanto, la confiabilidad de los resultados obtenidos por cada instrumento no requiere ser elaborada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado del tratamiento y análisis de los datos obtenidos

Tabla 14

Características físico mecánicas del suelo natural

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO NATURAL	
Contenido húmedo del suelo	1.90%
Limite plástico	23%
Limite Líquido	31%
Índice de plasticidad	8%
Clasificación SUCS	GM
Clasificación AASTHO	A-2-4 (0)
% de Grava	46.72%
% de Arena	35.50%
% de Finos	17.78
MDS (gr/cm ³)	1.906
OCH (%)	12.4

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 13, se muestran los resultados de características naturales del suelo evaluado, sus propiedades físicas y mecánicas, en donde se obtuvo un contenido de agua de 1.90%, un límite líquido de 31%, un límite plástico de 23% y un índice de plasticidad de 8%, de acuerdo a los datos obtenidos de la granulometría las muestras se clasifican según SUCS como GM y según AASTHO se encuentran en el grupo A-2-4 (0), así mismo por la distribución granulométrica se observa que un 46.72% son gravas, un 35.50% son arenas y un 17.78% son finos, la MDS es 1.9016gr/cm³, el OCH es 12.4%.

4.1.1. Propiedades físico mecánicas adicionando cloruro de calcio

Determinar la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

Tabla 15

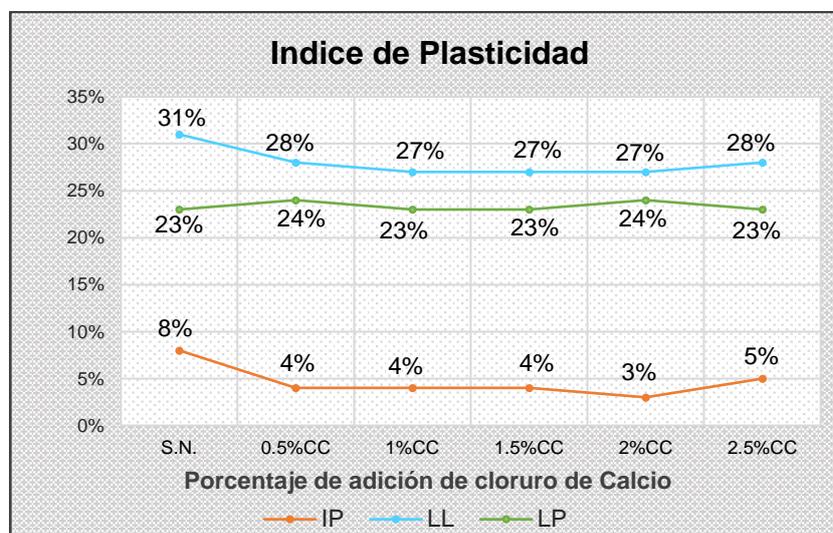
Límites de consistencia

MUESTRAS	LL	LP	IP
S.N.	31%	23%	8%
0.5%CC	28%	24%	4%
1%CC	27%	23%	4%
1.5%CC	27%	23%	4%
2%CC	27%	24%	3%

Nota. Fuente propia

Figura 34

Índice plástico de dosificaciones



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 14 y la figura N° 35, se observan los índices de plasticidad del suelo, la muestra de suelo natural y los especímenes con dosis distintas de cloruro de calcio de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% donde se obtuvo 8%, 4%, 4%, 4%, 3%, 5% respectivamente.

Tabla 16

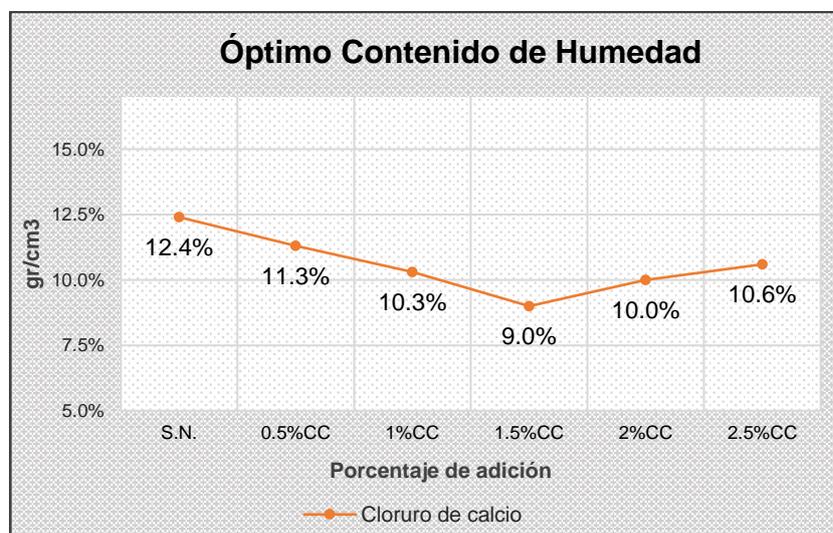
Contenido de Humedad Óptimo

MUESTRAS	OCH	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	12.4%	12.4%	
0.5%CC	11.3%	11.3%	-8.87%
1%CC	10.3%	10.3%	-16.94%
1.5%CC	9.0%	9.0%	-27.42%
2%CC	10.0%	10.0%	-19.35%
2.5%CC	10.6%	10.6%	-14.52%

Nota. Elaboración propia

Figura 35

Contenido óptimo de humedad de las dosificaciones



Nota. Fuente propia

En la tabla N° 15 y la figura N° 36, se presenta el óptimo contenido de agua para la muestra de suelo natural y los especímenes con distintas dosis de cloruro de calcio de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% donde se obtuvo los siguientes datos 12.4%, 11.3%, 10.3%, 9.0%, 10%, 10.6% respectivamente.

Tabla 17

Máxima Densidad Seca

MUESTRAS	MDS	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	1.906	1.906	
0.5%CC	1.939	1.939	1.73%
1%CC	1.966	1.966	3.15%
1.5%CC	1.966	1.966	3.15%
2%CC	1.948	1.948	2.20%
2.5%CC	1.932	1.932	1.36%

Nota. Fuente propia

Figura 36

Máxima densidad seca de dosificaciones



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 16 y la figura N° 37, se muestra la máxima densidad seca de la muestra de suelo natural y los especímenes con dosis distintos de cloruro de calcio de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% donde se obtuvo 1.906 gr/cm³, 1.939 gr/cm³, 1.966 gr/cm³, 1.966 gr/cm³, 1.948 gr/cm³ y 1.932 gr/cm³ respectivamente.

Tabla 18

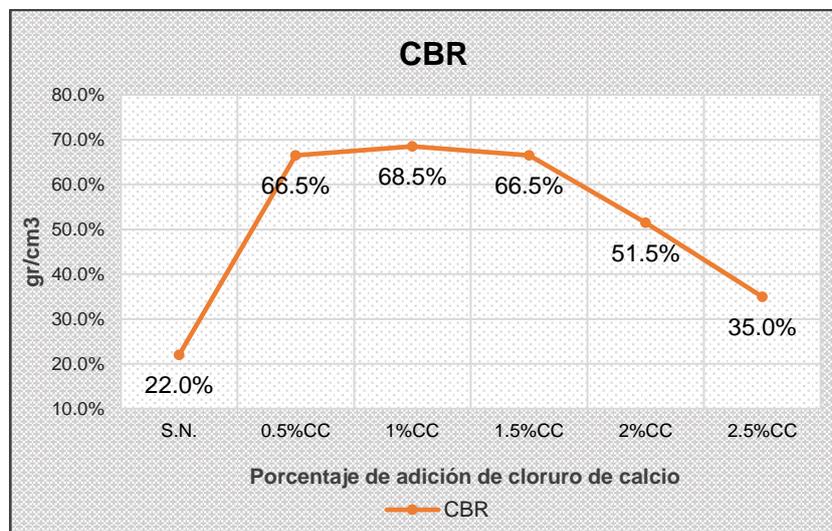
CBR adicionando aceite sulfonado

MUESTRAS	CBR	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	22.0%	22.0%	
0.5%CC	66.5%	66.5%	202.27%
1%CC	68.5%	68.5%	211.36%
1.5%CC	66.5%	66.5%	202.27%
2%CC	51.5%	51.5%	134.09%
2.5%CC	35.0%	35.0%	59.09%

Nota. Fuente propia

Figura 37

CBR adicionando aceite sulfonado



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 17 y la figura N° 38, se presentan los CBRs de la muestra de suelo natural y los especímenes con distintas dosificaciones de Aceite sulfonado de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% donde se obtuvo 22%, 66.5%, 68.5%, 66.5%, 51.5% y 35% respectivamente.

4.1.2. Prueba de hipótesis

HE1: El cloruro de calcio influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

4.1.3. Índice de plasticidad adicionado cloruro de calcio

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

H_0 : Sus medias de grupo son iguales por lo que no existe influencia

H_a : al menos una de las medias es diferente por lo que sí existe influencia

b) Significancia

El nivel de confianza con el que se trabajará es de 95% con un error del 5%, por tanto, el valor de significancia será de 0.05

c) Prueba estadística para hallar el p-valor

La prueba estadística que utilizaremos será el ANOVA de un factor por la cantidad de nuestros grupos es mayor a 2, y cada grupo analizado cumple el supuesto de normalidad.

Tabla 19

Datos del análisis de varianza ANOVA

Índice de plasticidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	46,000	5	9,200	1595,376	,000
Dentro de grupos	,069	12	,006		
Total	46,069	17			

Nota. Datos del programa SPSS.

Tabla 20

Prueba de Tukey

(I) Cloruro de calcio	(J) Cloruro de calcio	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CC	0.5%CC	4,00000*	,000
	1%CC	4,00000*	,000
	1.5%CC	4,00000*	,000
	2%CC	5,00000*	,000
	2.5%CC	3,00000*	,000
0.5%CC	0%CC	-4,00000*	,000
	1%CC	,00000	1,000
	1.5%CC	,00000	1,000
	2%CC	1,00000*	,000
1%CC	2.5%CC	-1,00000*	,000
	0%CC	-4,00000*	,000
	1.5%CC	,00000	1,000

	2%CC	1,00000*	,000
	2.5%CC	-1,00000*	,000
	0%CC	-4,00000*	,000
	0.5%CC	,00000	1,000
1.5%CC	1%CC	,00000	1,000
	2%CC	1,00000*	,000
	2.5%CC	-1,00000*	,000
	0%CC	-5,00000*	,000
	0.5%CC	-1,00000*	,000
2%CC	1%CC	-1,00000*	,000
	1.5%CC	-1,00000*	,000
	2.5%CC	-2,00000*	,000
	0%CC	-3,00000*	,000
	0.5%CC	1,00000*	,000
2.5%CC	1%CC	1,00000*	,000
	1.5%CC	1,00000*	,000
	2%CC	2,00000*	,000

Nota. Datos del programa SPSS

d) Regla de decisión

P-valor < 0.05, se aceptará la hipótesis alterna

P-valor > 0.05, rechazamos la alterna y aceptamos la nula

e) Decisión y conclusión

En la Tabla 18, se observan los datos del análisis de varianza ANOVA de un factor, el cual presenta un p-valor de 0.000 que tiene un valor inferior a la significancia 0.05, por lo tanto, la hipótesis alterna es aceptada donde se puede indicar que los promedios son distintos por lo que se puede afirmar que tiene influencia en el índice de plasticidad al agregar cloruro de calcio.

En la Tabla 19, se presenta la prueba de Tukey el cual nos menciona que medias son distintas respecto a la muestra patrón, con la dosificación del 2% de cloruro de calcio tenemos una media de 5.00 el cual es mayor al resto de dosificaciones, es decir que

adicionando el 2% tenemos una mejor influencia considerándose la dosificación óptima respecto a la muestra patrón.

4.1.4. CBR adicionado cloruro de calcio

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

H_0 : las medias de los grupos son iguales por lo que no existe influencia

H_a : al menos una de las medias es diferente por lo que sí existe influencia

b) Significancia

El nivel de confianza con el que trabajaremos es de 95% con un error del 5%, por tanto, el valor de significancia será de 0.05

c) Prueba estadística para hallar el p-valor

La prueba estadística que utilizaremos será el ANOVA de un factor por que la cantidad de nuestros grupos es mayor a 2, y cada grupo analizado cumple el supuesto de normalidad.

Tabla 21

Prueba de análisis de varianza ANOVA

CBR	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5644,000	5	1128,800	134648,111	,000
Dentro de grupos	,101	12	,008		
Total	5644,101	17			

Nota. Datos del programa SPSS.

Tabla 22

Prueba de Tukey

(I) Cloruro de calcio	(J) Cloruro de calcio	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
	0.5%CC	-44,50000*	,000
0%CC	1%CC	-46,50000*	,000
	1.5%CC	-44,50000*	,000

	2%CC	-29,50000*	,000
	2.5%CC	-13,00000*	,000
	0%CC	44,50000*	,000
	1%CC	-2,00000*	,000
0.5%CC	1.5%CC	,00000	1,000
	2%CC	15,00000*	,000
	2.5%CC	31,50000*	,000
	0%CC	46,50000*	,000
	0.5%CC	2,00000*	,000
1%CC	1.5%CC	2,00000*	,000
	2%CC	17,00000*	,000
	2.5%CC	33,50000*	,000
	0%CC	44,50000*	,000
	0.5%CC	,00000	1,000
1.5%CC	1%CC	-2,00000*	,000
	2%CC	15,00000*	,000
	2.5%CC	31,50000*	,000
	0%CC	29,50000*	,000
	0.5%CC	-15,00000*	,000
2%CC	1%CC	-17,00000*	,000
	1.5%CC	-15,00000*	,000
	2.5%CC	16,50000*	,000
	0%CC	13,00000*	,000
	0.5%CC	-31,50000*	,000
2.5%CC	1%CC	-33,50000*	,000
	1.5%CC	-31,50000*	,000
	2%CC	-16,50000*	,000

Nota. Datos del programa SPSS

d) Regla de decisión

P-valor < 0.05, se aceptará la hipótesis alterna

P-valor > 0.05, rechazamos la alterna y aceptamos la nula

e) Decisión y conclusión

En la Tabla 20, se presenta el análisis de varianza ANOVA de un factor, el cual presenta un p-valor de 0.000, siendo ésta un valor inferior a la significancia 0.05, por lo tanto, la hipótesis alterna es aceptada donde indica que los promedios son distintos donde se puede mencionar que se tiene una influencia en el CBR al agregar cloruro de calcio.

En la Tabla 21 presentamos la prueba de Tukey el cual nos menciona que medias son distintas respecto a la muestra de suelo patrón, con la dosificación del 1% de cloruro de calcio tenemos una media de -46.50 el cual es mayor al resto de dosificaciones, es decir que adicionando el 1% tenemos una mejor influencia considerándose la dosificación óptima respecto a la muestra patrón.

4.1.5. Propiedades físicas y mecánicas adicionando aceite sulfonado

Determinar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

Tabla 23

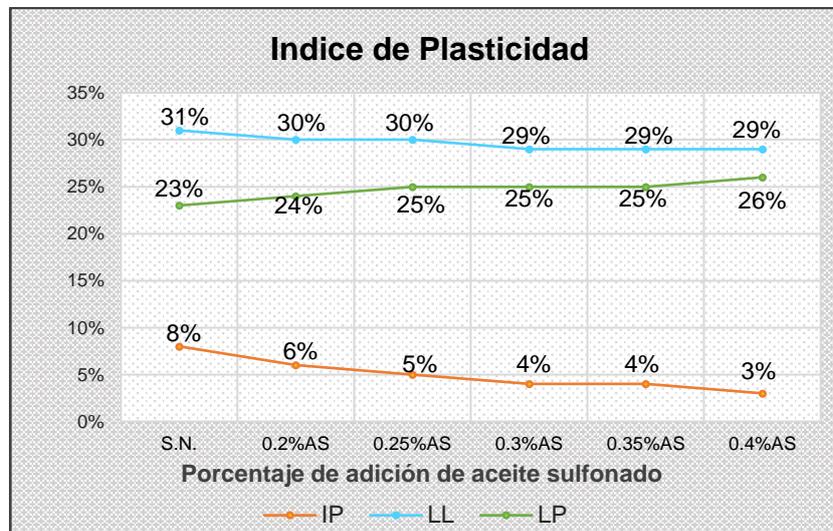
Límites de consistencia

MUESTRAS	LL	LP	IP
S.N.	31%	23%	8%
0.5%AS	30%	24%	6%
1%AS	30%	25%	5%
1.5%AS	29%	25%	4%
2%AS	29%	25%	4%
2.5%AS	29%	26%	3%

Nota. Fuente propia

Figura 38

Índice de plasticidad de las dosificaciones



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 22 y la figura N° 39, se presentan los índices de plasticidad de la muestra de suelo natural y los especímenes con distintas dosificaciones de Aceite Sulfonado de 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35% y 0.4% donde se obtuvo 8%, 6%, 5%, 4%, 4%, 3% respectivamente.

Tabla 24

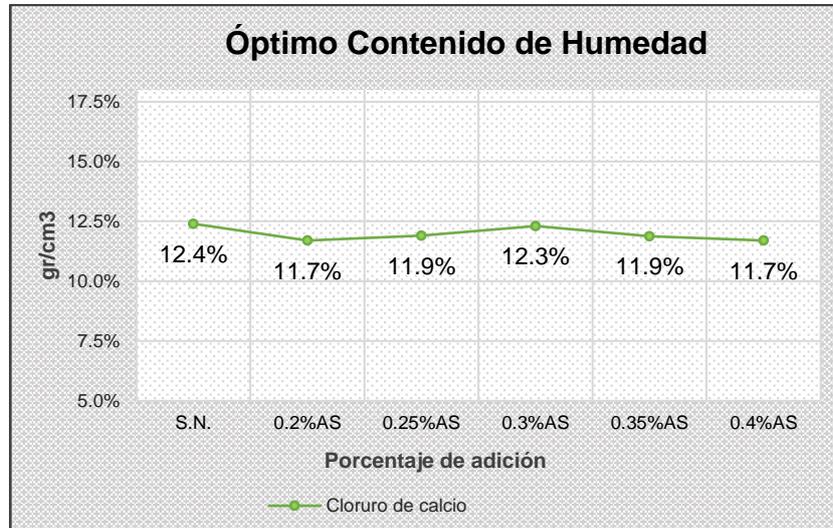
Contenido de Humedad Óptimo

MUESTRAS	OCH	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	12.40%	12.4%	
0.2%AS	11.70%	11.7%	-5.65%
0.25%AS	11.90%	11.9%	-4.03%
0.3%AS	12.30%	12.3%	-0.81%
0.35%AS	11.88%	11.9%	-4.19%
0.4%AS	11.70%	11.7%	-5.65%

Nota. Fuente propia

Figura 39

Contenido óptimo de Humedad de dosificaciones



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 23 y la figura N° 40, se presenta el óptimo contenido de Humedad del suelo patrón y los especímenes con distintas dosis de cloruro de calcio de 0.2%,0.25%, 0.3%, 0.35% y 0.4% donde se obtuvo los siguientes datos 12.4%, 11.7%, 11.9%, 12.3%, 11.9%, 11.7% respectivamente.

Tabla 25

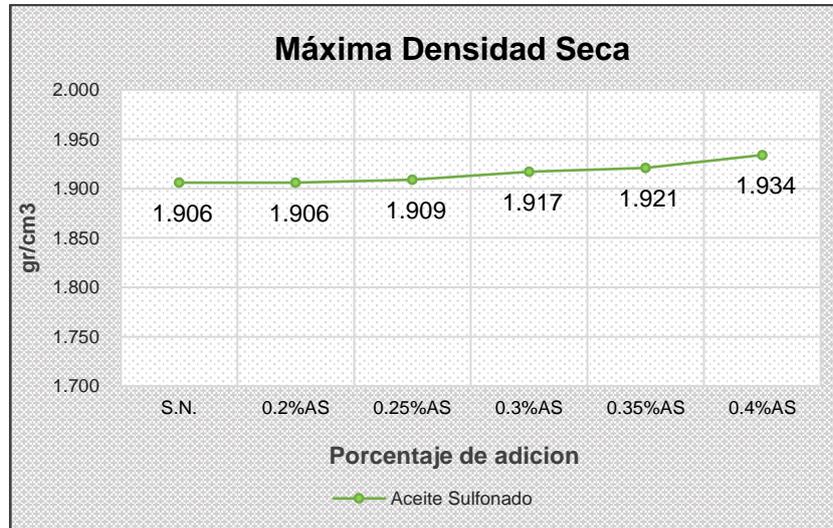
Máxima Densidad Seca

MUESTRAS	MDS	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	1.906	1.906	
0.2%AS	1.906	1.906	0.00%
0.25%AS	1.909	1.909	0.16%
0.3%AS	1.917	1.917	0.58%
0.35%AS	1.921	1.921	0.79%
0.4%AS	1.934	1.934	1.47%

Nota. Fuente propia

Figura 40

Máxima Densidad Seca de dosificaciones



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 24 y la figura N° 41, se muestra la máxima densidad seca del suelo patrón y los especímenes con distintas dosis de cloruro de calcio de 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35% y 0.4% donde se obtuvo 1.906 gr/cm³, 1.906 gr/cm³, 1.909 gr/cm³, 1.917 gr/cm³, 1.921 gr/cm³ y 1.934 gr/cm³ respectivamente.

Tabla 26

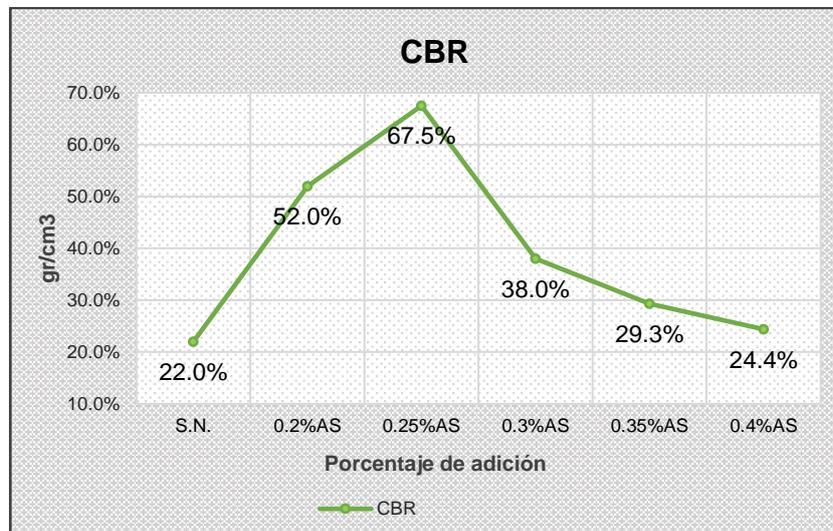
CBR adicionando cloruro de calcio

MUESTRAS	CBR	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	22.00%	22.0%	
0.2%AS	52.00%	52.0%	136.36%
0.25%AS	67.50%	67.5%	206.82%
0.3%AS	38.00%	38.0%	72.73%
0.35%AS	29.30%	29.3%	33.18%
0.4%AS	24.40%	24.4%	10.91%

Nota. Fuente propia

Figura 41

CBR adicionando cloruro de calcio



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 25 y la figura N° 42, se muestra el CBR de la muestra de suelo natural y las muestras con distintas dosificaciones de cloruro de calcio de 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35% y 0.4% donde se obtuvo 22%, 52%, 67.5%, 38%, 29.3% y 24.4% respectivamente.

4.1.6. Prueba de hipótesis

HE2: El aceite sulfonado influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

4.1.7. Índice de plasticidad adicionado aceite sulfonado

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: las medias de los grupos son iguales por lo que no existe influencia

H_a: al menos una de las medias es diferente por lo que sí existe influencia

b) Significancia

La confianza con la cual se trabajará es del 95% con un error del 5%, por tanto, el valor de significancia será de 0.05

c) Prueba estadística para hallar el p-valor

La prueba estadística que utilizaremos será el ANOVA de un factor debido a que la cantidad de nuestros grupos es mayor a 2, y cada grupo analizado cumple el supuesto de normalidad.

Tabla 27

Prueba de análisis de varianza ANOVA

Índice de plasticidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	48,000	5	9,600	923,823	,000
Dentro de grupos	,125	12	,010		
Total	48,125	17			

Nota. Datos del programa SPSS.

Tabla 28

Prueba de Tukey

(I) Aceite sulfonado	(J) Aceite sulfonado	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%AS	0.2%AS	2,00000*	,000
	0.25%AS	3,00000*	,000
	0.3%AS	4,00500*	,000
	0.35%AS	3,99000*	,000
	0.4%AS	5,00000*	,000
0.2%AS	0%AS	-2,00000*	,000
	0.25%AS	1,00000*	,000
	0.3%AS	2,00500*	,000
	0.35%AS	1,99000*	,000
0.25%AS	0.4%AS	3,00000*	,000
	0%AS	-3,00000*	,000
	0.2%AS	-1,00000*	,000
	0.3%AS	1,00500*	,000
	0.35%AS	,99000*	,000
	0.4%AS	2,00000*	,000

	0%AS	-4,00500*	,000
	0.2%AS	-2,00500*	,000
0.3%AS	0.25%AS	-1,00500*	,000
	0.35%AS	-,01500	1,000
	0.4%AS	,99500*	,000
	0%AS	-3,99000*	,000
	0.2%AS	-1,99000*	,000
0.35%AS	0.25%AS	-,99000*	,000
	0.3%AS	,01500	1,000
	0.4%AS	1,01000*	,000
	0%AS	-5,00000*	,000
	0.2%AS	-3,00000*	,000
0.4%AS	0.25%AS	-2,00000*	,000
	0.3%AS	-,99500*	,000
	0.35%AS	-1,01000*	,000

Nota. Datos del programa SPSS

d) Regla de decisión

P-valor < 0.05, se aceptará la hipótesis alterna

P-valor > 0.05, rechazamos la alterna y aceptamos la nula

e) Decisión y conclusión

En la Tabla 26, se presenta el análisis de varianza ANOVA de un factor, el cual tiene un p-valor de 0.000 siendo esta inferior a la significancia 0.05, por lo tanto, la hipótesis alterna es aceptada lo que indica que los promedios son distintos por lo que existe influencia en el índice de plasticidad al agregar aceite sulfonado.

En la Tabla 27, presentamos la prueba de Tukey el cual nos menciona que medias son distintas con respecto al suelo patrón, con la combinación de 0.4% de aceite sulfonado tenemos una media de 5.0 el cual es mayor al resto de dosificaciones, es decir que adicionando el 0.4% tenemos una mejor influencia considerándose la dosificación óptima respecto a la muestra patrón.

4.1.8. CBR adicionado aceite sulfonado

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: las medias de los grupos son iguales por lo que no existe influencia

H_a: al menos una de las medias es diferente por lo que sí existe influencia

b) Significancia

El nivel de confianza con el que trabajaremos es de 95% con un error del 5%, por tanto, el valor de significancia será de 0.05

c) Prueba estadística para hallar el p-valor

La prueba estadística que utilizaremos será el ANOVA de un factor debido a que la cantidad de nuestros grupos es mayor a 2, y cada grupo analizado cumple el supuesto de normalidad.

Tabla 29

Prueba de análisis de varianza ANOVA

CBR	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4676,729	5	935,346	191,068	,000
Dentro de grupos	58,744	12	4,895		
Total	4735,473	17			

Nota. Datos del programa SPSS

Tabla 30

Prueba de Tukey

(I) Aceite sulfonado	(J) Aceite sulfonado	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%AS	0.2%AS	-30,00000*	,000
	0.25%AS	-45,50000*	,000
	0.3%AS	-13,79250*	,000
	0.35%AS	-7,36500*	,031
	0.4%AS	-2,40000	,765

	0%AS	30,00000*	,000
	0.25%AS	-15,50000*	,000
0.2%AS	0.3%AS	16,20750*	,000
	0.35%AS	22,63500*	,000
	0.4%AS	27,60000*	,000
	0%AS	45,50000*	,000
	0.2%AS	15,50000*	,000
0.25%AS	0.3%AS	31,70750*	,000
	0.35%AS	38,13500*	,000
	0.4%AS	43,10000*	,000
	0%AS	13,79250*	,000
	0.2%AS	-16,20750*	,000
0.3%AS	0.25%AS	-31,70750*	,000
	0.35%AS	6,42750	,050
	0.4%AS	11,39250*	,000
	0%AS	7,36500*	,031
	0.2%AS	-22,63500*	,000
0.35%AS	0.25%AS	-38,13500*	,000
	0.3%AS	-6,42750	,050
	0.4%AS	4,96500	,211
	0%AS	2,40000	,765
	0.2%AS	-27,60000*	,000
0.4%AS	0.25%AS	-43,10000*	,000
	0.3%AS	-11,39250*	,000
	0.35%AS	-4,96500	,211

Nota. Datos del programa SPSS

d) Regla de decisión

P-valor < 0.05, se aceptará la hipótesis alterna

P-valor > 0.05, rechazamos la alterna y aceptamos la nula

e) Decisión y conclusión

En la Tabla 28 se presenta el análisis de varianza ANOVA de un factor, el cual tiene un p-valor de 0.000, siendo esta inferior a la significancia 0.05, por lo tanto, la hipótesis

alterna es aceptada lo que indica que los promedios son distintos por se puede mencionar que hay una influencia en la capacidad de soporte al agregar aceite sulfonado.

En la Tabla 29 de muestra la prueba de Tukey el cual nos menciona que medias son distintas respecto al suelo patrón, con la acción del 0.25% de aceite sulfonado tenemos una media de -45.50 el cual es mayor al resto de dosificaciones, es decir que adicionando el 0.25% tenemos una mejor influencia considerándose la dosificación óptima respecto a la muestra patrón.

4.1.9. Propiedades físicas y mecánicas de las combinaciones

Determinar la incidencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

Tabla 31

Límites de consistencia de la combinación factorial

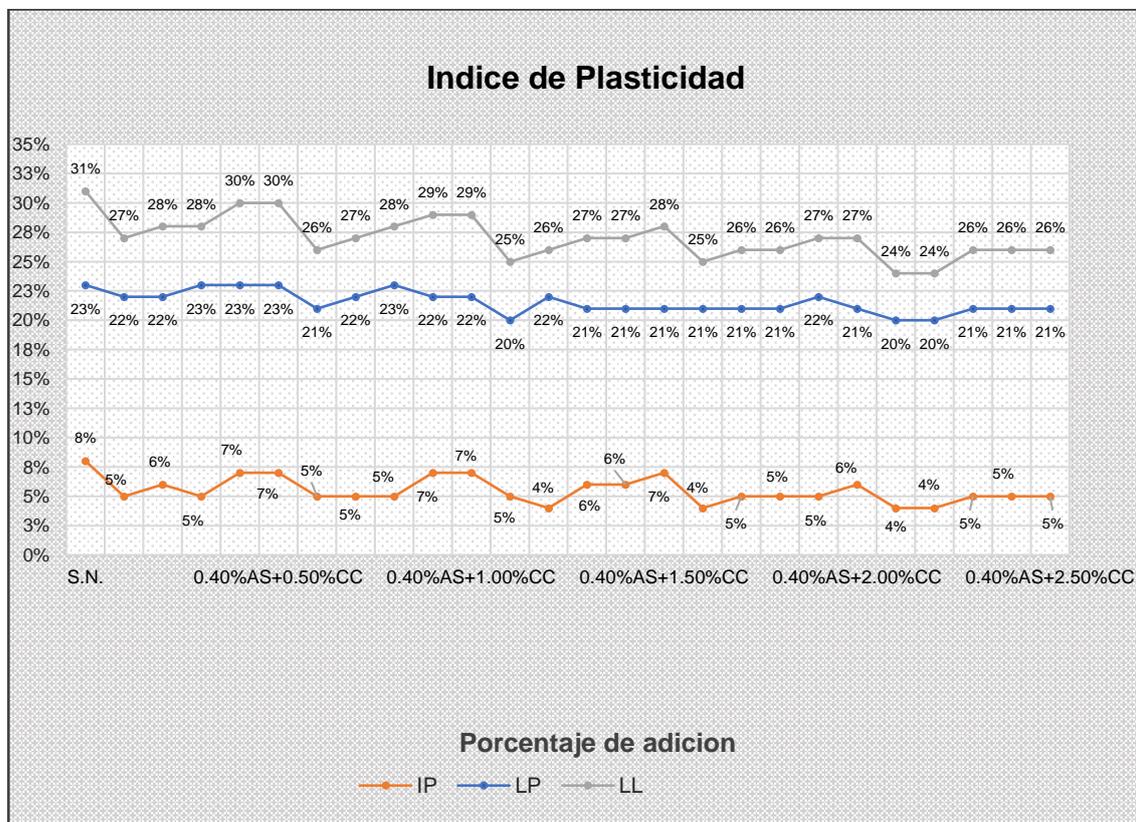
MUESTRAS	LL	LP	IP
S.N.	31%	23%	8%
0.20%AS+0.50%CC	27%	22%	5%
0.25%AS+0.50%CC	28%	22%	6%
0.30%AS+0.50%CC	28%	23%	5%
0.35%AS+0.50%CC	30%	23%	7%
0.40%AS+0.50%CC	30%	23%	7%
0.20%as+1.00%CC	26%	21%	5%
0.25%AS+1.00%CC	27%	22%	5%
0.30%AS+1.00%CC	28%	23%	5%
0.35%AS+1.00%CC	29%	22%	7%
0.40%AS+1.00%CC	29%	22%	7%
0.20%AS+1.50%CC	25%	20%	5%
0.25%AS+1.50%CC	26%	22%	4%

0.30%AS+1.50%CC	27%	21%	6%
0.35%AS+1.50%CC	27%	21%	6%
0.40%AS+1.50%CC	28%	21%	7%
0.20%AS+2.00%CC	25%	21%	4%
0.25%AS+2.00%CC	26%	21%	5%
0.30%AS+2.00%CC	26%	21%	5%
0.35%AS+2.00%CC	27%	22%	5%
0.40%AS+2.00%CC	27%	21%	6%
0.20%AS+2.50%CC	24%	20%	4%
0.25%AS+2.50%CC	24%	20%	4%
0.30%AS+2.50%CC	26%	21%	5%
0.35%AS+2.50%CC	26%	21%	5%
0.40%AS+2.50%CC	26%	21%	5%

Nota. Fuente propia

Figura 42

Gráfico de límites de consistencia de la combinación factorial



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 43 y la figura N° 30, se presentan los índices de plasticidad de la muestra patrón de suelo y las muestras con la combinación factorial distintas dosificaciones de Aceite Sulfonado y cloruro de calcio donde para las cuatro dosificaciones óptimas de 0.25%AS+1.5%CC, 0.20%AS+2.00%CC, 0.20%AS+2.50%CC y 0.25%AS+2.50%CC donde se obtuvo una disminución de 4% con respecto al suelo patrón.

Tabla 32

Máxima Densidad Seca de la combinación

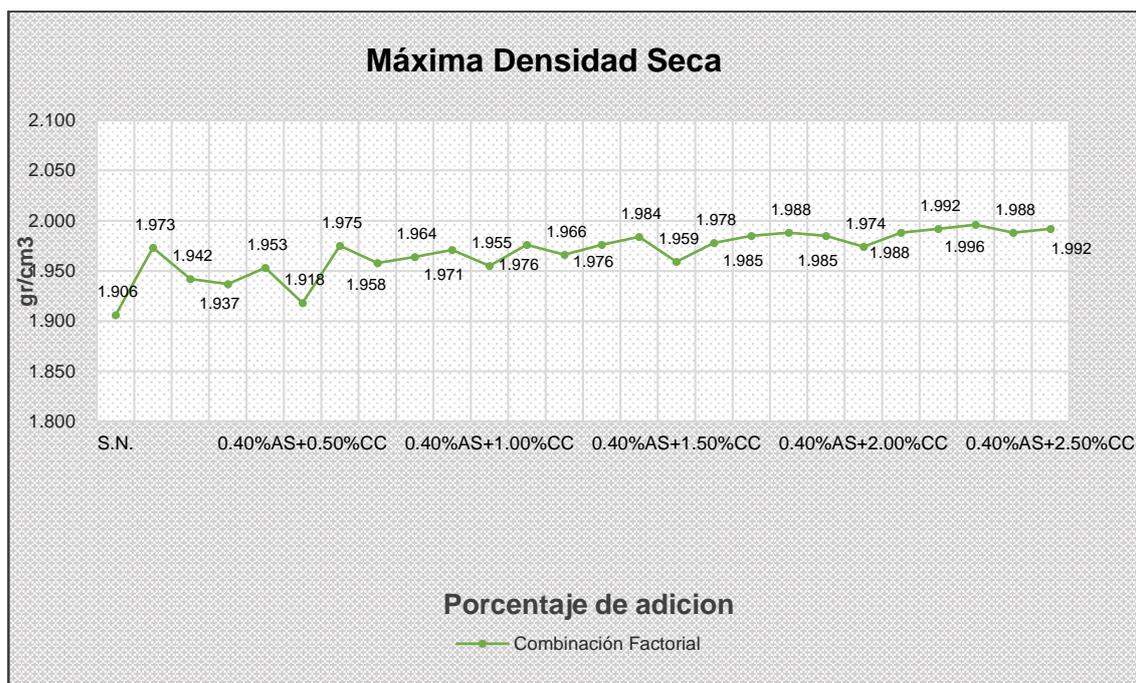
MUESTRAS	PROMEDIO MDS	% VARIACIÓN
S.N.	1.906	
0.20%AS+0.50%CC	1.973	3.52%
0.25%AS+0.50%CC	1.942	1.89%
0.30%AS+0.50%CC	1.937	1.63%
0.35%AS+0.50%CC	1.953	2.47%
0.40%AS+0.50%CC	1.918	0.63%
0.20%as+1.00%CC	1.975	3.62%
0.25%AS+1.00%CC	1.958	2.73%
0.30%AS+1.00%CC	1.964	3.04%
0.35%AS+1.00%CC	1.971	3.41%
0.40%AS+1.00%CC	1.955	2.57%
0.20%AS+1.50%CC	1.976	3.67%
0.25%AS+1.50%CC	1.966	3.15%
0.30%AS+1.50%CC	1.976	3.67%
0.35%AS+1.50%CC	1.984	4.09%
0.40%AS+1.50%CC	1.959	2.78%
0.20%AS+2.00%CC	1.978	3.78%
0.25%AS+2.00%CC	1.985	4.14%
0.30%AS+2.00%CC	1.988	4.30%
0.35%AS+2.00%CC	1.985	4.14%
0.40%AS+2.00%CC	1.974	3.57%
0.20%AS+2.50%CC	1.988	4.30%
0.25%AS+2.50%CC	1.992	4.51%
0.30%AS+2.50%CC	1.996	4.72%

0.35%AS+2.50%CC	1.988	4.30%
0.40%AS+2.50%CC	1.992	4.51%

Nota. Fuente propia

Figura 43

Gráfico de Máxima Densidad Seca de la combinación factorial



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 31 y la figura N° 44, se muestra la máxima densidad seca de la muestra de suelo natural y las muestras con la combinación factorial distintas dosificaciones de Aceite Sulfonado y cloruro de calcio donde 0.30%AS+2.50%CC fue la dosificación óptima con 1.996 gr/cm³, esta tuvo un incremento de 4.72% con respecto a la muestra patrón.

Tabla 33

CBR

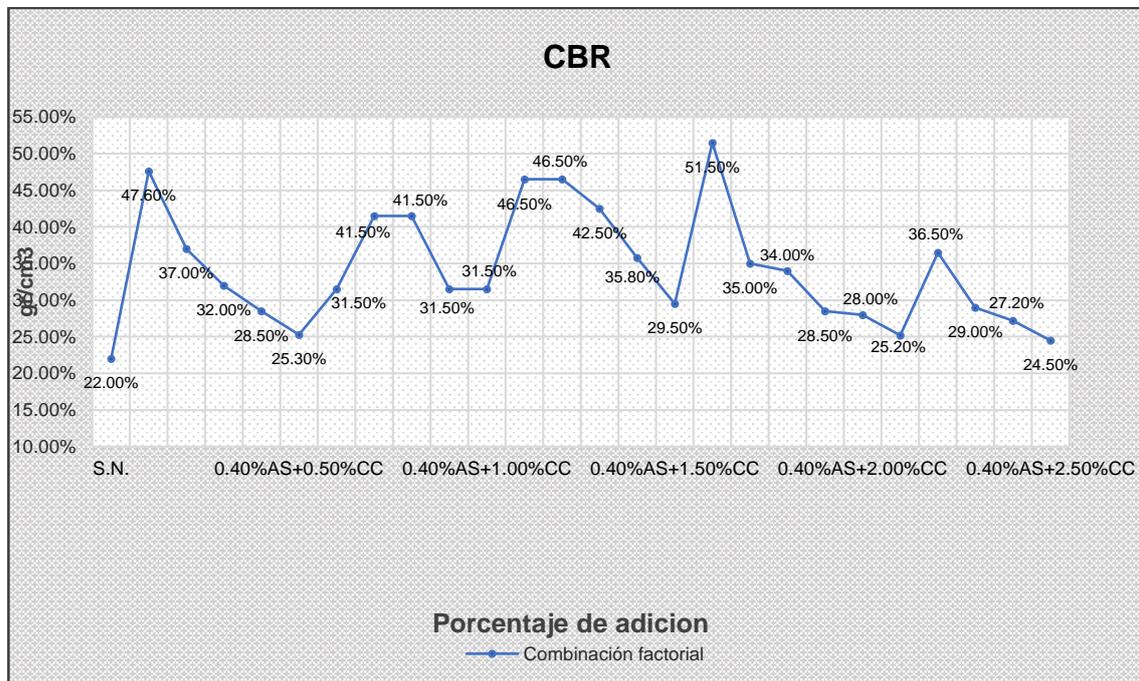
MUESTRAS	CBR	PROMEDIO	% VARIACIÓN
S.N.	22.00%	22.00%	
0.20%AS+0.50%CC	47.60%	47.60%	116.36%
0.25%AS+0.50%CC	37.00%	37.00%	68.18%
0.30%AS+0.50%CC	32.00%	32.00%	45.45%

0.35%AS+0.50%CC	28.50%	28.50%	29.55%
0.40%AS+0.50%CC	25.30%	25.30%	15.00%
0.20%as+1.00%CC	31.50%	31.50%	43.18%
0.25%AS+1.00%CC	41.50%	41.50%	88.64%
0.30%AS+1.00%CC	41.50%	41.50%	88.64%
0.35%AS+1.00%CC	31.50%	31.50%	43.18%
0.40%AS+1.00%CC	31.50%	31.50%	43.18%
0.20%AS+1.50%CC	46.50%	46.50%	111.36%
0.25%AS+1.50%CC	46.50%	46.50%	111.36%
0.30%AS+1.50%CC	42.50%	42.50%	93.18%
0.35%AS+1.50%CC	35.80%	35.80%	62.73%
0.40%AS+1.50%CC	29.50%	29.50%	34.09%
0.20%AS+2.00%CC	51.50%	51.50%	134.09%
0.25%AS+2.00%CC	35.00%	35.00%	59.09%
0.30%AS+2.00%CC	34.00%	34.00%	54.55%
0.35%AS+2.00%CC	28.50%	28.50%	29.55%
0.40%AS+2.00%CC	28.00%	28.00%	27.27%
0.20%AS+2.50%CC	25.20%	25.20%	14.55%
0.25%AS+2.50%CC	36.50%	36.50%	65.91%
0.30%AS+2.50%CC	29.00%	29.00%	31.82%
0.35%AS+2.50%CC	27.20%	27.20%	23.64%
0.40%AS+2.50%CC	24.50%	24.50%	11.36%

Nota. Fuente propia

Figura 44

CBR



Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 32 y la figura N° 45, se muestra el CBR de la muestra de suelo natural y las muestras con la combinación factorial distintas dosificaciones de Aceite Sulfonado y cloruro de calcio donde las combinaciones mayores al 40% son 0.20%AS+0.5%CC, 0.25%AS+1%CC, 0.30%AS+1%CC, 0.20%AS+1.5%CC, 0.25%AS+1.5%CC, 0.30%AS+1.5%CC y 0.20%AS+2%CC de donde se obtuvo los siguientes porcentajes de 47.60%, 41.50%, 41.50%, 46.50%, 46.50%, 42.50% y 51.50% respectivamente.

4.1.10. Prueba de hipótesis

HE3: El cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados influyen positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

4.1.11. Índice de plasticidad adicionado cloruro de calcio y aceite sulfonado

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: las medias de los grupos son iguales por lo que no existe influencia

H_a: al menos una de las medias es diferente por lo que sí existe influencia

b) Significancia

El nivel de confianza con el que trabajaremos es de 95% con un error del 5%, por tanto, el valor de significancia será de 0.05

c) Prueba estadística para hallar el p-valor

La prueba estadística que utilizaremos será el ANOVA de un factor debido a que la cantidad de nuestros grupos es mayor a 2, y cada grupo analizado cumple el supuesto de normalidad.

Tabla 34

Prueba de análisis de varianza ANOVA

Índice de plasticidad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91,500	25	3,660	598,867	,000
Dentro de grupos	,318	52	,006		
Total	91,818	77			

Nota. Datos del programa SPSS.

Tabla 35

Prueba de Tukey

(I) Cloruro de calcio y Aceite sulfonado	(J) Cloruro de calcio y Aceite sulfonado	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%AS+0%CC	0.2%AS+0.5%CC	3,00000*	,000
	0.25%AS+0.5%CC	2,00000*	,000
	0.3%AS+0.5%CC	3,00000*	,000
	0.35%AS+0.5%CC	1,00000*	,000
	0.4%AS+0.5%CC	1,00000*	,000
	0.2%AS+1%CC	3,00000*	,000
	0.25%AS+1%CC	3,00000*	,000
	0.3%AS+1%CC	3,00000*	,000

0.35%AS+1%CC	1,00000*	,000
0.4%AS+1%CC	1,00000*	,000
0.2%AS+1.5%CC	3,00000*	,000
0.25%AS+1.5%CC	4,00000*	,000
0.3%AS+1.5%CC	2,00000*	,000
0.35%AS+1.5%CC	2,00000*	,000
0.4%AS+1.5%CC	1,00000*	,000
0.2%AS+2%CC	4,00000*	,000
0.25%AS+2%CC	3,00000*	,000
0.3%AS+2%CC	3,00000*	,000
0.35%AS+2%CC	3,00000*	,000
0.4%AS+2%CC	2,00000*	,000
0.2%AS+2.5%CC	4,00000*	,000
0.25%AS+2.5%CC	4,00000*	,000
0.3%AS+2.5%CC	3,00000*	,000
0.35%AS+2.5%CC	3,00000*	,000
0.4%AS+2.5%CC	3,00000*	,000

Nota. Datos del programa SPSS

d) Regla de decisión

P-valor < 0.05, se aceptará la hipótesis alterna

P-valor > 0.05, rechazamos la alterna y aceptamos la nula

e) Decisión y conclusión

En la Tabla 33, se presenta el análisis de varianza ANOVA de un factor, el cual tiene un p-valor de 0.000, sienta esta inferior a la significancia 0.05, por lo tanto, la hipótesis alterna es aceptada lo que indica que los promedios son distintos por lo que existe se puede indicar que influye en el índice de plasticidad el agregar cloruro de calcio y aceite sulfonado.

En la Tabla 34, presentamos la prueba de Tukey que nos menciona que medias son distintas respecto al suelo patrón, con las combinaciones de 0.25%AS+1.5%CC, 0.2%AS+2%CC, 0.2%AS+2.5%CC y 0.25%AS+2.5%CC tenemos una media de 4.00 el

cual es mayor al resto de dosificaciones, es decir que adicionando esas dosificaciones tenemos una mejor influencia considerándose las dosificaciones óptimas respecto a la muestra patrón.

4.1.12. CBR adicionado cloruro de calcio y aceite sulfonado

a) Planteamiento de la hipótesis estadística

H₀: las medias de los grupos son iguales por lo que no existe influencia

H_a: al menos una de las medias es diferente por lo que sí existe influencia

b) Significancia

El nivel de confianza con el que trabajaremos es de 95% con un error del 5%, por tanto, el valor de significancia será de 0.05

c) Prueba estadística para hallar el p-valor

La prueba estadística que utilizaremos será el ANOVA ya que la cantidad de nuestros grupos es mayor a 2, y cada grupo analizado cumple el supuesto de normalidad.

Tabla 36

Prueba de análisis de varianza ANOVA

CBR	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	4813,917	25	192,557	25297,995	,000
Dentro de grupos	,396	52	,008		
Total	4814,312	77			

Nota. Datos del programa SPSS.

Tabla 37*Prueba de Tukey*

(I) Cloruro de calcio y Aceite sulfonado	(J) Cloruro de calcio y Aceite sulfonado	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%AS+0%CC	0.2%AS+0.5%CC	-25,60000*	,000
	0.25%AS+0.5%CC	-15,00000*	,000
	0.3%AS+0.5%CC	-10,00000*	,000
	0.35%AS+0.5%CC	-6,50000*	,000
	0.4%AS+0.5%CC	-3,30000*	,000
	0.2%AS+1%CC	-9,50000*	,000
	0.25%AS+1%CC	-19,50000*	,000
	0.3%AS+1%CC	-19,50000*	,000
	0.35%AS+1%CC	-9,50000*	,000
	0.4%AS+1%CC	-9,50000*	,000
	0.2%AS+1.5%CC	-24,50000*	,000
	0.25%AS+1.5%CC	-24,50000*	,000
	0.3%AS+1.5%CC	-20,50000*	,000
	0.35%AS+1.5%CC	-13,80000*	,000
	0.4%AS+1.5%CC	-7,50000*	,000
	0.2%AS+2%CC	-29,50000*	,000
	0.25%AS+2%CC	-13,00000*	,000
	0.3%AS+2%CC	-12,00000*	,000
	0.35%AS+2%CC	-6,50000*	,000
	0.4%AS+2%CC	-6,00000*	,000
	0.2%AS+2.5%CC	-3,20000*	,000
	0.25%AS+2.5%CC	-14,50000*	,000
	0.3%AS+2.5%CC	-7,00000*	,000
	0.35%AS+2.5%CC	-5,20000*	,000
0.4%AS+2.5%CC	-2,50000*	,000	

Nota. Datos del programa SPSS

d) Regla de decisión

P-valor < 0.05, se aceptará la hipótesis alterna

P-valor > 0.05, rechazamos la alterna y aceptamos la nula

e) Decisión y conclusión

En la Tabla 35, podemos observar los datos resultantes de la prueba de ANOVA, el cual presenta un p-valor de 0.000, siendo esta inferior a la significancia 0.05, por lo tanto, la hipótesis alterna es aceptada donde se indica que los promedios son distintos, indicándonos que las adiciones influyen en el CBR.

En la Tabla 36, presentamos la prueba de Tukey el cual nos menciona que medias son distintas respecto a la muestra patrón, con la dosificación del 0.2%AS+2%CC tenemos una media de -29.500 el cual es mayor al resto de dosificaciones, es decir que adicionando esas dosificaciones tenemos una mejor influencia considerándose la dosificación óptima respecto a la muestra patrón.

4.2. Discusión de resultados

Discusión 1

Determinar la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

Adicionando Cloruro de calcio en cantidades de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% el índice de plasticidad disminuyó en un 50%, 50%, 50%, 4%, 62.5% y 37.5%, el óptimo contenido de humedad disminuyó en un 8.87%, 16.94%, 27.42%, 19.35% y 14.52%, la máxima densidad seca incrementó en 1.73%, 3.15%, 3.15%, 2.20% y 1.36% y el CBR tuvo un incremento de 147.83%, 95.65%, 121.74%, 50% y 26.09% respectivamente.

Calata y Mamani (2020) adicionaron cloruro de calcio al 0.50% donde el IP redujo en un 2.20 %, la densidad máxima seca incrementó un 0.03 *gr/cm³*, el contenido de humedad disminuyó en un 0.29%, el CBR logró incrementar en un 28.20%, disminuyó la cohesión a un 0.22 *kg/cm²*, el ángulo de fricción aumento en 7.93°, la resistir del suelo a ser congelado ensayado a compresión simple disminuyó en 2.21 *kg/cm²*.

Con los resultados obtenidos adicionando cloruro de calcio en el porcentaje de 0.5% disminuyó el índice de plasticidad en un 50%, la máxima densidad seca y el CBR incrementaron en 1.73% y 147.83%, al igual que los resultados de los autores Callata y Mamani quienes adicionando el porcentaje óptimo de cloruro de calcio en un 0.50% logro reducir el IP a 2.20%, incrementando la máxima densidad seca y el CBR en un 0.03% y 28.20% respectivamente.

Discusión 2

Determinar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

Adicionando Aceite Sulfonado en porcentajes de 0.2%, 0.25%, 0.3%, 0.35% y 0.4% el índice de plasticidad disminuyó en un 25%, 37.5%, 50%, 50% y 62.5%, el óptimo contenido de humedad disminuyó en un 5.65%, 4.03%, 0.81%, 4.19% y 5.65%, la máxima densidad seca incremento en 0.0%, 0.16%, 0.58%, 0.79% y 1.47% respectivamente, de la misma forma el CBR incrementó en un 119.57%, 64.04%, 26.09%, 17.39% y 0.87% respectivamente.

Gamarra y León (2021) aplicaron aceite sulfonado de 0.071lt/m³ + 2.5% de cemento con el cual incrementó la máxima densidad seca (MDS) a 2.126gr/cm³, disminuyó el OCH a 9%, así mismo el índice CBR se elevó desde 47.3% hasta 136.3% sobre el valor original.

Con los datos obtenidos como resultado en la investigación aplicando aceite sulfonado en porcentaje de 0.2% el IP disminuyó en 25%, la MDS mantuvo su valor del suelo patrón y el CBR incrementó en un 119.57%, a diferencia de los autores Gamarra y León quienes aplicando aceite sulfonado y cemento en un porcentaje diferente incrementaron sus valores naturales de la MDS y el CBR de manera significativa.

Discusión 3

Determinar la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.

Con la combinación factorial de 0.20%AS+2.00%CC como dosificación óptima se obtuvo que el IP disminuyó en un 4%, la MDS incrementó en un 3.78% y de la misma forma el CBR sometido a ciclos de congelamiento tuvo un incremento en un 134.09% con relación a la muestra natural.

Según Chalco (2021), en su investigación obtuvo los siguientes resultados, se muestran una reducción del IP de 21% a 12% con una combinación de 0.008 Lt. de CON-AID + 9.1% de cemento, un aumento de la MDS de 1.60 hasta 1.65 gr/cm³, un incremento del CBR de 9.2% a 16.6% y una resistencia al congelamiento de 64.80 lb/pulg a -7°C, todo ellos logrado con una combinación de 0.008 Lt. de CON-AID + 9.1% de cemento y en comparación con el material del suelo patrón.

Con la combinación factorial de 0.20% de aceite sulfonado y 2% de cloruro de calcio con los cuales el IP disminuyó en un 4%, la máxima densidad seca y el CBR incrementó en un 3.78% y 89.13%, a diferencia del investigador Chalco quien adicionó 0.008lt de CON – AID + 9% de cemento con el cual el IP decreció, la MDS y el CBR incrementaron.

CONCLUSIONES

C1: Con los datos obtenidos como resultado, se llega a la conclusión de que incorporando cloruro de calcio en el afirmado de la vía en un porcentaje de 1% como dosificación óptima influye significativamente reduciendo el índice de plasticidad hasta en un 0.5%, incrementando la máxima densidad seca en un 1.73% y la capacidad de soporte CBR sometida a ciclos de congelamiento en un 202.27%, con la adición de este porcentaje se cumple con los requerimientos del MTC donde el IP debe de entre 4 – 9 y el CBR es mayor al min de 40% recomendado.

C2: En función a los datos obtenidos, se concluye que aplicar aceite sulfonado en las muestras del afirmado de la vía en un porcentaje de 0.25% como dosificación óptima, este disminuye significativamente el índice de plasticidad en un 37.5%, la máxima densidad seca incrementó en un 0.16%, el CBR sometido a ciclos de congelamiento incrementó en un 206.82% esta dosificación cumple con los requerimientos del MTC donde el IP debe de entre 4 – 9 y el CBR es mayor al 40%.

C3: De acuerdo con los resultados obtenidos, se llega a la conclusión de que adicionando un 0.2% de aceite sulfonado y 2% de cloruro de calcio en las muestras de afirmado de la vía en estudio el índice de plasticidad disminuyó en un 4%, la MDS pudo incrementar hasta en un 3.78% y el CBR sometido a ciclos de congelamiento incrementó en un 134.09%, esta dosificación cumple con los requerimientos del MTC donde el IP debe de entre 4 – 9 y el CBR es mayor al min 40% recomendado.

RECOMENDACIONES

Es recomendable usar el cloruro de calcio en un porcentaje de 0.5% como porcentaje máximo, ya que adicionando ese porcentaje las muestras para afirmado logran mejorar sus propiedades tanto físicas y mecánicas, si se adiciona en porcentajes mayores al 0.5% la capacidad de soporte disminuye.

Es recomendable usar el aditivo de aceite sulfonado en el porcentaje de 0.25% como máximo ya que resultó ser muy influyente en las propiedades de las muestras para afirmado, así mismo sometido a ciclos de congelamiento su capacidad de soporte no disminuye, pero si se adiciona un porcentaje mayor al recomendado la capacidad del soporte del afirmado disminuye.

Se recomienda el uso de la combinación factorial del aditivo de aceite sulfonado en el porcentaje de 0.2% y el cloruro de calcio en porcentaje de 2% por su influencia significativa en las propiedades de las muestras para afirmado, así mismo sometido a ciclos de congelamiento este mantiene una estabilidad volumétrica.

Se recomienda el uso del aceite sulfonado y el cloruro de calcio en los porcentajes recomendados para la estabilización de afirmados a distintas condiciones ambientales en la región la Región Puno por su clima con temperaturas por debajo de 0°C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Efecto del contenido de humedad sobre el comportamiento mecánico y de daño del loess congelado bajo condiciones triaxiales junto con diferentes presiones de confinamiento.* **Xu, Xiangtian , et al.** China : Ciencia y Tecnología de Regiones Frías, 2019, Vol. 157, pp. 110-118.
2. *Estudio de características mecánicas y microestructura de suelos salinos estabilizados con cal viva después del ciclo de curado y hielo-deshielo.* **Nan, Jiyun , et al.** China : s.n., 2022, Vol. 201.
3. *Comprehensive in-situ freeze-thaw monitoring under a granular-surfaced road system.* **Genc, Derya, et al.** s.l. : ELSERVIER, 2022, Transportation Geotechnics, Vol. 34. ISSN 2214-3912.
4. *Pavement damage behaviour of urban roads in seasonally frozen saline ground regions.* **Yang, Baocun, et al.** s.l. : ELSERVIER, 2020, Cold Regions Science and Technology, Vol. 174. ISSN 0165-232X.
5. **MTC.** Estadística - Infraestructura de Transportes - Infraestructura Vial. [Online] 2022. <http://bitly.ws/AYQW>.
6. **CONSTRUIR.** Carreteras estancadas: ¿cuántos años tomará pavimentar la red vial tras terrible 2022? Perú : s.n., 2023.
7. **Mendoza, Juan.** El efecto del cambio climático en los pavimentos carreteros. Mexico : s.n., 2018.
8. *Funcionalidad del aditivo sólido rocatech 70/30 como aglomerante para una base estabilizada con la tecnología proes en el proyecto Real Vial N°3 - Cusco.* **Leon Fierro, K. J.** Huancayo : s.n., 2016.
9. **SENAMHI.** Heladas y Friajes. 2021.
10. **Gobierno Regional de Puno.** *Marco general de la Gestión del Riesgo de Desastres 2016 - 2021.* Puno : Gobierno Regional de Puno.

11. **Lalangue Cordova , O. E.** *Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado para la carretera departamental Ruta PI- 114 Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00 Talara – Piura, 2019.* Universidad César Vallejo. Piura : UCV, 2019. Pregrado.

12. **Gamarra Chuquicusma, Hernan Rafael and León Oballe, María Isabel.** *Uso del aceite sulfonado y cemento en suelos de afirmado para analizar la capacidad de soporte, Socchabamba, Ayabaca 2021.* 2019.

13. *Influencia de los ciclos de congelacion-descongelacion y de la dosis de aglutinate en las propiedades de ingenieria de los suelos compuestos solidificados/estabilizados contaminados con plomo.* **Zhongping, Y., et al.** China : s.n., Revista Internacional de investigacion medioambiental y salud Pública.

14. *Comportamiento de arenas limosas reforzadas con solución acuosa de alcohol polivinílico sometidas a ciclos de hielo-deshielo.* **Jiankun, Artem, Kravchenkob, Ekaterina and Changb, Dan.** China : Ciencia y Tecnología de Regiones Frías, 2020, Vol. 174.

15. *Un aceite sulfonado para la estabilización de suelos expansivos.* **Soltani, A., et al.** 11, Australia : Revista internacional de ingeniería de pavimentos, 2019, Vol. 20, pp. 1285-1298.

16. **Díaz Cruz, L. F. and Páez Ruano, J. E.** *Influencia de la adición de aceite sulfonado en la respuesta dinámica a pequeñas deformaciones de un material granular arcilloso.* Universidad Santo Tomás. Bogotá : UST, 2019. Pregrado.

17. *Comparación de las alternativas de estabilización con cal, cemento, silicato de sodio y aceite sulfonado para vías terciarias con presencia de arcilla en la región de la Orinoquía.* **Álvarez Pizco, B. D., Rojas Ochoa, L. F. and Diaz Cruz, L. F.** Colombia : s.n., 2021.

18. *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas.* **Chavarry, Carlos, Figueroa, Rosario and Reynaga, Rossy.** 6, Lima : Polo del conocimiento, 2020, Vol. 5.

19. **Quispe, A. and Justo, E.** *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica.* s.l. : Ciencia medioambiental, 2019.

20. **Callata Callata, L. Y. and Mamani Toma, J. L.** *Influencia del aceite sulfonado y cloruro de calcio en la conformación de base granular a estado de congelamiento de las carreteras afirmadas.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno : UNA, 2020. Pregrado.

21. **Chalco Zarate, E. P.** *Estabilidad del suelo arcilloso a nivel subrasante con adición de componentes químicos y expuesto a helada de la carretera vecina Llalli - Puno 2021.* Universidad César Vallejo. Lima : UCV, 2021. Pregrado.

22. **Gamarra Chuquicusma, H. R and León Oballe, M. I.** *Uso del aceite sulfonado y cemento en suelos de afirmado para analizar la capacidad de soporte, Socchabamba, Ayabaca 2021.* Universidad César Vallejo. Piura : UCV, 2021. Pregrado.

23. *Determinación de la ecuación de fatiga para las mezclas recicladas en frío estabilizadas con cemento con materiales de desecho de la construcción de carreteras basadas en datos.* **Ren, J., et al.** 106765, s.l. : ELSERVIER, 2022, Revista internacional de fatiga, Vol. 158. ISSN 0142-1123.

24. **Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC.** *Manual de carreteras - Diseño Geométrico (DG-2018).* Lima : MTC, 2018.

25. **Gutiérrez Montes, C.** *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el peru y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio.* Universidad Ricardo Palma. Lima : URP, 2010.

26. **Roldán, Jairon.** *Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases.* Universidad de San Carlos de Guatemala . Guatemala : USAC, 2010.

27. **Díaz, Ricardo and Cardozo, Maymiguén.** *Diseño de pavimento a nivel de afirmado del camino vecinal SM-533 EMP.PE5N (puente tonchima)- EMP- SM-504 (sector shica) L=9+530 KM, en los distritos de habana y calzada, provincia de Moyobamba, región San Martín.* Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto. Tarapoto : UNSM, 2018.

28. **MTC.** manual de carreteras: diseño geométrico DG - 2018. 2018.

29. **Vega, Daniel.** *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000).* Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima : PUCP, 2018.

30. **Giordani, Diego and Leone, Diego.** Pavimentos. [Online] 2015.

31. **MTC.** Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima : s.n., 2014.

32. **Díaz, Sandy.** *La revaloración de la performance funcional y estructural de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén.* Universidad Nacional De Cajamarca. Jaén – Cajamarca : UCajamarca, 2018.

33. **Gamarra Chuquicusma, H. R. and León Oballe, M. I.** *Uso del aceite sulfonado y cemento en suelos de afirmado para analizar la capacidad de soporte, Socchabamba, Ayabaca 2021.* Universidad César Vallejo. s.l. : UCV, 2021. Pregrado.

34. **Ministerio de Economía y Finanzas - MEF.** *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública.* s.l. : MEF, 2015.

35. **Barreto, Jhon and Taco, Jhon .** *Estabilización de base granular con aceite sulfonado y cemento portland tipo I del camino Vecinal “Huasahuasi - Hacienda Calla”, Tarma - Junín, km 3+000 km 4+000.* Universidad Ricardo Palma. Lima : URP, 2021.

36. **Hernandez, Rodrigo and Giraldo, German.** *Análisis de la Capacidad de Soporte de Suelos Granulares Estabilizados con diferentes porcentajes de Cloruro de Calcio; ajustado a las solicitudes de la NSR-10.* Universidad Del Valle. Santiago De Cali : Univalle, 2017.

37. **ROMÁN , WILDE and SALDAÑA, ROMERO.** *Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma DG – 2018 a fin de optimizar costos.* UNIVERSIDAD RICARDO PALMA. Lima : URP, 2018.

38. **Gutiérrez, Marco.** *PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS.* UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Madrid : Politecnica, 2017.

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

40. **Valdez, Frank.** *el aceite sulfonado en la estabilización de la subrasante en el tramo quilcas – colpar de la provincia huancayo.* Huancayo : UPLA, 2022.

41. **Vialidad, Ministerio de Obras Públicas Dirección de.** *Política de Conservación Vial.* 2007.

42. **Gutiérrez, Roy and Quispetupa, Daniela.** *Tratamiento con estabilizadores para mejorar el desempeño del afirmado de la ruta AP-830 (km 0+000-km 12+000), distrito Circa-Apurímac, 2017.* Universidad Tecnológica De Los Andes. Abancay-Apurímac-Perú : UTEA, 2019.

43. **MENÉNDEZ, JOSÉ.** *Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas – Manual técnico, Lima – Perú . 2003.*

44. **PONCE, DAISY.** *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la uso del cloruro de calcio para estabilización de la Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica.* Universidad Nacional De Huancavelica. HUANCAMELICA : UNH, 2018.

45. **MARTIN, Ruth and MORALES, Tatiana.** *Análisis comparativo entre los aditivos oxido de calcio y cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de suelos arcillosos – Huánuco 2019.* Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco . Huanuco : UNheval, 2019.

46. **REATEGUI, FREDY.** *estabilización química de subrasantes de suelos arcillosos en carreteras no pavimentadas en selva baja. aplicación de aditivos Terrasil y Proes en vía de acceso “Moralillos”, Loreto, 2018.* Universidad Científica del Perú. San Juan Bautista - Loreto : UCP, 2020.

47. **Das, M.** *Fundamentals of Geotechnical Engineering.* 4th Edition. 2015.

48. *Estabilización de suelos y arcillas con aditivos a base de calcio y sin calcio: una revisión de vanguardia de desafíos, enfoques y técnicas.* **Behnood, A. A,** 2018, Transporte Geotecnia, Vol. 17, pp. 14 - 32.

49. *Diseño de pavimento vial de bajo volumen de suelo bajo plástico estabilizado utilizando geopolímero de cenizas volante.* **Turkane, S. and Chouksey, S.** 2022, Materailstoday: prodeeding.

50. *Revisión de productos de estabilización de base biológica actuales y futuros (enzimáticos y poliméricos) para materiales de construcción de carreteras.* **Ramdas, V., et al.** 2021, Transporte Geotecnia, Vol. 27.

51. *Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado.* **Camacho, J. and Reyes, O.** 2014.

52. **Tinedo, Jonathan and Sandoval, Joel.** *Estabilización de suelo con cemento portland con adición de aceite sulfonado en vías no pavimentadas en zonas rurales - Piura.* Universidad Cesar Vallejo. Piura : UCV, 2022.

53. **Cabrera, Lino and Oblitas, Juan.** *Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida pradera, urbanización la pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.* Lima : USMP, 2020.

54. **Tinedo, Jonathan and Sandoval, Joel.** *Estabilización de suelo con cemento portland con adición de aceite sulfonado en vías no pavimentadas en zonas rurales - Piura.* Piura : UCV, 2022.

55. *Efectos de la estabilización electroquímica de suelos finos.* **Páez, D.** 1, 2005, Revista Ingeniería UPTC, Vol. 18, pp. 83 - 96.

56. *A sulphonated oil for stabilisation of expansive soils.* **Soltani, Amin, et al.** 11, s.l. : Taylor & Francis Online, 2017, International Journal of Pavement Engineering, Vol. 20. ISSN: 1029-8436.

57. **PROESTECH.** *Ficha tecnica.* Colombia : s.n., 2017.

58. **Valdez, Frank.** *El aceite sulfonado en la estabilización de la subrasante en el tramo Quilcas – Colpar de la Provincia Huancayo.* Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : UPLA, 2022.

59. *Experimental study of salt hydrates for thermochemical seasonal heat storage.* **Ferchauf, C.** 2016, Technische Universiteit Eindhoven.

60. *Caracterización de materiales hospedantes porosos microencapsulados e impregnados a base de cloruro de calcio para el almacenamiento de energía termoquímica.* **Gaeini, M., et al.** 2018, Energía Aplicada, Vol. 212, pp. 1165 - 1177.

61. **Herráez, F. and Moreno, A.** *Ingeniería de Vías Agroforestales, Diseño,* España : s.n., 2019.

62. **Juarez, Eulalio and Rico, Alfonso.** *Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos.* Ciudad de México : LIMUSA, S. A, 1973.

63. **Ñaupari, Jordan.** *Propuesta de estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad analizado el cbr óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca utilizando cal al 2%, 4 y 6% y aceite sulfonado AL 1%, 2% Y 3%.* Lima Norte 2021. Universidad Peruana del Norte. Lima : UPN, 2021.

64. **VILLAR, ERNESTO and OBLITAS, JUAN.** *Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida Pradera, urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque.* Universidad San Martín de Porres. Lima : USMP, 2020.

65. **MTC.** Manual de ensayo de materiales. Lima : s.n., 2016.

66. **Palma, Miguel, Cervera, Miguel and Arenas, Einar** . *Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplén de la cantera ubicada en el kilómetro 7 vía Totumo*. Universidad Cooperativa De Colombia. Ibagué : UCC, 2017.

67. **Facil, Geotecnia**. El ensayo CBR de laboratorio: ¿Qué es? y ¿cuál es su procedimiento? [Online] 2022.

68. **Sampieri, H**. *Metodología de la investigación*. Colombia : GND, 2014.

69. **Murillo, W**. *La investigación científica*. 2008.

70. **HERNANDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos and BAPTISTA, Lucio**. "*Tesis y Metodología de la investigación*". 6ta. s.l. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.

71. **HERNÁNDEZ, Roberto**. *Metodología de la investigación*. Mexico : McGRAW-HILL, 2019.

72. **Pino, R**. "*Metodo de la investigación*". Lima-Perú : Editorial San Marcos, 2018.

73. **ARIAS, Fidias**. *El proyecto de investigación*. Caracas : Episteme, 2012. 980-07-8529-9.

74. **BENITO, Silvia**. *Nivel de autoestima en el proceso de aprendizaje de los niños de la sección celeste cinco años de I.E.I. "Jose G. Otero " de Tarma*, 2016. Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.

75. **PEERSMAN, Greet**. *Sinopsis: Métodos de recolección y análisis de datos en la evaluación de impacto*. Italia : Centro de Investigaciones Innocenti de UNICEF, 2014.

76. **LOPEZ, Raul**. *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*. Ecuador : Revista cubana de medicina militar, 2019.

ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento en la región Puno - 2022?	Evaluar la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022.	El cloruro de calcio y aceite sulfonado influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022.	V. Independiente	D1: Porcentaje de adición de Cloruro de Calcio D2: Porcentaje de adición de Aceite Sulfonado	0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5%. 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% y 0.5%	Tipo de Investigación Aplicada Nivel de Investigación Explicativo Diseño de investigación Experimental Gc (a): Y1 → X → Y2 Ge (a): Y3 → X' → Y4 Gc: Sin adición de CaCl ₂ ni AS Ge: con aplicación de CaCl ₂ ni AS
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				
¿Cuál es la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022?	Determinar la influencia del cloruro de calcio en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.	El cloruro de calcio influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022.	V1: Cloruro de Calcio y Aceite Sulfonado	D3: combinación factorial de cloruro de calcio y Aceite Sulfonado	0.5%-0.1%, 0.5%-0.3%, 0.5%-0.5%, 1.0%-0.2%, 1.0%-0.4%, 0.5%-0.1%, 1.5%-0.3%, 1.5%-0.5%, 2.0%-0.2%, 2.0%-0.4%, 2.5%-0.1%, 2.5%-0.3%, 2.5%-0.5%, 0.5%-0.2%, 0.5%-0.4%, 1.0%-0.1%, 1.0%-0.3%, 1.0%-0.5%, 1.5%-0.2%, 1.5%-0.4%, 2.0%-0.1%, 2.0%-0.3%, 2.0%-0.5%, 2.5%-0.2%, 2.5%-0.4%	Población Vías a nivel de afirmado de la región Puno Muestra Ruta Nacional PE-3SQ Km40+000, Lampa, Puno.
¿Cuál es la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022?	Determinar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.	El aceite sulfonado influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado en una vía en estado de congelamiento en la región Puno – 2022.		D4: Estado de Congelamiento	Temperatura (Congelamiento)	Técnicas Recolección de datos preliminares Obtención de materiales a incorporar Recolección de muestras Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados
¿Cuál es la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022?	Determinar la influencia del cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.	El cloruro de calcio y aceite sulfonado combinados influyen positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del afirmado de una vía en estado de congelamiento de la ruta nacional PE-3SQ de la región de Puno – 2022.	V. Dependiente V3: Propiedades físicas y mecánicas del afirmado	D1: Propiedades físicas D2: Propiedades mecánicas	Índice de plasticidad Proctor modificado CBR	Instrumentos Fichas de recolección de datos Cotización y obtención de materiales Formatos de campo Herramientas de recolección de muestras Equipos y herramientas de laboratorio Software de análisis e interpretación de resultados

Anexo B. Ensayos de laboratorio: Suelo Patrón

(no tratada)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

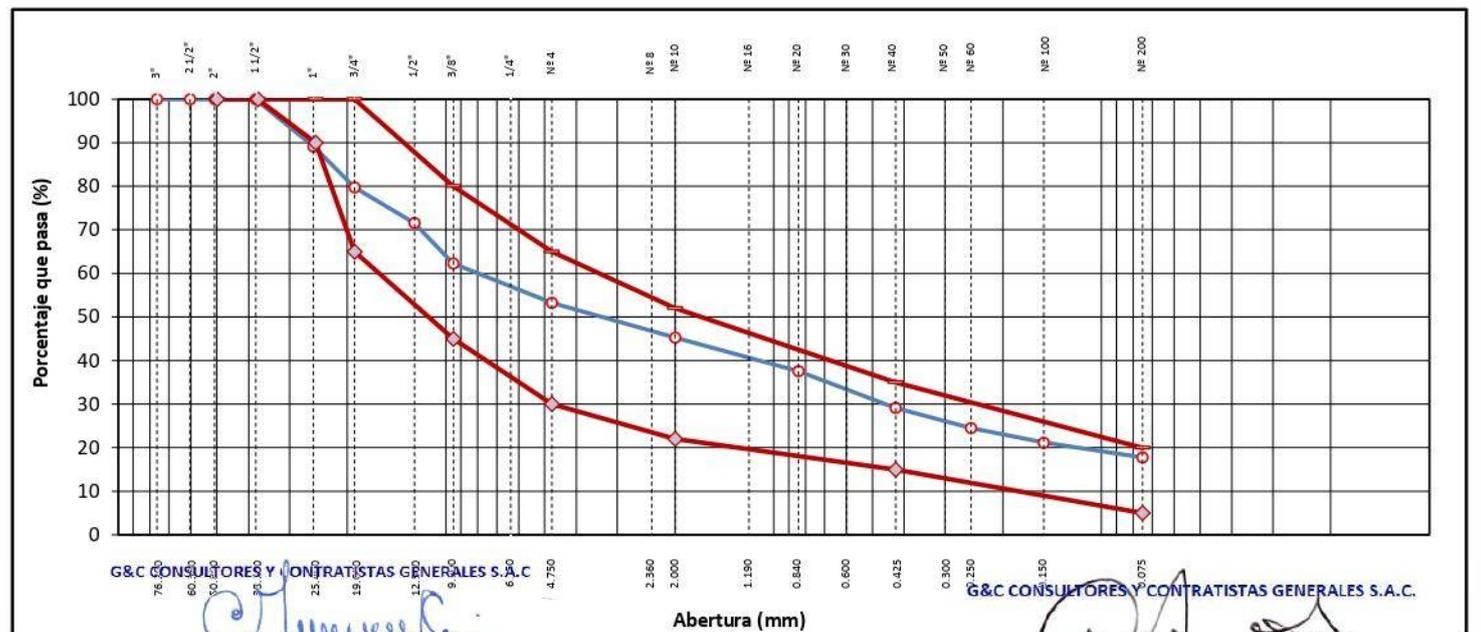
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-06/22-01-G&C
		Fecha : 17 de Junio del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
PROCEDENCIA : AFIRMADO	TEMPERATURA : TEMPERATURA AMBIENTE	ESTE : -
CALICATA : C - 01	CONDICION : SUELO PATRÓN - INICIAL	NORTE : -
MUESTRA : M - 01		COTA : -
PROGRESIVA : 63+850		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Masa inicial seca : 5329.43 gr. Masa Fracción : 499.00 gr.
6 in.	152.400						
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (%) : 1.90 TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in. Límite Líquido (LL) : 31.00 Límite Plástico (LP) : 23.00 Índice Plástico (IP) : 8.00 Clasificación (SUCS) : GM Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Índice de Consistencia : 3.64 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO) : BUENO Descripción (SUCS) : Grava limosa con arena Materia Orgánica : Turba : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0.00 Grava 2" - N° 4 : 46.72 Arena N° 4 - N° 200 : 35.50 Finos < N° 200 : 17.78 %>3" : 0.0%
4 in.	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100				100.00		
1 in.	25.400	578.69	10.86	10.86	89.14		
3/4 in.	19.000	502.75	9.43	20.29	79.71		
1/2 in.	12.500	434.55	8.15	28.45	71.55		
3/8 in.	9.500	495.65	9.30	37.75	62.25		
1/4 in.	6.350						
N° 4	4.750	478.31	8.97	46.72	53.28		
N° 8	2.360						
N° 10	2.000	427.57	8.02	54.74	45.26		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840	409.42	7.68	62.43	37.57		
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	450.85	8.46	70.89	29.11		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	245.08	4.60	75.48	24.52		
N° 100	0.150	178.28	3.35	78.83	21.17		
N° 200	0.075	180.95	3.40	82.22	17.78		
< N° 200	FONDO	947.33	17.78	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Mary Carmen Yana Condory
Bach. L.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

Alex Luis Gomez Calla
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

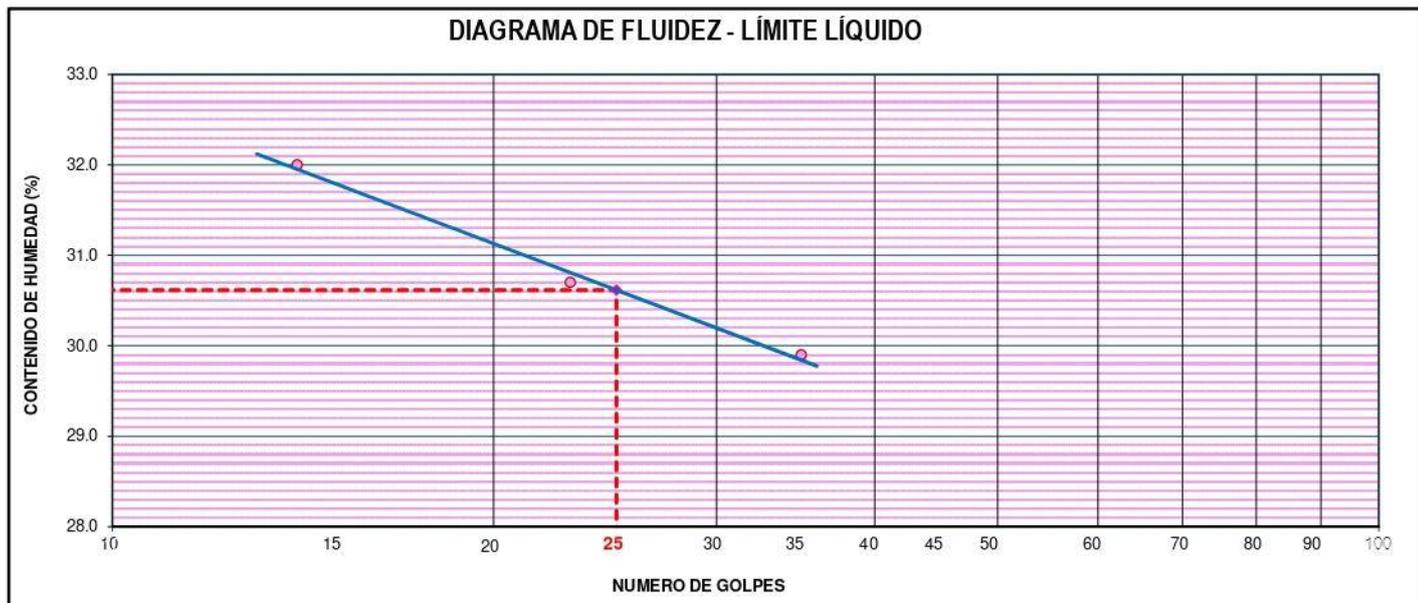
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-06/22-01-G&C
		Fecha : 17 de Junio del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: SUELO PATRÓN - INICIAL
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33	
MASA DE LA TARA	[g]	47.18	46.82	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	63.51	61.54	61.85	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.55	58.08	58.82	
MASA DE AGUA	[g]	3.96	3.46	3.03	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.37	11.26	10.13	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.0	30.7	29.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	23	35	

LÍMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 34	LC - 35	LC - 36	
MASA DE LA TARA	[g]	46.46	46.24	46.2	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.55	49.62	49.33	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.96	48.99	48.74	
MASA DE AGUA	[g]	0.59	0.63	0.59	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.50	2.75	2.54	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.6	22.9	23.2	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	31.00
LÍMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	8.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-06/22-01-G&C
		Fecha	: 17 de Junio del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ			
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 01	TEMPERATURA : TEMPERATURA AMBIENTE	ESTE	-
MUESTRA : M - 01	CONDICION : SUELO PATRÓN - INICIAL	NORTE	-
PROGRESIVA : 63+850		COTA	-

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 16	CH - 17	CH - 18
Masa Tara	[g]	71.37	70.45	73.86
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	302.97	338.82	343.73
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	298.19	333.54	339.73
Masa Agua	[g]	4.78	5.28	4.00
Masa Suelo Seco	[g]	226.82	263.09	265.87
Contenido de Humedad	[g]	2.11	2.01	1.50
PROMEDIO G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C	(%)	1.9 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. **ALEX LUIS GOMEZ CALLA**
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-06/22-01-G&C
		Fecha : 17 de Junio del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA :	TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION :	SUELO PATRÓN - INICIAL
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

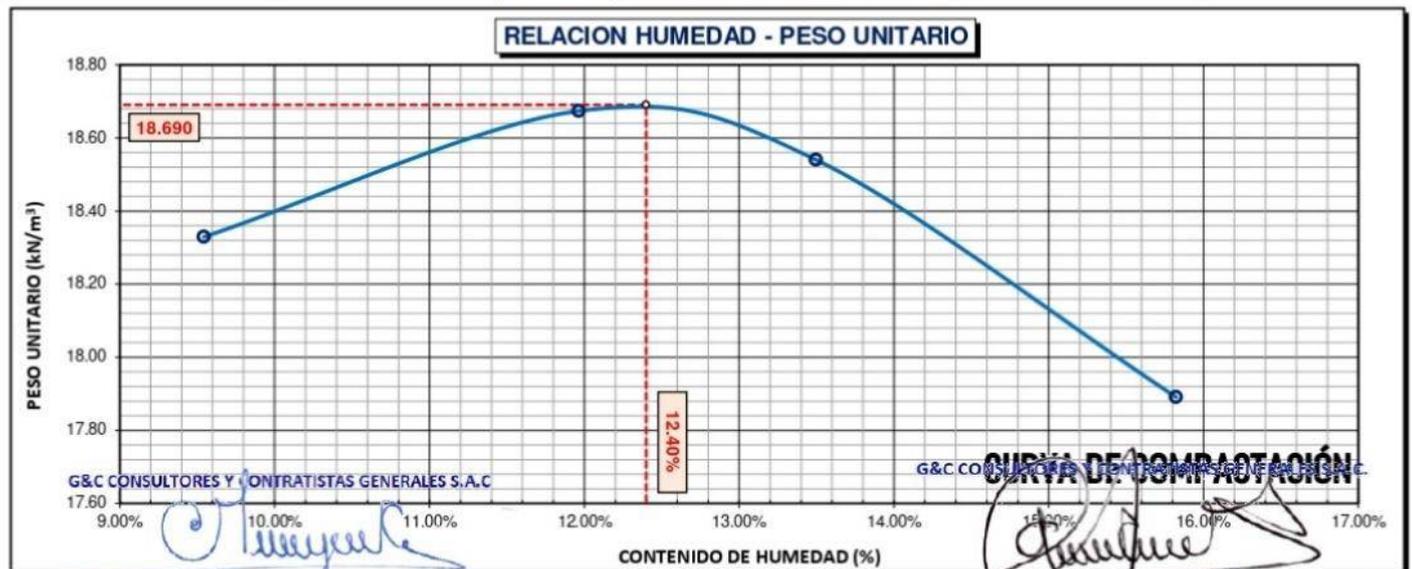
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GM	% Ret. Tamiz 3/4" :	20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-2-4 (0)	% Ret. Tamiz 3/8" :	37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4 :	46.72 %
		METODO DE ENSAYO	[Método C]
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	2116 cm ³
MASA DEL MOLDE	9,040 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13372	13551	13580	13511
Masa del Molde	[g]	9040	9040	9040	9040
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4332	4511	4540	4471
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.047	2.132	2.146	2.113

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	[g]	57.29	60.57	52.36	56.48
Suelo Humedo + Capsula	[g]	331.97	325.64	278.81	316.03
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	308.04	297.31	251.88	280.57
Masa del Agua	[g]	23.93	28.33	26.93	35.46
Masa del Suelo Seco	[g]	250.75	236.74	199.52	224.09
Humedad (%)	%	9.54%	11.97%	13.50%	15.82%
Promedio de Humedad (%)	%	9.54%	11.97%	13.50%	15.82%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.869	1.904	1.891	1.824
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.33	18.67	18.54	17.89

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.906 gr/cc	18.690 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	12.40 %	12.40 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I. C. MARY CARMEN VANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUÑO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-06/22-01-G&C
		Fecha	: 17 de Junio del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICIÓN	: SUELO PATRÓN - INICIAL
PROGRESIVA	: 63+850		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.69 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava límica con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.40 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

	COD.	A-1		N-1		Q-1	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
MOLDE No							
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12745	12790	12330	12410	11140	11280
Masa del Molde	[g]	8150	8150	7820	7820	6830	6830
Masa del Suelo Humedo	[g]	4595	4640	4510	4590	4310	4450
Volumen del Suelo	cm ³	2143	2143	2142	2142	2134	2134
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.144	2.165	2.106	2.143	2.020	2.085
Capsula No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capsula	[g]	57.74	88.96	43.17	89.88	57.30	89.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	301.58	493.01	232.62	471.10	285.92	519.76
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	275.11	443.36	211.78	420.08	260.79	456.09
Masa del Agua	[g]	26.47	49.65	20.84	51.02	25.13	63.67
Masa del Suelo Seco	[g]	217.37	354.40	168.61	330.20	203.49	366.63
% de Humedad	%	12.18%	14.01%	12.36%	15.45%	12.35%	17.37%
Promedio de Humedad	%	12.18%	14.01%	12.36%	15.45%	12.35%	17.37%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.912	1.899	1.874	1.856	1.798	1.777
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.747	18.627	18.380	18.205	17.630	17.425

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	590.50	0.00	0.00	757.50	0.00	0.00	567.50	0.00	0.00
		24:00:00	590.80	0.01	0.01	758.90	0.04	0.03	569.20	0.04	0.03
		48:00:00	591.20	0.02	0.01	760.00	0.06	0.05	572.90	0.14	0.11
		72:00:00	591.40	0.02	0.02	761.00	0.09	0.07	575.00	0.19	0.15
		96:00:00	591.50	0.03	0.02	762.00	0.11	0.09	576.50	0.23	0.18

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-1				MOLDE No N-1				MOLDE No Q-1			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		104.5	5.40	0.53		72.6	3.75	0.37		79.0	4.08	0.40	
1.27	0.050	01:00		275.5	14.24	1.40		159.6	8.25	0.81		166.6	8.61	0.84	
1.90	0.075	01:30		444.1	22.95	2.25		267.7	13.83	1.36		233.9	12.09	1.19	
2.54	0.100	02:00		580.5	30.00	2.94	46.38	376.6	19.46	1.91	30.43	294.2	15.20	1.49	
3.17	0.125	02:30		670.0	34.63	3.40		476.3	24.61	2.41		345.9	17.88	1.75	
3.81	0.150	03:00		789.5	40.80	4.00		577.8	29.86	2.93		389.1	20.11	1.97	
5.08	0.200	04:00		966.5	49.95	4.90	49.28	762.8	39.42	3.87	39.61	466.0	24.08	2.36	
6.35	0.250	05:00		1128.0	58.29	5.72		943.3	48.75	4.78		537.5	27.78	2.72	
7.62	0.300	06:00		1280.6	66.18	6.49		1102.5	56.98	5.59		597.7	30.89	3.03	
8.89	0.350	07:00		1400.5	72.38	7.10		1239.1	64.04	6.28		647.7	33.47	3.28	
10.15	0.400	08:00		1535.0	79.33	7.78		1367.1	70.85	6.93		709.3	35.93	3.52	
11.43	0.450	09:00		1660.5	85.81	8.42		1477.7	76.37	7.49		750.3	36.89	3.60	
12.70	0.500	10:00		1797.3	92.88	9.11		1555.5	80.39	7.88		797.7	41.22	3.84	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calificación N° LP-22-2021 con fecha 21/2/2021
 Bach. I.C. MARY CARMEN YAÑA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

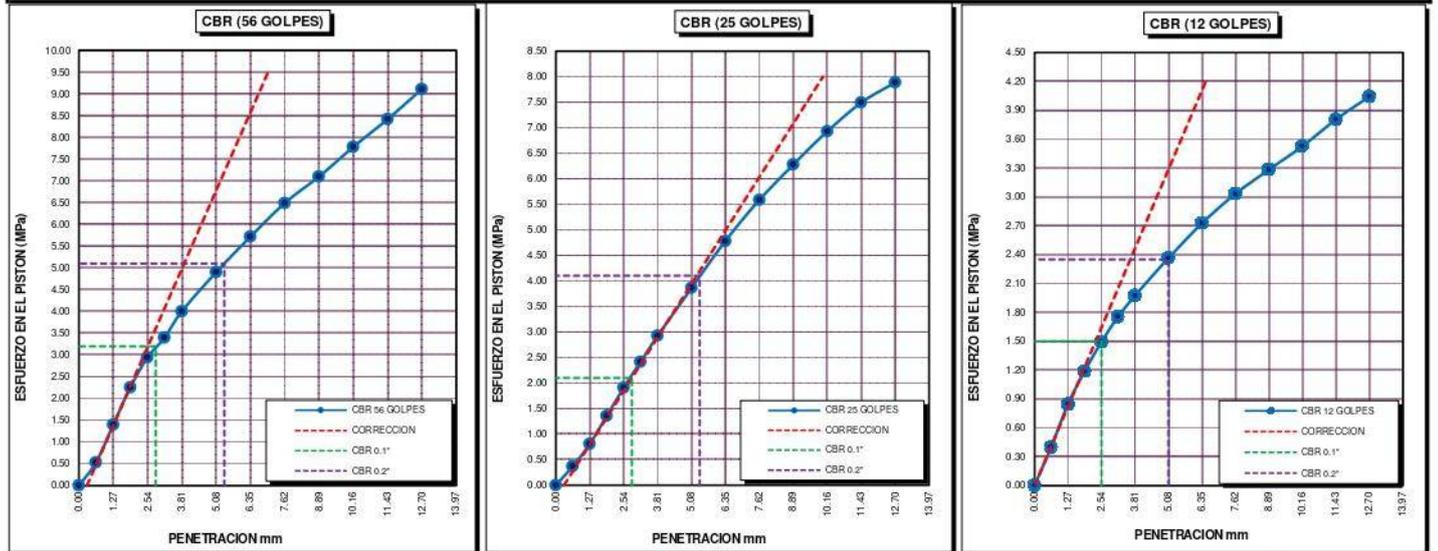
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-06/22-01-G&C
		Fecha : 17 de Junio del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA : TEMPERATURA AMBIENTE
PROGRESIVA	: 63+850	
		CONDICION : SUELO PATRÓN - INICIAL
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

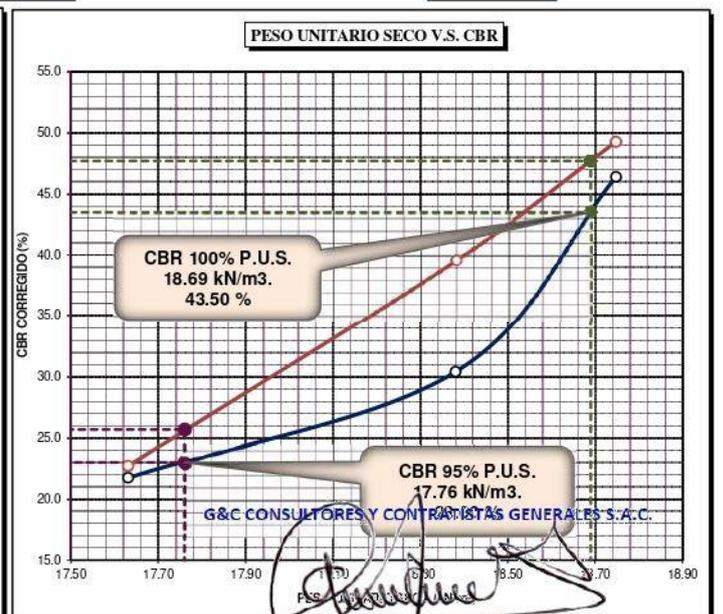
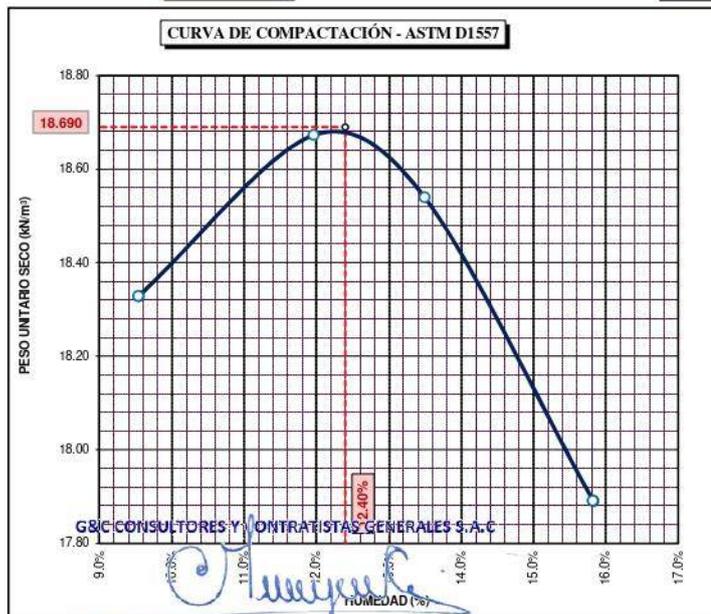
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.69 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.76 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	43.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	47.70 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	23.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	25.70 %

GRAFICOS



CBR C. = 46 % CBR C. = 30 % CBR C. = 22 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I. C. MARY CARMEN MUÑOZ GONZALEZ **ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA**
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310 CIP: 209176

Anexo C. Ensayos de laboratorio: Suelo Patrón

(Estado de congelamiento)

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-02-G&C
		Fecha	: 26 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: SUELO PATRÓN - INICIAL
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.69 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.40 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-2	N-2	Q-2	
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12963	13022	11502	11594	11819	11986
Masa del Molde	[g]	8352	8352	6997	6997	7567	7567
Masa del Suelo Humedo	[g]	4611	4670	4505	4597	4252	4419
Volumen del Suelo	cm ³	2146	2146	2138	2138	2111	2111
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.148	2.176	2.108	2.151	2.014	2.093
Capsula No	No	PC - 7	PC - 8	PC - 9	PC - 10	PC - 11	PC - 12
Masa de la Capsula	[g]	48.32	45.88	88.78	45.43	47.51	46.06
Suelo Humedo + Capsula	[g]	286.87	301.08	384.67	293.16	249.43	289.31
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	260.66	267.24	352.27	257.73	227.27	250.12
Masa del Agua	[g]	26.21	33.84	32.40	35.43	22.16	39.19
Masa del Suelo Seco	[g]	212.34	221.36	263.49	212.30	179.76	204.06
% de Humedad	%	12.34%	15.29%	12.30%	16.69%	12.33%	19.21%
Promedio de Humedad	%	12.34%	15.29%	12.30%	16.69%	12.33%	19.21%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.912	1.887	1.877	1.843	1.793	1.756
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.754	18.509	18.405	18.074	17.585	17.221

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	68.00	0.00	0.00	594.50	0.00	0.00	674.90	0.00	0.00
		24:00:00	68.00	0.00	0.00	608.00	0.34	0.27	681.60	0.17	0.13
		48:00:00	68.50	0.01	0.01	606.00	0.29	0.23	683.50	0.22	0.17
		72:00:00	68.20	0.01	0.00	604.50	0.25	0.20	685.70	0.27	0.22
		96:00:00	69.30	0.03	0.03	605.50	0.28	0.22	686.80	0.30	0.24

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-2				MOLDE No N-2				MOLDE No Q-2			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		51.9	2.68	0.26	68.4	3.53	0.35		56.2	2.90	0.28		
1.27	0.050	01:00		101.1	5.22	0.51	150.4	7.77	0.76		123.6	6.39	0.63		
1.90	0.075	01:30		161.6	8.35	0.82	241.6	12.49	1.22		189.2	9.78	0.96		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	230.5	11.91	1.17	20.29	326.1	16.85	1.65	26.81	244.7	12.65	1.24	18.12
3.17	0.125	02:30		299.3	15.47	1.52		404.0	20.88	2.05		292.9	15.14	1.48	
3.81	0.150	03:00		368.7	19.05	1.87		494.0	25.53	2.50		331.7	17.14	1.68	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	502.3	25.96	2.55	27.05	643.5	33.26	3.26	33.82	403.7	20.86	2.05	19.90
6.35	0.250	05:00		630.9	32.60	3.20		787.1	40.68	3.99		460.9	23.82	2.34	
7.62	0.300	06:00		740.1	38.25	3.75		901.1	46.57	4.57		517.4	26.74	2.62	
8.89	0.350	07:00		832.5	43.02	4.22		997.0	51.52	5.05		573.4	29.63	2.91	
10.16	0.400	08:00		950.5	49.12	4.82		1110.1	57.97	5.69		631.9	32.57	3.19	
11.43	0.450	09:00		1035.6	53.52	5.25		1193.5	61.68	6.05		655.0	34.87	3.42	
12.70	0.500	10:00		1141.6	59.00	5.79		1250.1	64.60	6.34		691.1	35.66	3.50	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado de calificación N° 12-12-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

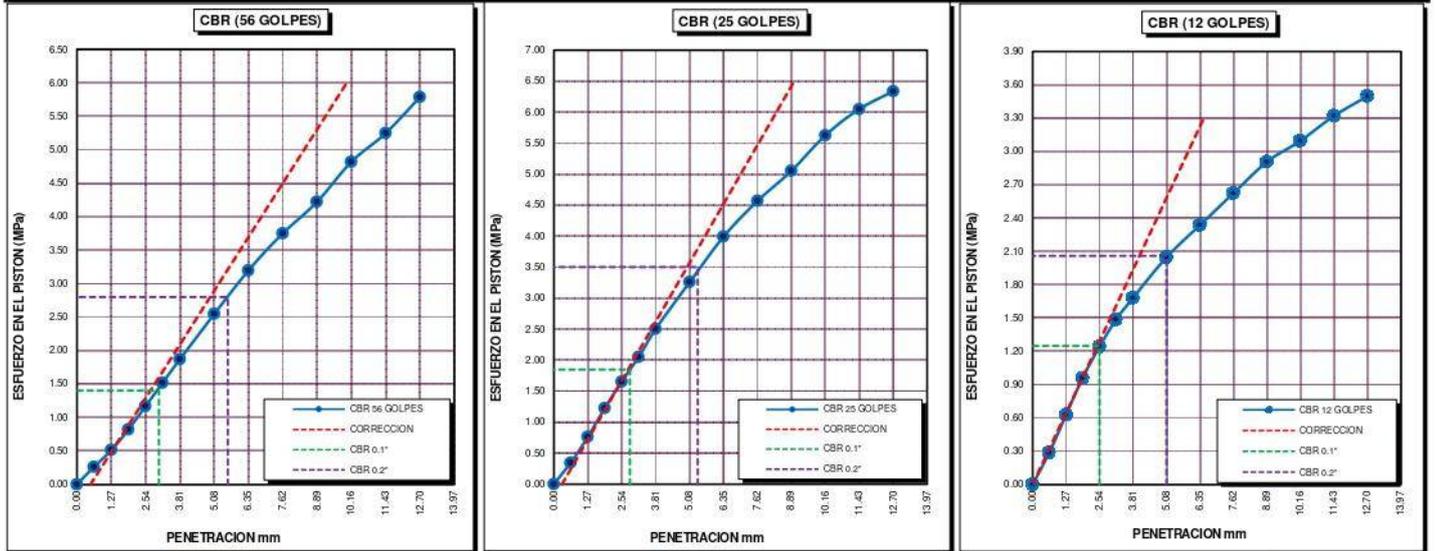
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC-JML-CPM-08/22-02-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)
PROGRESIVA	: 63+850	
		CONDICION : SUELO PATRÓN - INICIAL
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.69 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.76 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	22.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	29.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	23.00 %

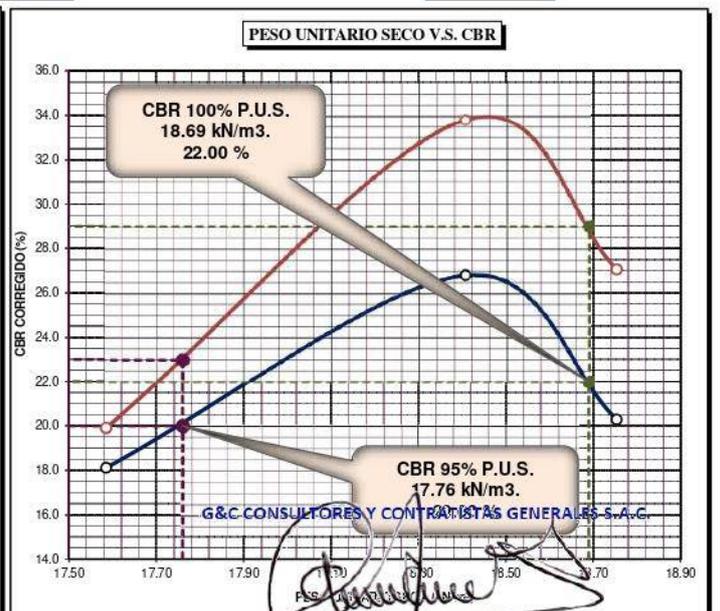
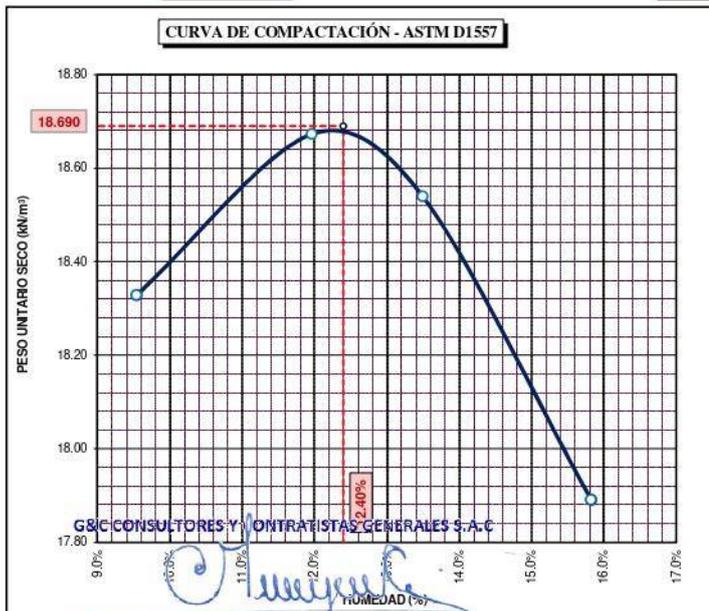
GRAFICOS



CBR C. = 20 %

CBR C. = 27 %

CBR C. = 18 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANACOBA Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

Anexo D. Ensayos de laboratorio: Suelo Patrón +
0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% y 2.5% Cloruro de calcio.

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

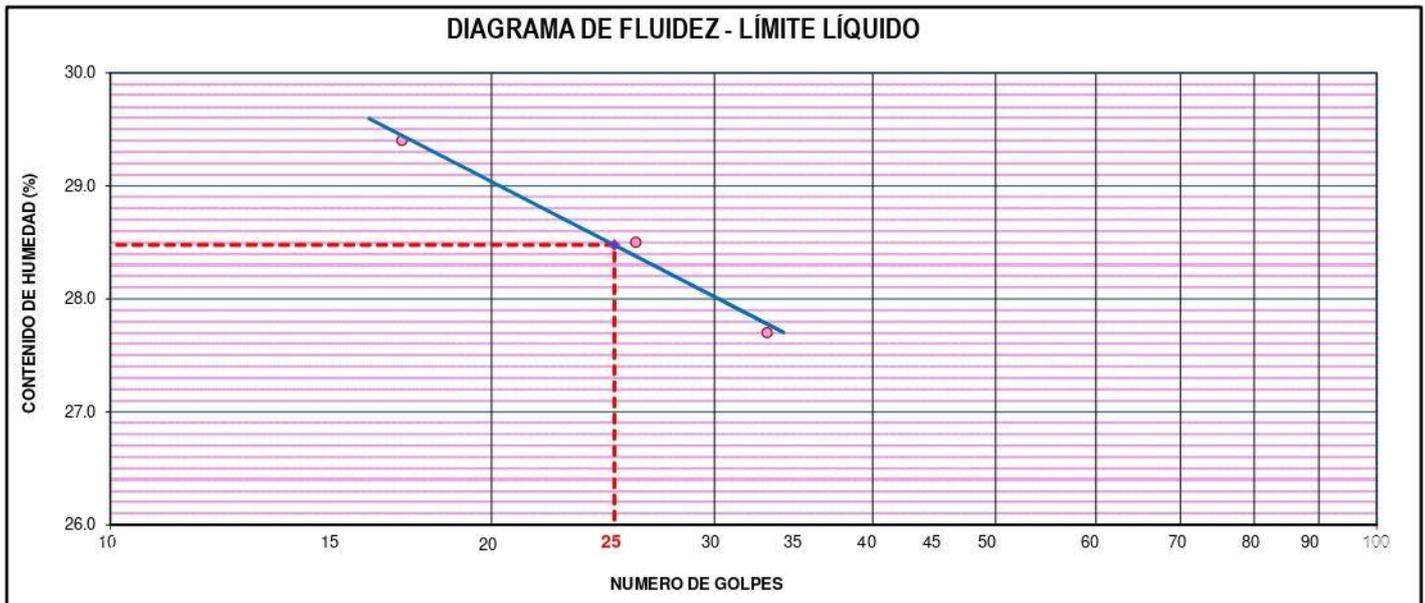
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-05/22-12-G&C Fecha : 03 de Julio del 2022
--------------	---	---

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA : TEMPERATURA AMBIENTE
PROGRESIVA	: 63+850	
		CONDICION : PATRÓN + 0.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS
		ESTE : -
		NORTE : -
		COTA : -

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	45.84	45.92	45.91	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	63.60	65.16	59.19	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.57	60.89	56.31	
MASA DE AGUA	[g]	4.03	4.27	2.88	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.73	14.97	10.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.4	28.5	27.7	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	26	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05	LC - 06	
MASA DE LA TARA	[g]	46.94	47.87	46.83	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.28	50.46	49.95	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.64	49.97	49.36	
MASA DE AGUA	[g]	0.64	0.49	0.59	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.70	2.10	2.53	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.7	23.3	23.3	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.00
LIMITE PLASTICO	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

Bach. I.C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

OBSERVACIONES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. **ALEX LUIS GOMEZ CALLA**
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-12-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA :	TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION :	PATRÓN + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

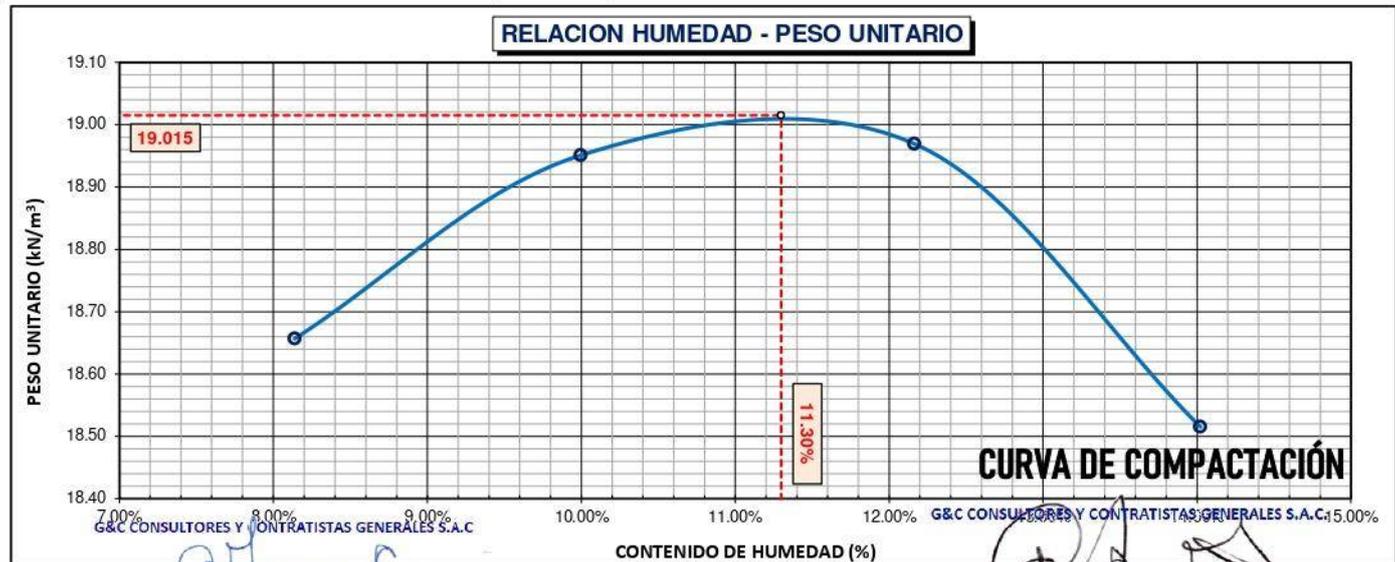
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2137 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,862 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13258	13404	13498	13462
Masa del Molde	[g]	8862	8862	8862	8862
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4396	4542	4636	4600
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.057	2.126	2.170	2.153

Capsula No	No	TP-25	TP-26	TP-27	TP-28
Masa de la Capsula	[g]	88.62	89.82	91.00	89.66
Suelo Humedo + Capsula	[g]	658.94	723.28	566.16	579.83
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	616.01	665.71	514.63	519.55
Masa del Agua	[g]	42.93	57.57	51.53	60.28
Masa del Suelo Seco	[g]	527.39	575.89	423.63	429.89
Humedad (%)	%	8.14%	10.00%	12.16%	14.02%
Promedio de Humedad (%)	%	8.14%	10.00%	12.16%	14.02%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.902	1.932	1.934	1.888
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.66	18.95	18.97	18.52

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.939 gr/cc	: 19.015 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.30 %	: 11.30 %



OBSERVACIONES

Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP : 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-12-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.02 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.30 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-3	N-3	Q-3
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11495	11544	11929	12041	11240	11417
Masa del Molde	[g]	6850	6850	7597	7597	7090	7090
Masa del Suelo Humedo	[g]	4645	4694	4332	4444	4150	4327
Volumen del Suelo	cm ³	2143	2143	2110	2110	2133	2133
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.168	2.191	2.053	2.106	1.946	2.028
Capsula No	No	PC - 13	PC - 14	PC - 15	PC - 16	PC - 17	PC - 18
Masa de la Capsula	[g]	63.83	45.52	83.03	85.03	56.45	47.71
Suelo Humedo + Capsula	[g]	269.90	268.27	570.44	500.05	263.88	253.40
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	249.16	242.08	521.11	448.54	242.89	226.94
Masa del Agua	[g]	20.74	26.19	49.33	51.51	20.99	26.46
Masa del Suelo Seco	[g]	185.33	196.56	438.08	363.51	186.44	179.23
% de Humedad	%	11.19%	13.32%	11.26%	14.17%	11.26%	14.76%
Promedio de Humedad	%	11.19%	13.32%	11.26%	14.17%	11.26%	14.76%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.950	1.933	1.845	1.845	1.749	1.768
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.120	18.958	18.096	18.091	17.148	17.334

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	55.60	0.00	0.00	554.10	0.00	0.00	265.80	0.00	0.00
		24:00:00	56.40	0.02	0.02	556.30	0.06	0.04	268.90	0.08	0.06
		48:00:00	57.20	0.04	0.03	558.60	0.11	0.09	270.10	0.11	0.09
		72:00:00	58.00	0.06	0.05	560.70	0.17	0.13	271.80	0.15	0.12
		96:00:00	57.80	0.06	0.04	560.60	0.17	0.13	275.40	0.24	0.19

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-3				MOLDE No N-3				MOLDE No Q-3			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	70.31 / 6.9	124.3	6.42	0.63	159.3	8.23	0.81		65.7	3.40	0.33		
1.27	0.050	01:00	70.31 / 6.9	351.5	18.17	1.78	342.6	17.70	1.74		137.4	7.10	0.70		
1.90	0.075	01:30		620.1	32.05	3.14	561.6	29.02	2.85		211.8	10.95	1.07		
2.54	0.100	02:00	105.46 / 10.35	851.1	43.98	4.31	67.39	741.0	38.29	3.76	57.97	280.2	14.48	1.42	20.29
3.17	0.125	02:30		1012.1	52.30	5.13		883.4	45.65	4.48		337.8	17.46	1.71	
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	1176.4	60.80	5.96		1073.2	55.46	5.44		383.1	19.80	1.94	
5.08	0.200	04:00		1415.2	73.14	7.17	71.50	1337.7	69.13	6.78	67.63	463.8	23.97	2.35	22.71
6.35	0.250	05:00		1586.4	81.98	8.04		1575.6	81.43	7.99		531.3	27.46	2.69	
7.62	0.300	06:00		1759.7	90.94	8.92		1762.8	91.10	8.93		591.3	30.56	3.00	
8.89	0.350	07:00		1885.7	97.45	9.56		1940.0	100.26	9.83		670.3	32.57	3.19	
10.16	0.400	08:00		2002.1	103.47	10.15		2107.3	108.98	10.69		788.1	37.48	3.73	
11.43	0.450	09:00		2135.4	110.36	10.82		2285.9	118.14	11.59		747.0	36.98	3.79	
12.70	0.500	10:00		2318.0	119.79	11.75		2434.3	125.80	12.34		819.9	40.82	4.08	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Continuación de la muestra H-UF-21-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-12-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA

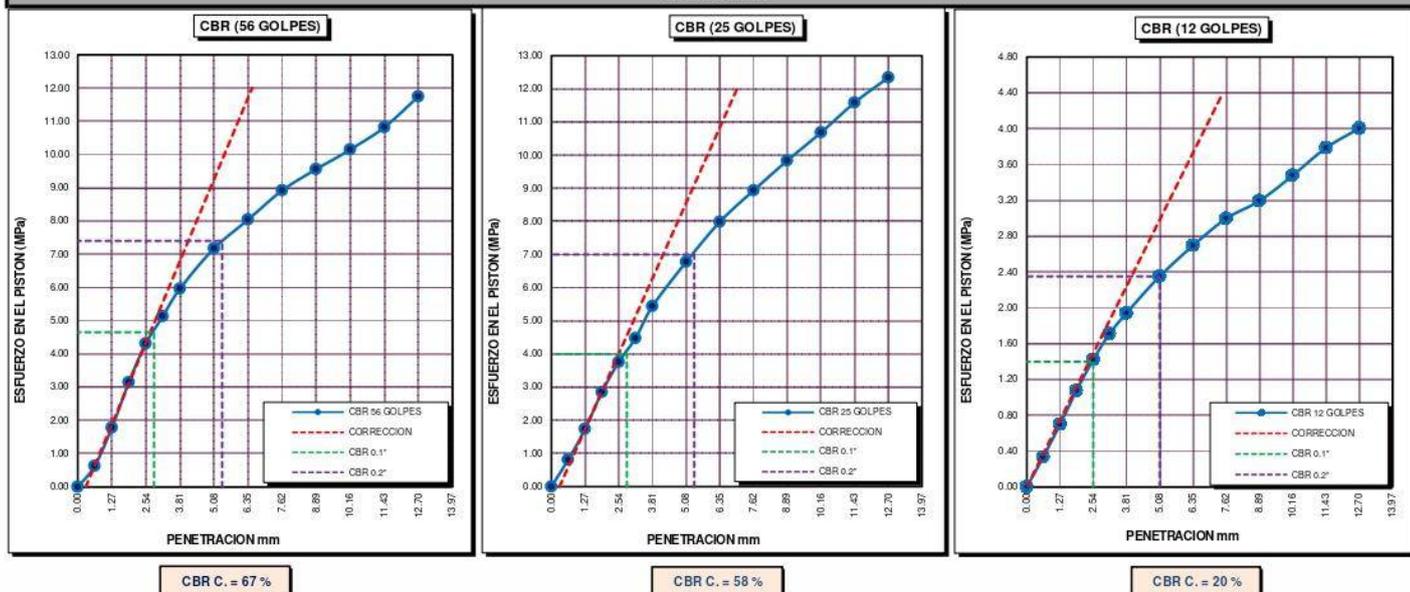
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena

DATOS PARA EL ENSAYO

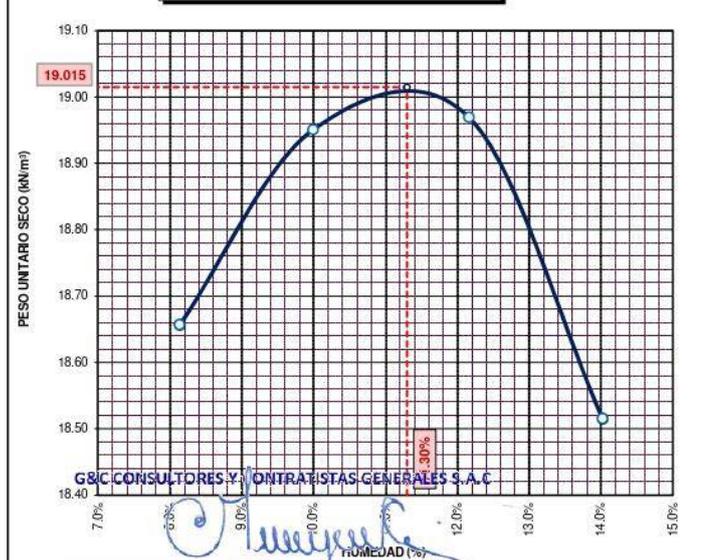
NORMA	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 19.02 kN/m ³
METODO DE ENSAYO	: [Método C]	PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.06 kN/m ³
TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	66.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	71.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	57.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	66.50 %

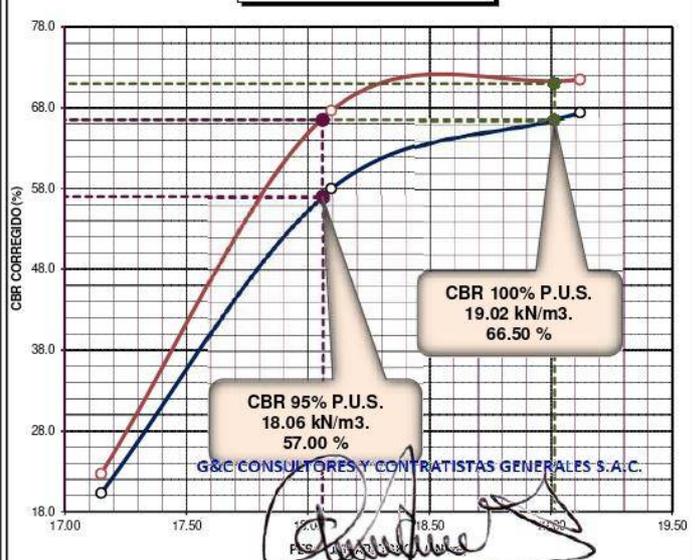
GRAFICOS



CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



PESO UNITARIO SECO V.S. CBR



OBSERVACION : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN PINO GONZALEZ Ing. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310 CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 1.0% de cloruro de
calcio

LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

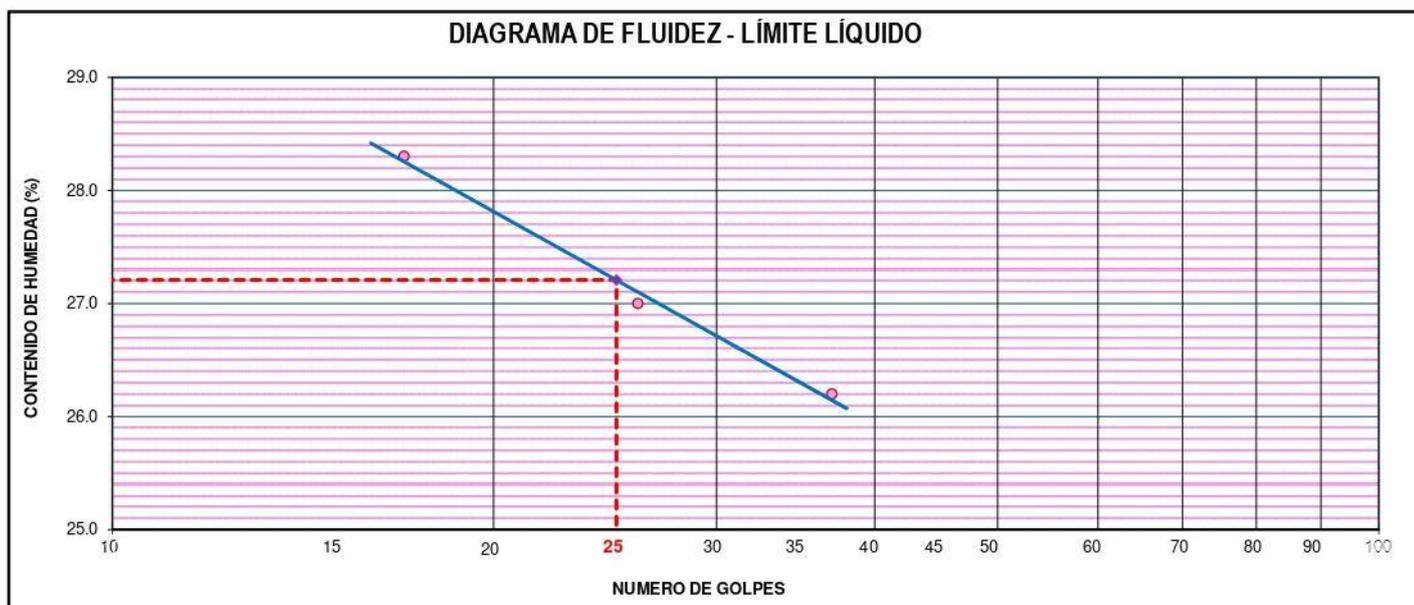
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMAO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-05/22-13-G&C Fecha : 03 de Julio del 2022
---------------	--	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 07	LC - 08	LC - 09	
MASA DE LA TARA	[g]	45.95	42.95	46.39	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	59.17	59.53	61.61	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.25	56.00	58.45	
MASA DE AGUA	[g]	2.92	3.53	3.16	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.3	13.05	12.06	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.3	27.0	26.2	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	26	37	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 10	LC - 11	LC - 12	
MASA DE LA TARA	[g]	49.02	45.79	48.08	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.65	48.34	50.96	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.97	47.87	50.43	
MASA DE AGUA	[g]	0.68	0.47	0.53	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.95	2.08	2.35	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.1	22.6	22.6	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

OBSERVACIONES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-13-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

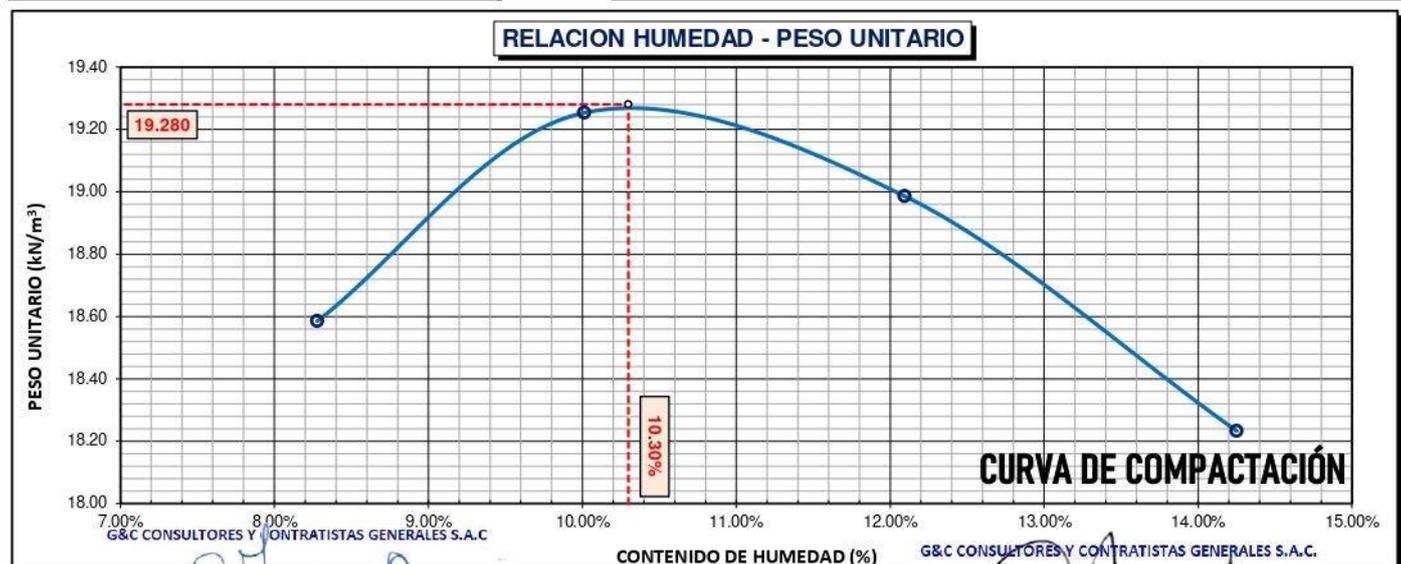
MOLDE No	: X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2133 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 9,055 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13432	13662	13684	13586
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	9055	9055	9055	9055
Masa del Molde	g/cm ³	4377	4607	4629	4531
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	2.052	2.160	2.170	2.124
Densidad del Suelo Humedo					

Capsula No	No	TP-29	TP-30	TP-31	TP-32
Masa de la Capsula	[g]	93.99	89.34	81.00	94.00
Suelo Humedo + Capsula	[g]	695.18	690.32	618.00	617.00
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	649.21	635.62	560.06	551.76
Masa del Agua	[g]	45.97	54.70	57.94	65.24
Masa del Suelo Seco	[g]	555.22	546.28	479.06	457.76
Humedad (%)	%	8.28%	10.01%	12.09%	14.25%
Promedio de Humedad (%)	%	8.28%	10.01%	12.09%	14.25%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.895	1.963	1.936	1.859
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.58	19.25	18.99	18.23

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.966 gr/cc	: 19.280 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 10.30 %	: 10.30 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de calibración N° IT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUÑO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-13-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q			
PROCEDENCIA : AFIRMADO	CALICATA : C - 01	MUESTRA : M - 01	PROGRESIVA : 63+850
SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI		COORDENADAS	
TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)		ESTE -	
CONDICION : PATRÓN + 1.0% CLORURO DE CALCIO		NORTE -	
		COTA -	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM	METODO DE ENSAYO : [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO : 19.28 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO : Manual	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA : 10.30 %	MET. DE PREPARACIÓN : Húmido	

MOLDE No	COD.	A-4		N-4		Q-4	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12442	12487	12001	12117	11192	11292
Masa del Molde	[g]	7812	7812	7597	7597	7086	7086
Masa del Suelo Humedo	[g]	4630	4675	4404	4520	4106	4206
Volumen del Suelo	cm ³	2111	2111	2110	2110	2129	2129
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.194	2.215	2.087	2.142	1.929	1.976
Capsula No	No	PC - 19	PC - 20	PC - 21	PC - 22	PC - 23	PC - 24
Masa de la Capsula	[g]	40.40	45.84	83.03	85.03	89.67	46.69
Suelo Humedo + Capsula	[g]	331.91	245.80	539.91	497.73	421.11	231.00
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	304.75	220.08	497.10	448.77	390.02	205.03
Masa del Agua	[g]	27.16	25.72	42.81	48.96	31.09	25.97
Masa del Suelo Seco	[g]	264.35	174.24	414.07	363.74	300.35	158.34
% de Humedad	%	10.27%	14.76%	10.34%	13.46%	10.35%	16.40%
Promedio de Humedad	%	10.27%	14.76%	10.34%	13.46%	10.35%	16.40%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.989	1.930	1.892	1.888	1.748	1.698
Peso Unitario Seco	kN/m ²	19.508	18.927	18.551	18.515	17.143	16.648

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	281.90	0.00	0.00	741.30	0.00	0.00	11.60	0.00	0.00
		24:00:00	282.00	0.00	0.00	745.20	0.10	0.08	21.30	0.25	0.19
		48:00:00	283.60	0.04	0.03	748.30	0.18	0.14	21.90	0.26	0.21
		72:00:00	284.90	0.08	0.06	749.40	0.21	0.16	22.40	0.27	0.22
		96:00:00	283.80	0.05	0.04	748.50	0.18	0.14	21.30	0.25	0.19

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-4				MOLDE No N-4				MOLDE No Q-4			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		186.5	9.64	0.95	121.5	6.28	0.62		105.8	5.47	0.54		
1.27	0.050	01:00		452.2	23.37	2.29	293.5	15.17	1.49		208.1	10.75	1.05		
1.90	0.075	01:30		707.1	36.54	3.58	485.0	25.06	2.46		275.2	14.22	1.39		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	949.1	49.05	4.81	75.36	639.0	33.02	3.24	49.28	331.1	17.11	1.68	23.62
3.17	0.125	02:30		1145.1	59.18	5.80		758.5	39.20	3.84		378.2	19.55	1.92	
3.81	0.150	03:00		1323.2	68.38	6.71		932.0	48.17	4.72		418.2	21.61	2.12	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1611.8	83.30	8.17	82.13	1222.5	63.18	6.20	62.80	484.6	25.04	2.46	23.57
6.35	0.250	05:00		1853.1	95.77	9.39		1408.5	72.79	7.14		554.1	28.64	2.81	
7.62	0.300	06:00		2051.2	106.01	10.40		1514.5	78.27	7.68		604.8	31.26	3.07	
8.89	0.350	07:00		2186.0	112.97	11.08		1633.4	84.41	8.28		650.6	34.14	3.35	
10.16	0.400	08:00		2351.8	121.54	11.92		1758.0	90.85	8.91		704.1	37.42	3.63	
11.43	0.450	09:00		2468.1	127.55	12.51		1844.6	95.33	9.35		759.5	39.91	3.88	
12.70	0.500	10:00		2578.2	133.24	13.07		1912.5	98.84	9.69		795.6	41.17	4.00	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"

Certificado de calificación N° LP-22-2021 con fecha 21/02/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-13-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

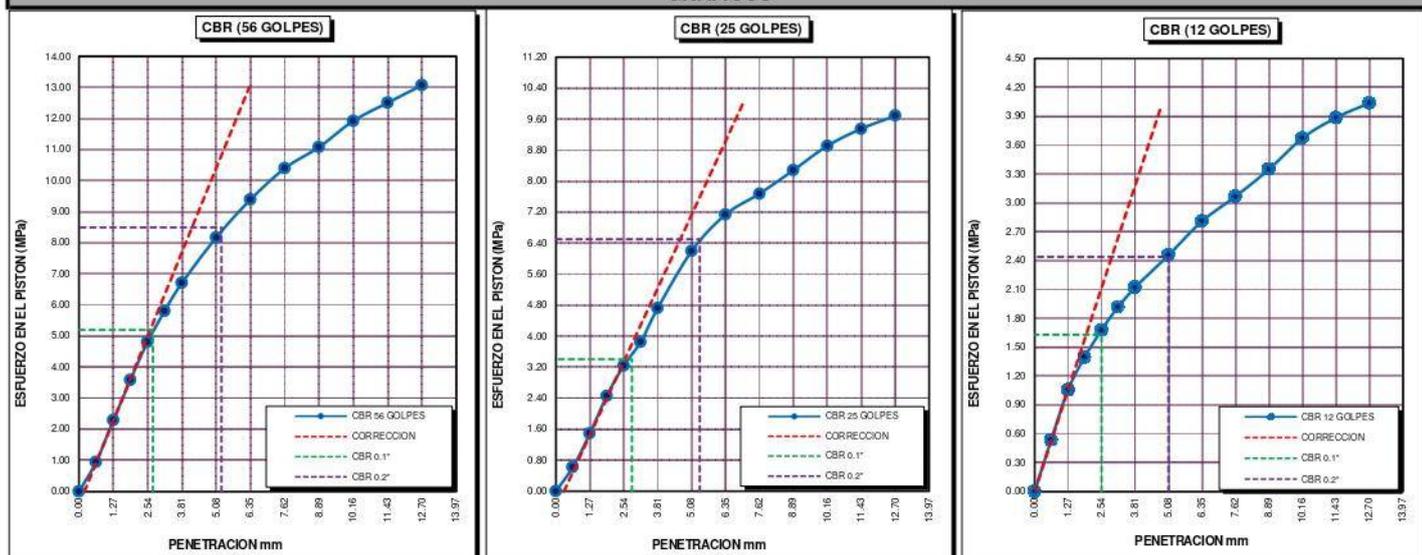
DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
PROCEDENCIA : AFIRMADO	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)	ESTE -
CALICATA : C - 01	CONDICION : PATRÓN + 1.0% CLORURO DE CALCIO	NORTE -
MUESTRA : M - 01		COTA -
PROGRESIVA : 63+850		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM		NORMA : ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO : 19.28 kN/m ³
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)		METODO DE ENSAYO : [Método C]	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 18.32 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena		TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 10.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	68.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	77.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	45.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	57.00 %

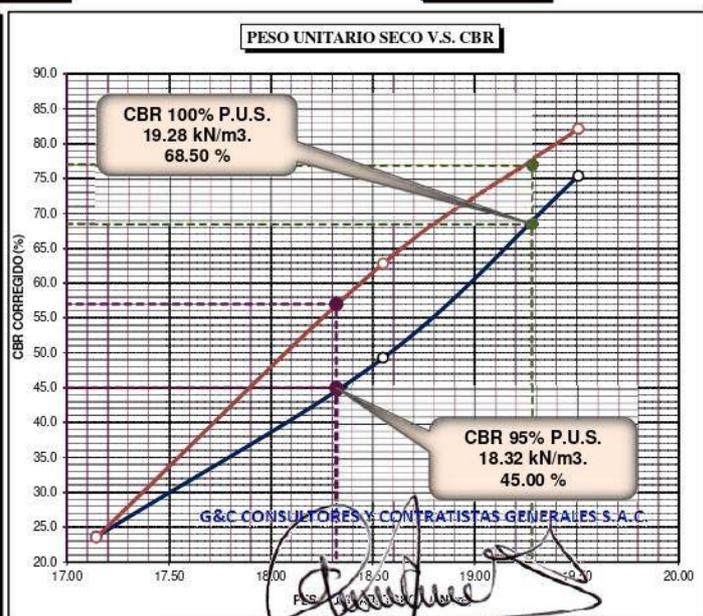
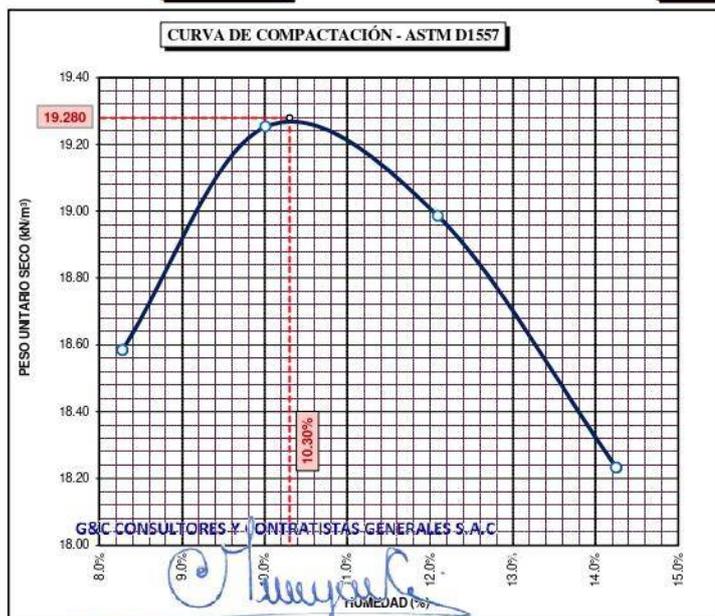
GRAFICOS



CBR C. = 75 %

CBR C. = 49 %

CBR C. = 24 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

DNI : 47136310

Adición de muestra patrón + 1.5% de cloruro de
calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-05/22-14-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
CALICATA : C - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)	ESTE : -
MUESTRA : M - 01	CONDICION : PATRÓN + 1.5% CLORURO DE CALCIO	NORTE : -
PROGRESIVA : 63+850		COTA : -

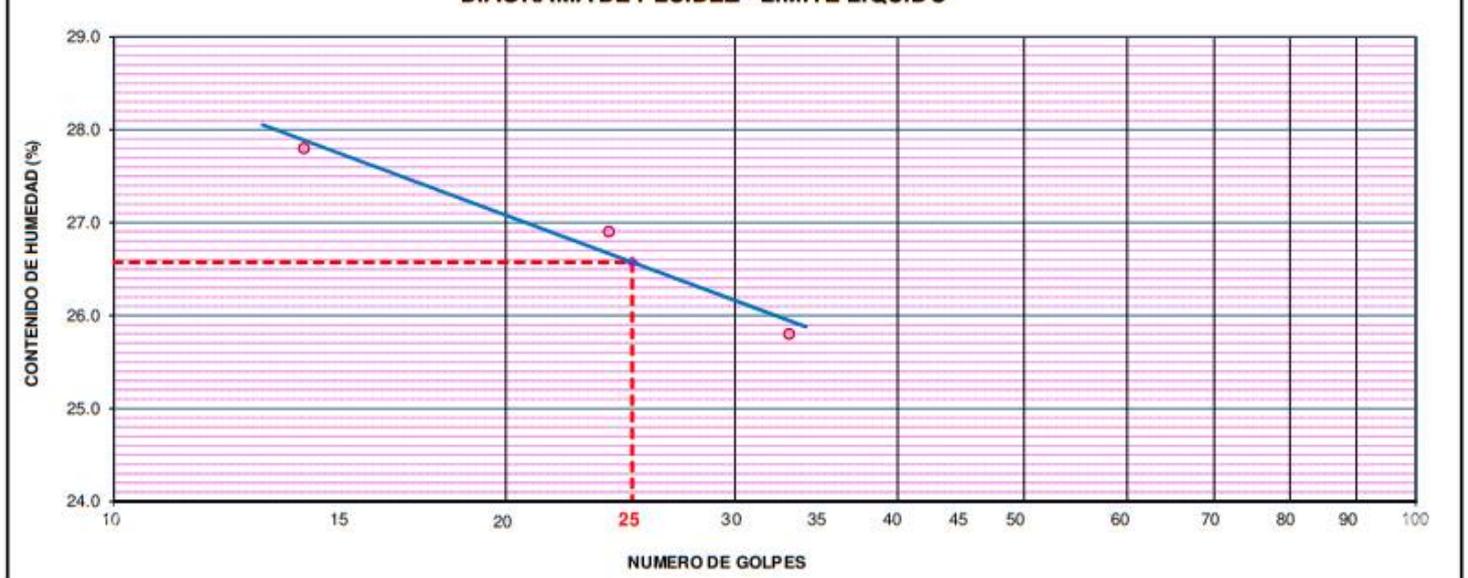
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 13	LC - 14	LC - 15
MASA DE LA TARA	[g]	34.45	45.56	46.74
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.99	63.71	64.61
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47.39	59.86	60.95
MASA DE AGUA	[g]	3.6	3.85	3.66
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.94	14.3	14.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.8	26.9	25.8
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	33

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 16	LC - 17	LC - 18
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.13	49.34	48.13
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.57	48.73	47.65
MASA DE AGUA	[g]	0.56	0.61	0.48
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.39	2.62	2.15
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.4	23.3	22.3

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	27.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-14-G&C
		Fecha: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI
CALICATA	: C - 01	SOLICITANTE: LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION: PATRÓN + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2133 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 9,055 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13467	13630	13586	13576
Masa del Molde	[g]	9055	9055	9055	9055
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4412	4575	4531	4521
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.068	2.145	2.124	2.120

Capsula No	No	TP-33	TP-34	TP-35	TP-36
Masa de la Capsula	[g]	91.07	84.01	89.11	88.90
Suelo Humedo + Capsula	[g]	643.10	589.95	533.94	700.30
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	606.67	547.78	489.71	626.69
Masa del Agua	[g]	36.43	42.17	44.23	73.61
Masa del Suelo Seco	[g]	515.60	463.77	400.60	537.79
Humedad (%)	%	7.07%	9.09%	11.04%	13.69%
Promedio de Humedad (%)	%	7.07%	9.09%	11.04%	13.69%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.932	1.966	1.913	1.864
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.95	19.28	18.76	18.28

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.966 gr/cc	: 19.280 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 9.00 %	: 9.00 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONROY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

Certificación de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALTA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-14-G&C Fecha : 28 de Agosto del 2022
---	--

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION	: PATRÓN + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.28 kN/m3
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 9.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-5	N-5	Q-5			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12412	12457	12285	12387	11192	11292
Masa del Molde	[g]	7812	7812	7973	7973	7086	7086
Masa del Suelo Humedo	[g]	4600	4645	4312	4414	4106	4206
Volumen del Suelo	cm ³	2143	2143	2117	2117	2110	2110
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.147	2.168	2.037	2.085	1.946	1.993
Capsula No	No	PC - 25	PC - 26	PC - 27	PC - 28	PC - 29	PC - 30
Masa de la Capsula	[g]	43.17	45.87	81.83	82.14	45.86	47.37
Suelo Humedo + Capsula	[g]	281.30	278.32	461.54	536.46	319.20	265.07
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	261.81	253.82	430.12	487.42	296.56	238.32
Masa del Agua	[g]	19.49	24.50	31.42	49.04	22.64	26.75
Masa del Suelo Seco	[g]	218.64	207.95	348.29	405.28	250.70	190.95
% de Humedad	%	8.91%	11.78%	9.02%	12.10%	9.03%	14.01%
Promedio de Humedad	%	8.91%	11.78%	9.02%	12.10%	9.03%	14.01%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.971	1.939	1.868	1.860	1.784	1.748
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.331	19.019	18.322	18.240	17.499	17.142

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	587.10	0.00	0.00	707.00	0.00	0.00	56.30	0.00	0.00
		24:00:00	589.20	0.05	0.04	710.30	0.08	0.07	61.20	0.12	0.10
		48:00:00	590.40	0.08	0.07	711.60	0.12	0.09	63.40	0.18	0.14
		72:00:00	591.30	0.11	0.08	712.30	0.13	0.11	65.60	0.24	0.19
		96:00:00	591.00	0.10	0.08	712.90	0.15	0.12	66.10	0.25	0.20

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm2 / Mpa	MOLDE No A-5				MOLDE No N-5				MOLDE No Q-5			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		124.3	6.42	0.63	134.8	6.96	0.68		65.7	3.40	0.33		
1.27	0.050	01:00		351.5	18.17	1.78	289.9	14.98	1.47		137.4	7.10	0.70		
1.90	0.075	01:30		620.1	32.05	3.14	475.2	24.56	2.41		211.8	10.95	1.07		
2.54	0.100	02:00		851.1	43.98	4.31	67.39	627.0	32.40	3.18	50.72	280.2	14.48	1.42	20.29
3.17	0.125	02:30		1012.1	52.30	5.13		747.5	38.63	3.79		337.8	17.46	1.71	
3.81	0.150	03:00		1176.4	60.80	5.96		908.1	46.93	4.60		383.1	19.80	1.94	
5.08	0.200	04:00		1415.2	73.14	7.17	71.50	1131.9	58.50	5.74	57.97	463.8	23.97	2.35	23.19
6.35	0.250	05:00		1586.4	81.98	8.04		1333.2	68.90	6.76		531.3	27.46	2.69	
7.62	0.300	06:00		1759.7	90.94	8.92		1491.6	77.09	7.56		591.3	30.56	3.00	
8.89	0.350	07:00		1885.7	97.45	9.56		1641.5	84.83	8.32		670.3	32.57	3.19	
10.16	0.400	08:00		2002.1	103.47	10.15		1783.1	92.15	9.04		785.1	35.48	3.48	
11.43	0.450	09:00		2135.4	110.36	10.82		1934.2	99.96	9.80		747.0	36.88	3.79	
12.70	0.500	10:00		2318.0	119.79	11.75		2059.8	106.45	10.44		809.9	40.82	4.00	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Certificado de validación N° 01-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI : 47136310	ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176
--	--

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

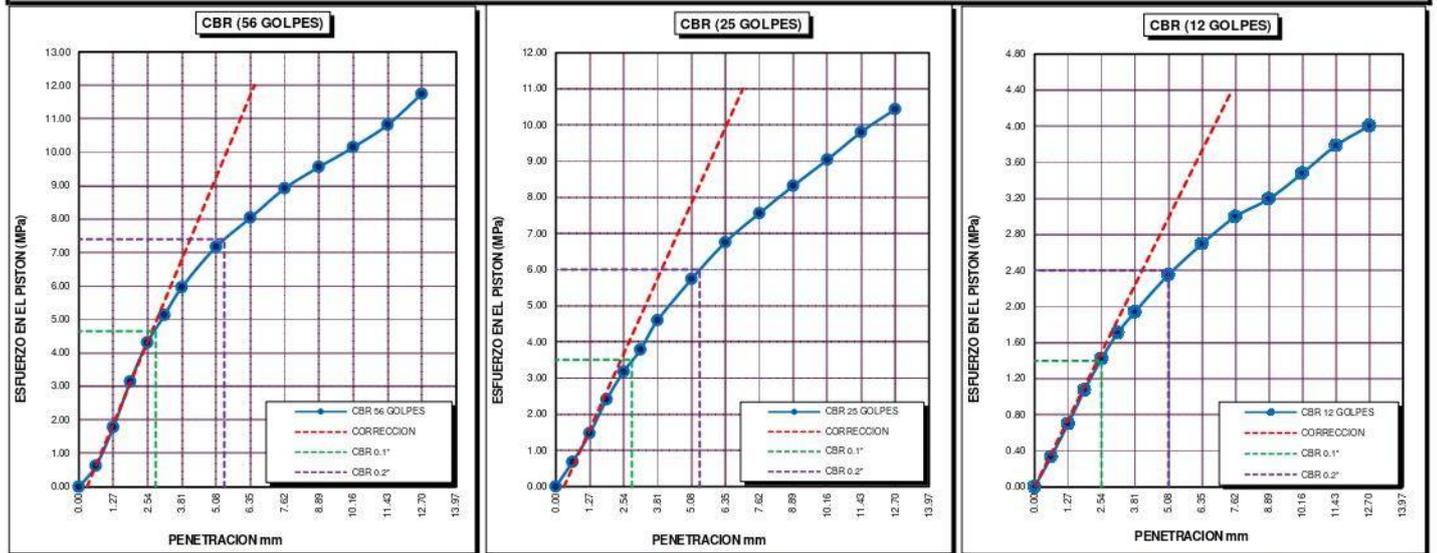
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-14-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01		
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION	: PATRÓN + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

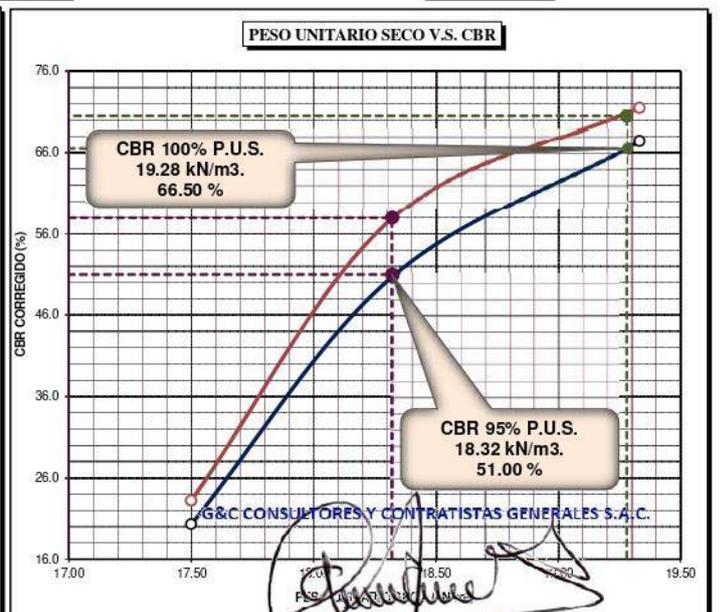
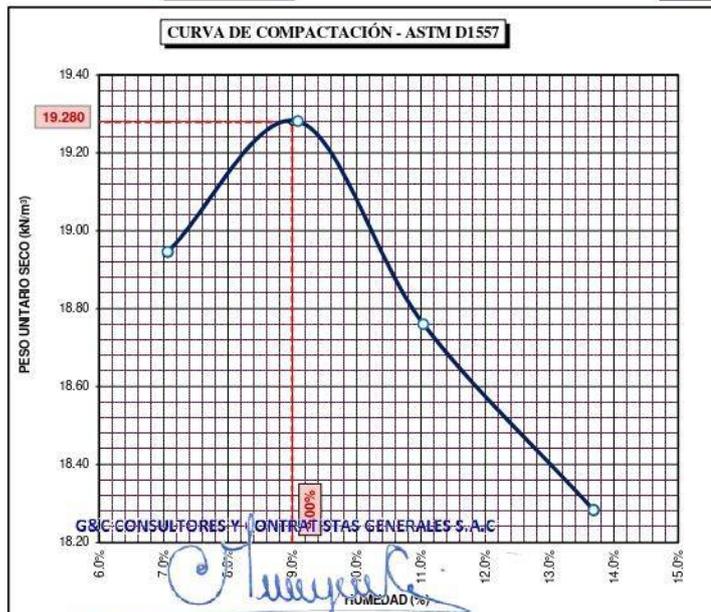
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.28 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.32 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 9.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	66.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	70.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	51.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	58.00 %

GRAFICOS



CBR C. = 67 % CBR C. = 51 % CBR C. = 20 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. I. C. MARY CARMEN MORALES CALDERON Ing. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310 CIP : 209176

Adición de muestra patrón + 2.0% de cloruro de
calcio

LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

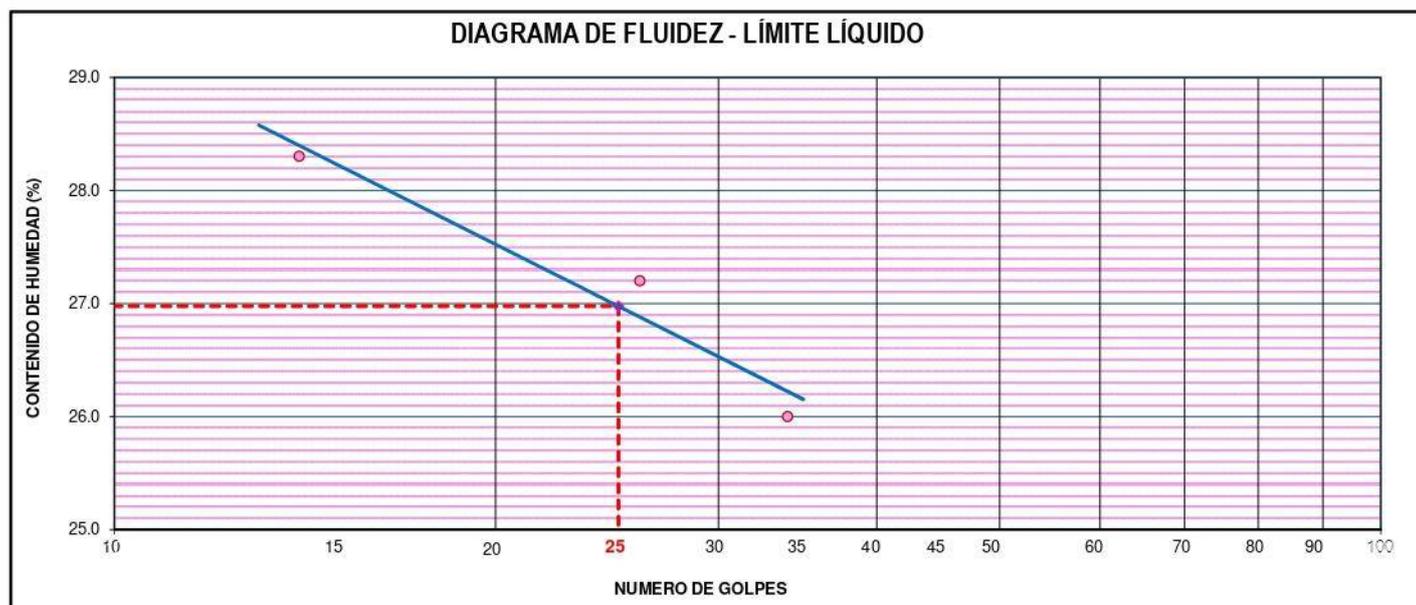
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMAO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-05/22-15-G&C Fecha : 03 de Julio del 2022
---------------	--	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 19	LC - 20	LC - 21	
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47	47.34	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.83	58.92	63.12	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.48	56.04	59.86	
MASA DE AGUA	[g]	3.35	2.88	3.26	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.82	10.57	12.52	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.3	27.2	26.0	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	34	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		P	LC - 23	LC - 24	
MASA DE LA TARA	[g]	43.07	48.17	45.8	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	45.95	51.84	49.52	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	45.41	51.13	48.80	
MASA DE AGUA	[g]	0.54	0.71	0.72	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.34	2.96	3.00	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.1	24.0	24.0	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.00
LIMITE PLASTICO	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	3.00

Bach. I. C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

OBSERVACIONES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. **ALEX LUIS GOMEZ CALLA**
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-15-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA :	TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION :	PATRÓN + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2137 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,862 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13301	13439	13451	13385
Masa del Molde	[g]	8862	8862	8862	8862
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4439	4577	4589	4523
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.077	2.142	2.148	2.117

Capsula No	No	TP-37	TP-38	TP-39	TP-40
Masa de la Capsula	[g]	90.41	89.01	91.26	90.29
Suelo Humedo + Capsula	[g]	594.45	512.38	537.38	586.88
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	557.40	473.93	489.38	525.91
Masa del Agua	[g]	37.05	38.45	48.00	60.97
Masa del Suelo Seco	[g]	466.99	384.92	398.12	435.62
Humedad (%)	%	7.93%	9.99%	12.06%	14.00%
Promedio de Humedad (%)	%	7.93%	9.99%	12.06%	14.00%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.925	1.947	1.917	1.857
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.88	19.10	18.79	18.21

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

PESO UNITARIO SECO	1.948 gr/cc	19.100 kN/m ³
HUMEDAD OPTIMA	10.00 %	10.00 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL EMPLEO

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP : 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESTES	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-15-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	ESTE -
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION	: PATRÓN + 2.0% CLORURO DE CALCIO
			NORTE -
			COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.10 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-6	N-6	Q-6
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12410	12561	11961	12076	11090	11271
Masa del Molde	[g]	7820	7820	7546	7546	6830	6830
Masa del Suelo Humedo	[g]	4590	4741	4415	4530	4260	4441
Volumen del Suelo	cm ³	2142	2142	2134	2134	2132	2132
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.143	2.213	2.069	2.123	1.999	2.083
Capsula No	No	PC - 31	PC - 32	PC - 33	PC - 34	PC - 35	PC - 36
Masa de la Capsula	[g]	89.66	54.67	83.60	84.32	87.41	47.40
Suelo Humedo + Capsula	[g]	422.12	330.06	465.39	536.85	431.40	270.66
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	392.45	300.06	430.84	485.39	399.17	244.73
Masa del Agua	[g]	29.67	30.00	34.55	51.46	32.23	25.93
Masa del Suelo Seco	[g]	302.79	245.39	347.24	401.07	311.76	197.33
% de Humedad	%	9.80%	12.23%	9.95%	12.83%	10.34%	13.14%
Promedio de Humedad	%	9.80%	12.23%	9.95%	12.83%	10.34%	13.14%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.951	1.972	1.882	1.881	1.811	1.841
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.137	19.339	18.453	18.450	17.763	18.059

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	512.00	0.00	0.00	763.00	0.00	0.00	613.50	0.00	0.00
		24:00:00	514.00	0.05	0.04	767.60	0.12	0.09	619.70	0.16	0.12
		48:00:00	513.50	0.04	0.03	765.10	0.05	0.04	620.10	0.17	0.13
		72:00:00	515.30	0.08	0.07	768.70	0.14	0.11	619.30	0.15	0.12
		96:00:00	516.00	0.10	0.08	770.00	0.18	0.14	622.00	0.22	0.17

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-6				MOLDE No N-6				MOLDE No Q-6			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		120.2	6.21	0.61	112.5	5.81	0.57	57.1	2.95	0.29			
1.27	0.050	01:00		287.7	14.87	1.46	262.5	13.57	1.33	141.2	7.30	0.72			
1.90	0.075	01:30		480.4	24.83	2.43	433.1	22.38	2.20	236.7	12.23	1.20			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	658.1	34.01	3.34	52.17	577.5	29.84	2.93	43.48	290.3	15.00	1.47	22.46
3.17	0.125	02:30		823.5	42.56	4.17	683.8	35.34	3.47	327.7	16.94	1.66			
3.81	0.150	03:00		979.9	50.64	4.97	845.6	43.70	4.29	366.6	18.95	1.86			
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1256.6	64.94	6.37	63.77	1108.8	57.30	5.62	55.07	430.2	22.23	2.18	21.74
6.35	0.250	05:00		1475.5	76.25	7.48	1315.0	67.96	6.66	477.3	24.67	2.42			
7.62	0.300	06:00		1679.9	86.82	8.51	1480.6	76.52	7.50	515.1	26.62	2.61			
8.89	0.350	07:00		1837.7	94.97	9.31	1612.5	83.33	8.17	553.3	28.59	2.80			
10.16	0.400	08:00		1990.1	102.85	10.09	1746.3	90.25	8.89	591.2	30.80	3.03			
11.43	0.450	09:00		2100.7	108.56	10.65	1873.3	96.81	9.49	620.7	32.92	3.15			
12.70	0.500	10:00		2227.0	115.09	11.29	1999.5	103.33	10.13	627.7	32.44	3.15			

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

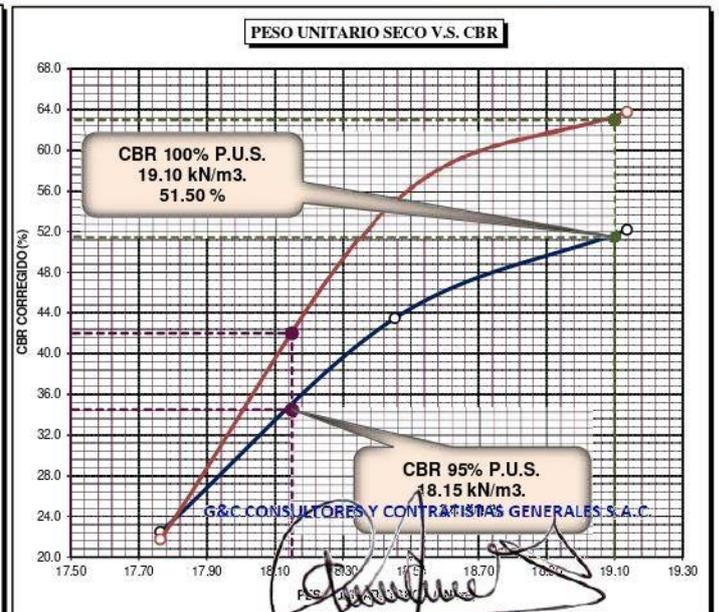
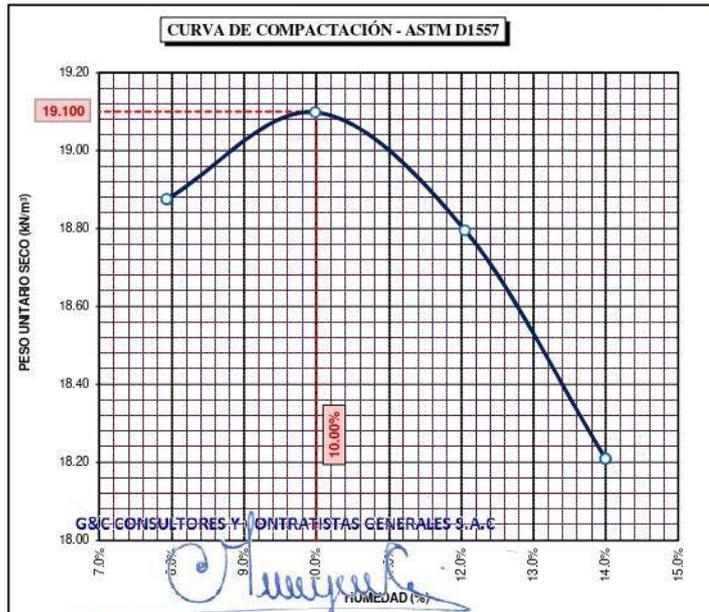
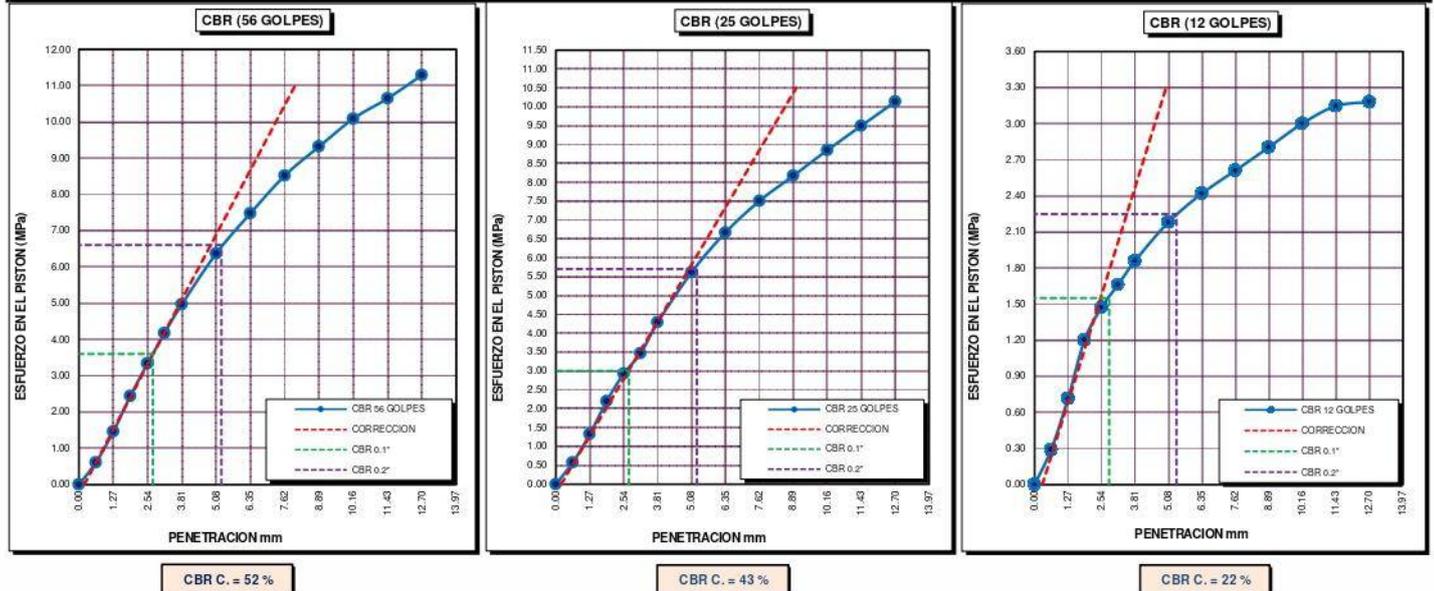
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T_UCV_EIJ-02/22-15-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE -
PROGRESIVA	: 63+850	NORTE -
		COTA -
		TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
		CONDICION : PATRÓN + 2.0% CLORURO DE CALCIO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.10 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.15 kN/m ³
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	51.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	63.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	34.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	42.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIÓN : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP : 209176

Adición de muestra patrón + 2.5% de cloruro de
calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

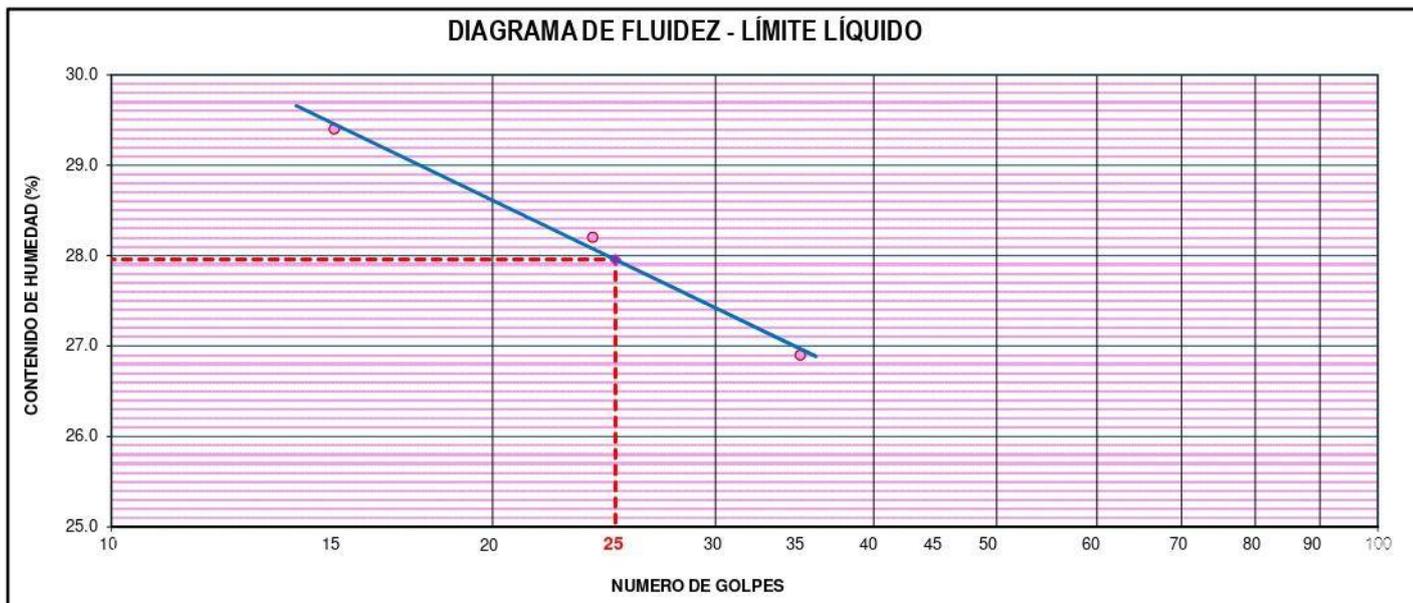
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-05/22-16-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 25	LC - 26	LC - 27	
MASA DE LA TARA	[g]	42.39	48.66	46.09	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.04	67.63	64.19	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.80	63.46	60.35	
MASA DE AGUA	[g]	4.24	4.17	3.84	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.41	14.8	14.26	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.4	28.2	26.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	24	35	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 28	LC - 29	LC - 30	
MASA DE LA TARA	[g]	46.45	46.52	46.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.83	49.91	49.10	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.20	49.27	48.63	
MASA DE AGUA	[g]	0.63	0.64	0.47	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.75	2.75	2.02	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.9	23.3	23.3	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

Bach. I. C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

OBSERVACIONES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-16-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

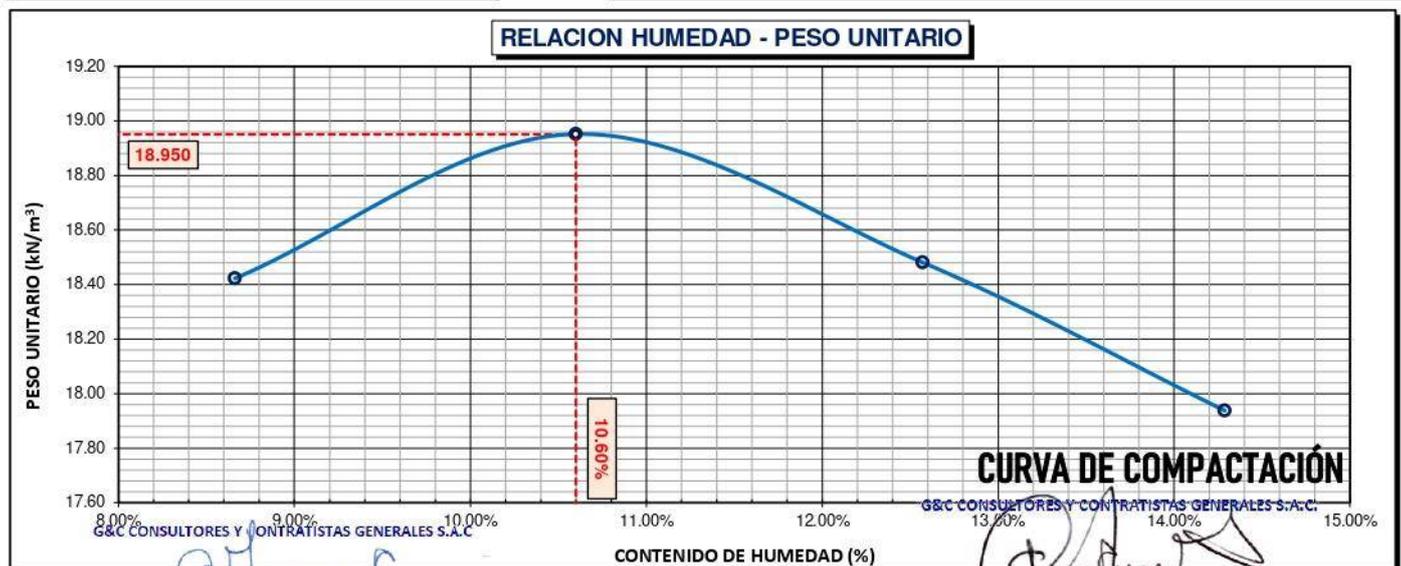
MOLDE No	: X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2133 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 9,055 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13409	13614	13580	13514
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		9055	9055	9055	9055
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4354	4559	4525	4459
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.041	2.137	2.121	2.090

Capsula No	No	TP-41	TP-42	TP-43	TP-44
Masa de la Capsula	[g]	60.28	58.61	58.81	59.94
Suelo Humedo + Capsula	[g]	315.44	377.25	313.65	315.98
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	295.10	346.71	285.19	283.97
Masa del Agua	[g]	20.34	30.54	28.46	32.01
Masa del Suelo Seco	[g]	234.82	288.10	226.38	224.03
Humedad (%)	%	8.66%	10.60%	12.57%	14.29%
Promedio de Humedad (%)	%	8.66%	10.60%	12.57%	14.29%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.879	1.932	1.884	1.829
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.42	18.95	18.48	17.94

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.932 gr/cc	: 18.950 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 10.60 %	: 10.60 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-16-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850		
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.95 kN/m3
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.60 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-7	N-7	Q-7			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12800	12858	12091	12211	12080	12260
Masa del Molde	[g]	8230	8230	7767	7767	7870	7870
Masa del Suelo Húmedo	[g]	4570	4628	4324	4444	4210	4390
Volumen del Suelo	cm ³	2111	2111	2123	2123	2141	2141
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.164	2.192	2.037	2.093	1.966	2.050
Capsula No	No	PC - 37	PC - 38	PC - 39	PC - 40	PC - 41	PC - 42
Masa de la Capsula	[g]	52.39	48.48	85.32	83.31	49.60	52.36
Suelo Húmedo + Capsula	[g]	280.00	340.31	549.06	564.93	267.38	241.07
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	258.04	310.66	505.29	507.46	246.29	214.24
Masa del Agua	[g]	21.96	29.65	43.77	57.47	21.09	26.83
Masa del Suelo Seco	[g]	205.65	262.18	419.97	424.15	196.69	161.88
% de Humedad	%	10.68%	11.31%	10.42%	13.55%	10.72%	16.57%
Promedio de Humedad	%	10.68%	11.31%	10.42%	13.55%	10.72%	16.57%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.956	1.969	1.845	1.843	1.776	1.759
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.177	19.311	18.088	18.078	17.414	17.247

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	313.00	0.00	0.00	668.10	0.00	0.00	214.80	0.00	0.00
		24:00:00	314.20	0.03	0.02	671.20	0.08	0.06	216.90	0.05	0.04
		48:00:00	314.90	0.05	0.04	673.90	0.15	0.12	219.70	0.12	0.10
		72:00:00	314.50	0.04	0.03	672.10	0.10	0.08	223.00	0.21	0.16
		96:00:00	315.20	0.06	0.04	673.20	0.13	0.10	222.40	0.19	0.15

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-7				MOLDE No N-7				MOLDE No Q-7			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30		46.2	2.39	0.23	103.4	5.34	0.52	77.8	4.02	0.39			
1.27	0.050	01:00		118.6	6.13	0.60	230.8	11.93	1.17	139.8	7.22	0.71			
1.90	0.075	01:30		214.1	11.06	1.09	336.1	17.37	1.70	184.5	9.53	0.93			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	335.2	17.32	1.70	36.23	418.1	21.61	2.12	30.43	218.5	11.29	1.11	15.94
3.17	0.125	02:30		456.2	23.58	2.31		516.1	26.67	2.62		241.9	12.50	1.23	
3.81	0.150	03:00		590.1	30.50	2.99		617.5	31.91	3.13		265.0	13.69	1.34	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	810.1	41.87	4.11	45.41	805.4	41.62	4.08	39.61	300.7	15.54	1.52	14.49
6.35	0.250	05:00		989.8	51.15	5.02		950.3	49.11	4.82		332.6	17.19	1.69	
7.62	0.300	06:00		1146.9	59.27	5.81		1059.5	54.75	5.37		359.5	18.58	1.82	
8.89	0.350	07:00		1281.1	66.21	6.49		1172.0	60.57	5.94		378.9	19.58	1.92	
10.16	0.400	08:00		1376.0	71.11	6.97		1287.7	66.33	6.42		398.2	20.56	2.00	
11.43	0.450	09:00		1456.8	75.29	7.38		1346.0	69.56	6.82		419.7	21.55	2.13	
12.70	0.500	10:00		1570.1	81.14	7.96		1391.7	71.92	7.05		431.1	22.43	2.20	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de validación N° LP-22-2021 con fecha 21/02/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

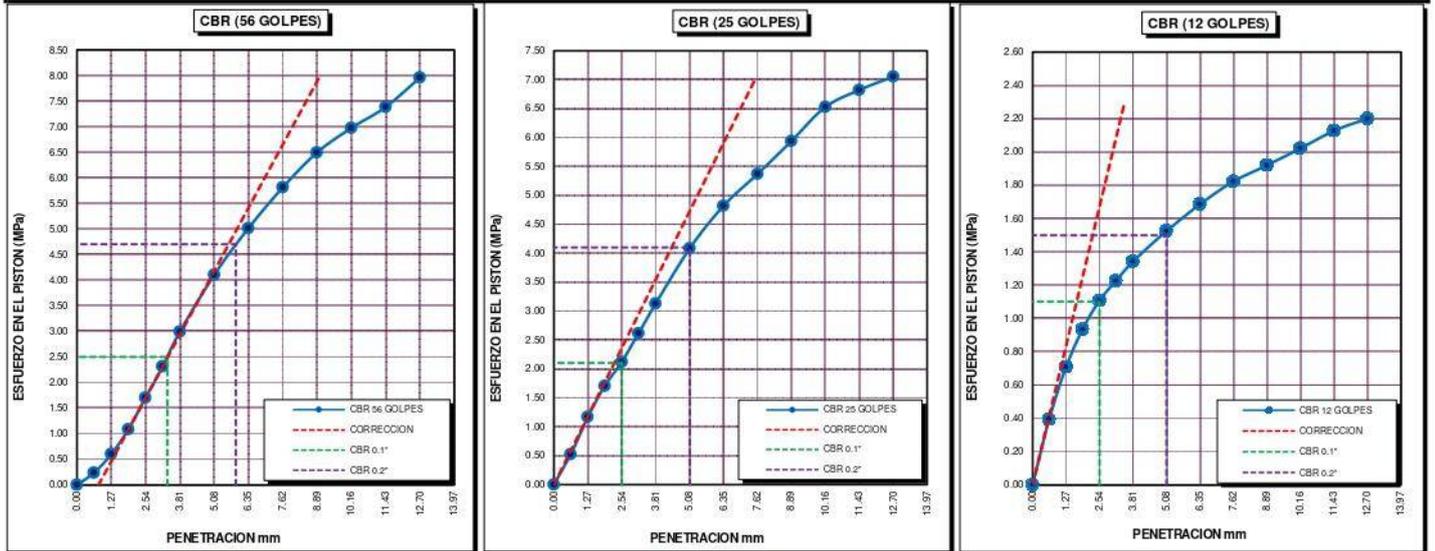
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-16-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
CALICATA : C - 01		ESTE -
MUESTRA : M - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)	NORTE -
PROGRESIVA : 63+850	CONDICION : PATRÓN + 2.5% CLORURO DE CALCIO	COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM		NORMA : ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO : 18.95 kN/m3
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)		METODO DE ENSAYO : [Método C]	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 18.00 kN/m3
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena		TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 10.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	35.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	44.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	29.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	38.00 %

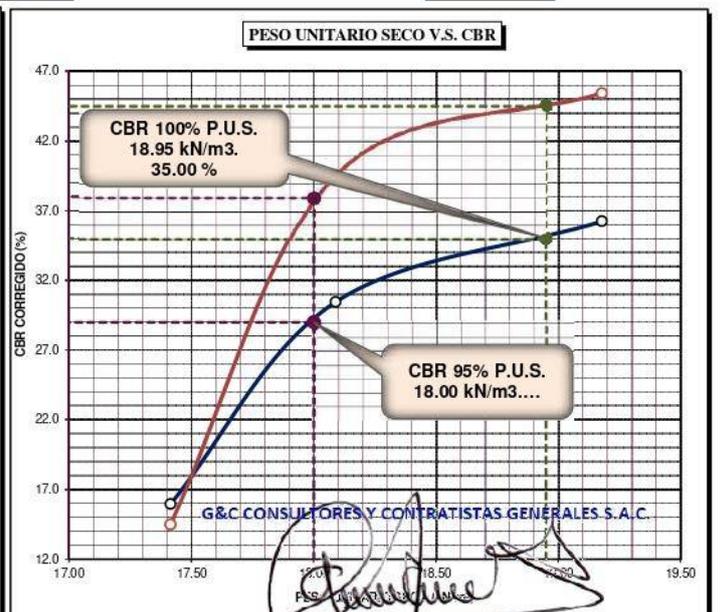
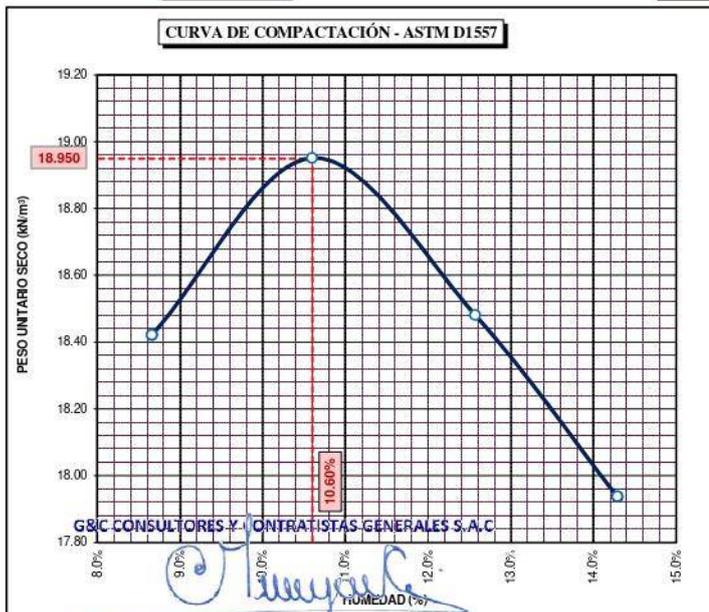
GRAFICOS



CBR C. = 36 %

CBR C. = 30 %

CBR C. = 16 %



OBSERVACIÓN : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN GONZALEZ Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

**Anexo E. Ensayos de laboratorio: Suelo Patrón +
0.2%, 0.25%, 0.30%, 0.35% y 0.40% Aceite
Sulfonado**

LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

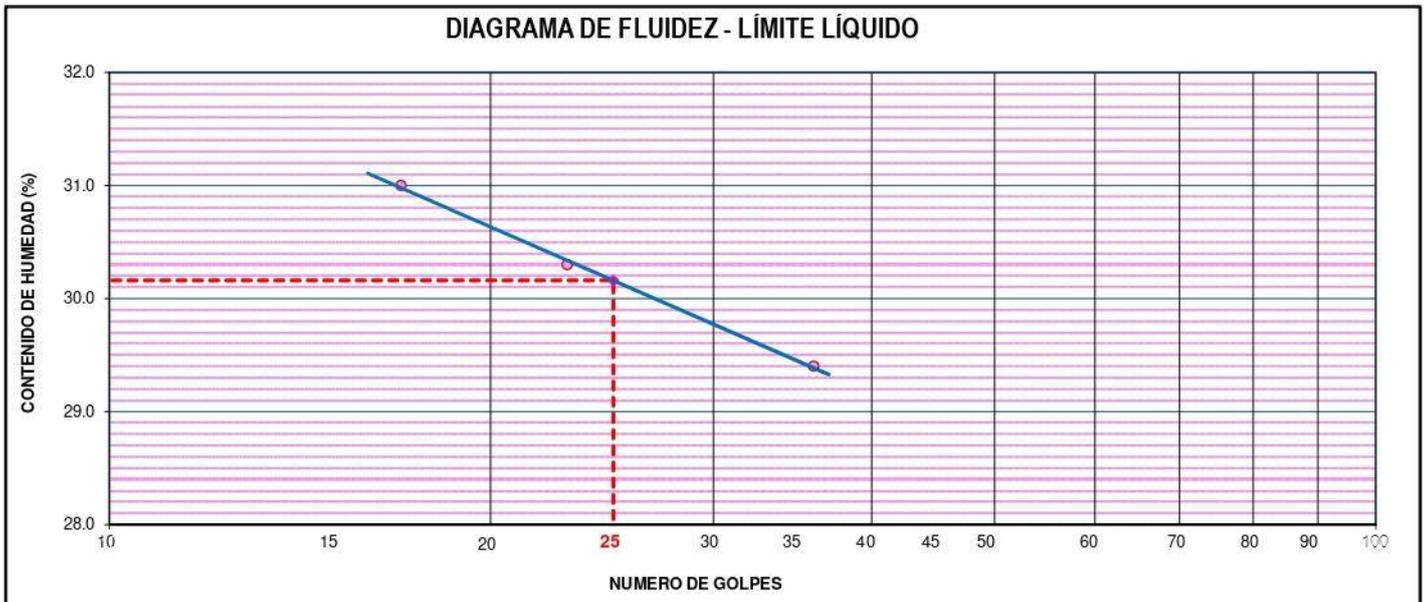
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-07-G&C Fecha : 03 de Julio del 2022
--------------	---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20 % DE ACEITE SULFANADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 37	LC - 38	LC - 39	
MASA DE LA TARA	[g]	46.54	46.81	48.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.73	60.88	67.56	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.37	57.61	63.25	
MASA DE AGUA	[g]	3.36	3.27	4.31	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.83	10.8	14.64	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.0	30.3	29.4	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	23	36	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 40	LC - 41	LC - 42	
MASA DE LA TARA	[g]	48.58	46.71	47.02	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.50	49.22	50.19	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.94	48.73	49.58	
MASA DE AGUA	[g]	0.56	0.49	0.61	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.36	2.02	2.56	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.7	24.3	23.8	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	30.00
LIMITE PLASTICO	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	6.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROGRESIVADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-07-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
CALICATA	: C - 01		ESTE : -
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA : TEMPERATURA AMBIENTE	NORTE : -
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION : PATRÓN + 0.20 % DE ACEITE SULFANADO	COTA : -

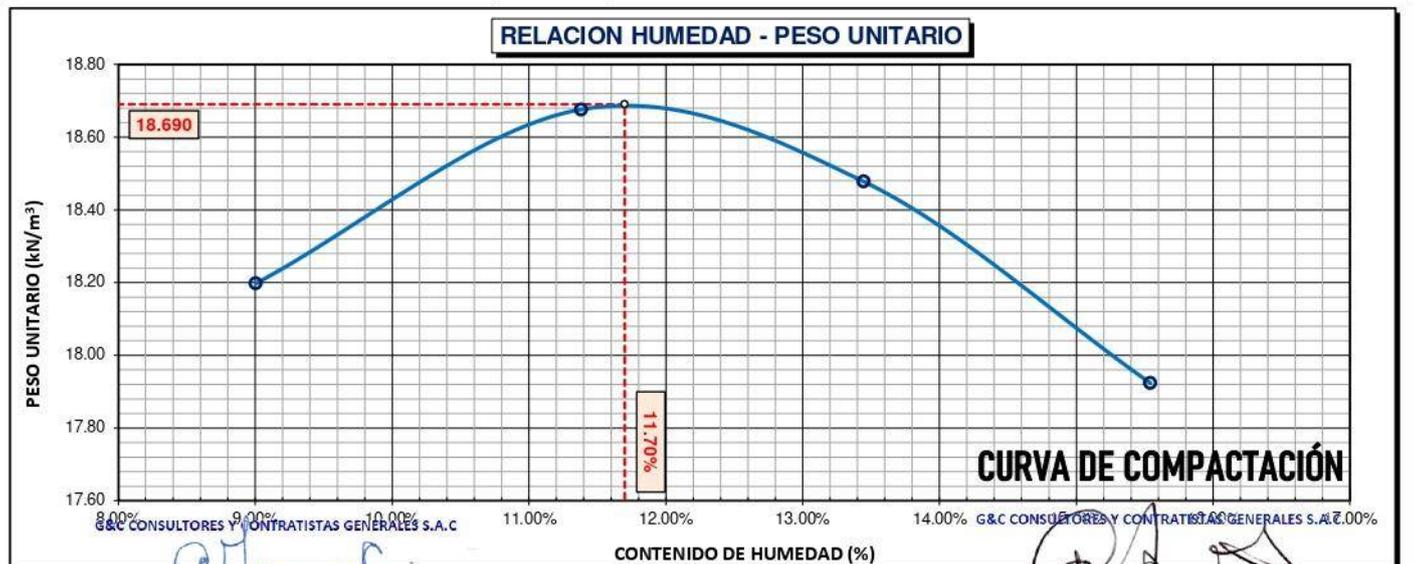
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2132 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,857 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13170	13380	13415	13360
Masa del Molde	[g]	8857	8857	8857	8857
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4313	4523	4558	4503
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.023	2.121	2.138	2.112

Capsula No	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Masa de la Capsula	[g]	48.47	49.62	48.33	46.34
Suelo Humedo + Capsula	[g]	356.23	328.01	270.13	282.36
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	330.81	299.56	243.84	250.61
Masa del Agua	[g]	25.42	28.45	26.29	31.75
Masa del Suelo Seco	[g]	282.34	249.94	195.51	204.27
Humedad (%)	%	9.00%	11.38%	13.45%	15.54%
Promedio de Humedad (%)	%	9.00%	11.38%	13.45%	15.54%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.856	1.904	1.884	1.828
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.20	18.68	18.48	17.92

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.906 gr/cc	: 18.690 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.70 %	: 11.70 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-07-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES				
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q			
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C) CONDICION : PATRÓN + 0.20 % DE ACEITE SULFONADO	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		ESTE	-
PROGRESIVA	: 63+850		NORTE	-
			COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.69 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.70 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-9	N-9	Q-9
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR		SUMERGIDO		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO	
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12707	12775	12108	12230	12629	12783		
Masa del Molde	[g]	8082	8082	7866	7866	8466	8466		
Masa del Suelo Humedo	[g]	4625	4693	4242	4364	4163	4317		
Volumen del Suelo	cm ³	2115	2115	2101	2101	2119	2119		
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.187	2.219	2.019	2.077	1.965	2.037		
Capsula No	No	PC - 49	PC - 50	PC - 51	PC - 52	PC - 53	PC - 54		
Masa de la Capsula	[g]	40.32	54.69	85.32	83.00	56.44	45.17		
Suelo Humedo + Capsula	[g]	266.10	310.79	550.60	491.41	293.85	307.21		
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	242.61	279.09	501.64	437.94	268.78	271.06		
Masa del Agua	[g]	23.49	31.70	48.96	53.47	25.07	36.15		
Masa del Suelo Seco	[g]	202.29	224.40	416.32	354.94	212.34	225.89		
% de Humedad	%	11.61%	14.13%	11.76%	15.06%	11.81%	16.00%		
Promedio de Humedad	%	11.61%	14.13%	11.76%	15.06%	11.81%	16.00%		
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.960	1.945	1.807	1.805	1.757	1.756		
Peso Unitario Seco	kN/m ²	19.217	19.070	17.716	17.703	17.231	17.222		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	621.20	0.00	0.00	120.00	0.00	0.00	494.10	0.00	0.00
		24:00:00	630.70	0.24	0.19	124.00	0.10	0.08	497.50	0.09	0.07
		48:00:00	632.00	0.27	0.22	128.70	0.22	0.17	498.50	0.11	0.09
		72:00:00	633.10	0.30	0.24	126.90	0.18	0.14	498.00	0.10	0.08
		96:00:00	634.00	0.33	0.26	127.10	0.18	0.14	499.00	0.12	0.10

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-9				MOLDE No N-9				MOLDE No Q-9			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	135.6	7.01	0.69		165.5	8.55	0.84		137.7	7.12	0.70		
1.27	0.050	01:00	327.0	16.90	1.66		360.5	18.63	1.83		222.6	11.50	1.13		
1.90	0.075	01:30	518.1	26.78	2.63		522.5	27.00	2.65		275.3	14.23	1.40		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	672.5	34.75	3.41	52.17	673.0	34.78	3.41	50.00	322.7	16.68	1.64	23.91
3.17	0.125	02:30	826.7	42.72	4.19		821.5	42.45	4.16		371.5	19.20	1.88		
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	936.1	48.38	4.74	57.97	977.5	50.52	4.95	61.84	405.3	20.95	2.05	23.19
5.08	0.200	04:00		1148.6	59.36	5.82		1257.5	64.99	6.37		474.2	24.51	2.40	
6.35	0.250	05:00		1301.3	67.25	6.60		1468.5	75.89	7.44		527.2	27.25	2.67	
7.62	0.300	06:00		1450.3	74.95	7.35		1589.0	82.12	8.05		588.3	30.40	2.98	
8.89	0.350	07:00		1548.5	80.03	7.85		1681.2	86.88	8.52		627.8	32.96	3.23	
10.15	0.400	08:00		1642.6	84.89	8.33		1794.0	92.71	9.05		676.5	35.99	3.55	
11.43	0.450	09:00		1792.5	92.64	9.08		1901.0	98.24	9.66		733.7	38.87	3.72	
12.70	0.500	10:00		1875.4	96.92	9.50		1974.5	102.04	10.01		778.3	40.22	3.94	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

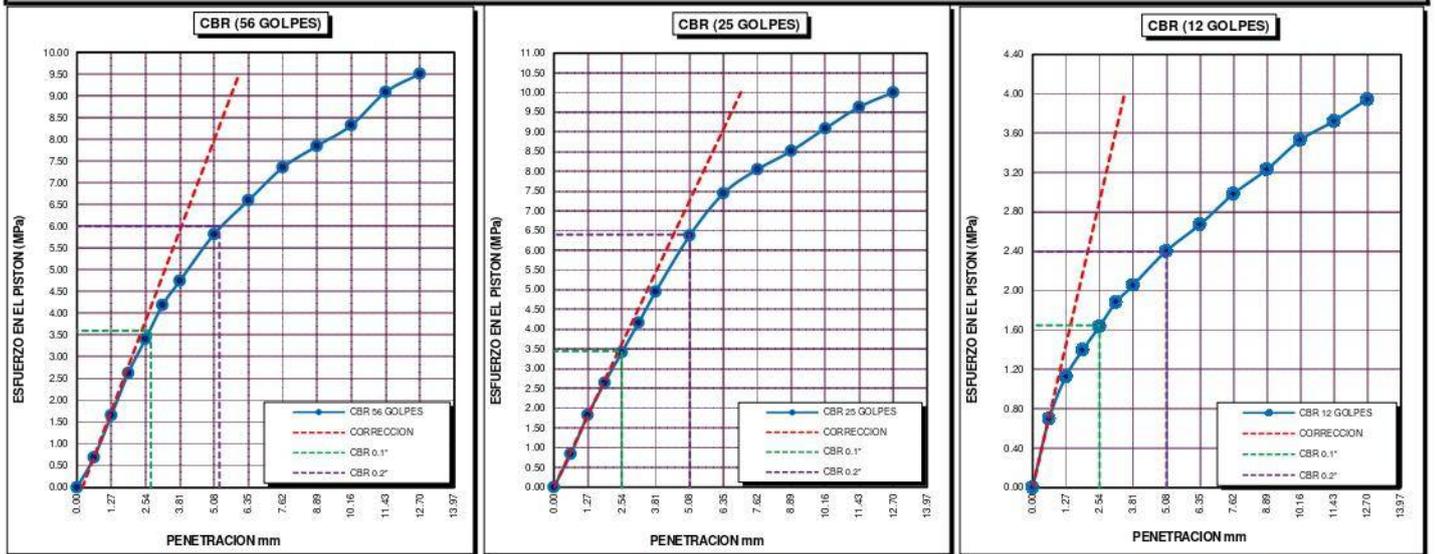
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-07-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	
		CONDICION : PATRÓN + 0.20 % DE ACEITE SULFONADO
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.69 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.76 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.70 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	52.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	61.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	50.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	62.50 %

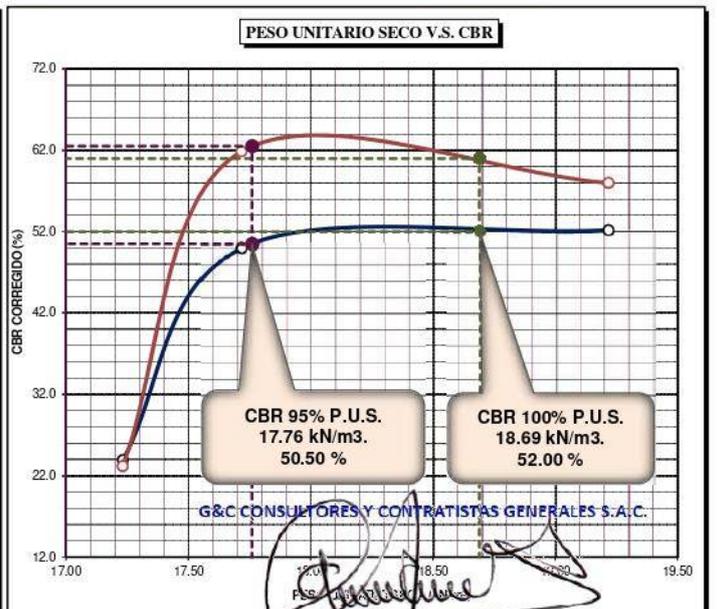
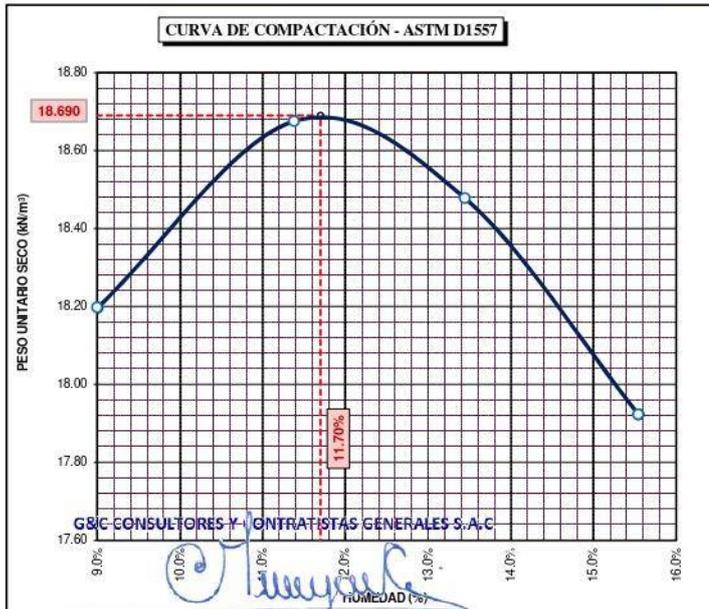
GRAFICOS



CBR C. = 52 %

CBR C. = 50 %

CBR C. = 24 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANACOBA Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.25% de aceite
sulfonado

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-08-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25 % DE ACEITE SULFANADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

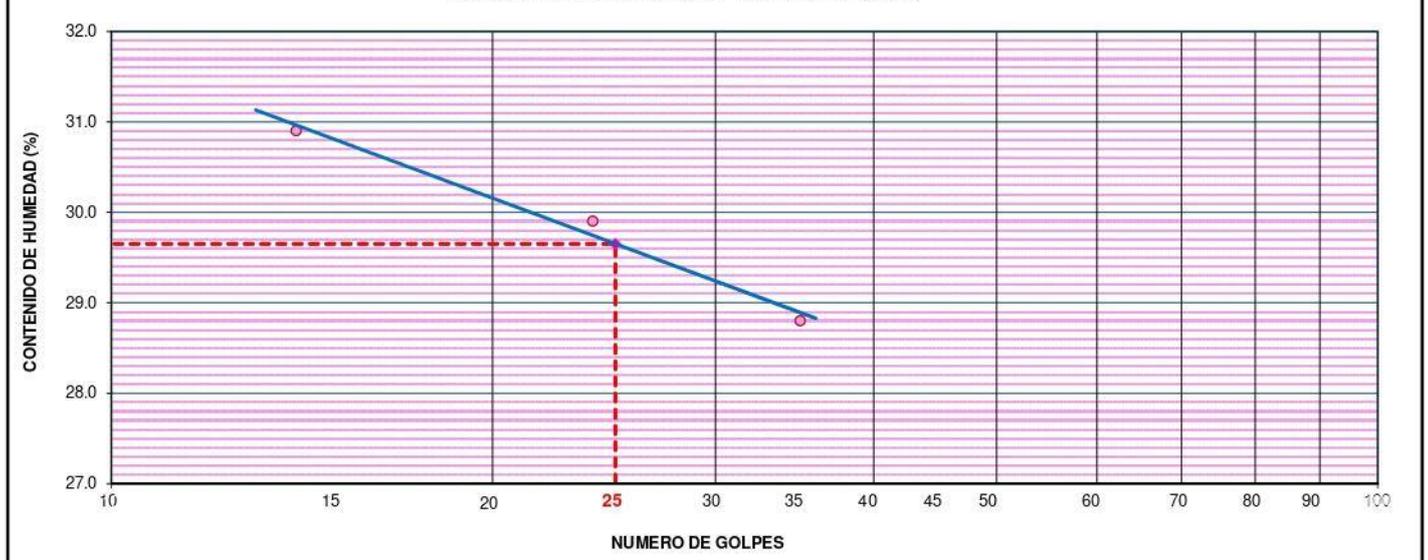
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 43	LC - 44	LC - 45
MASA DE LA TARA	[g]	46.64	47.04	48.58
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.76	60.29	67.03
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.43	57.24	62.90
MASA DE AGUA	[g]	3.33	3.05	4.13
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.79	10.2	14.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.9	29.9	28.8
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	35

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 46	LC - 47	LC - 48
MASA DE LA TARA	[g]	46.79	46.62	46.7
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.29	49.37	49.93
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.80	48.82	49.29
MASA DE AGUA	[g]	0.49	0.55	0.64
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.01	2.20	2.59
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.4	25.0	24.7

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	30.00
LIMITE PLASTICO	25.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-08-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25 % DE ACEITE SULFANADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

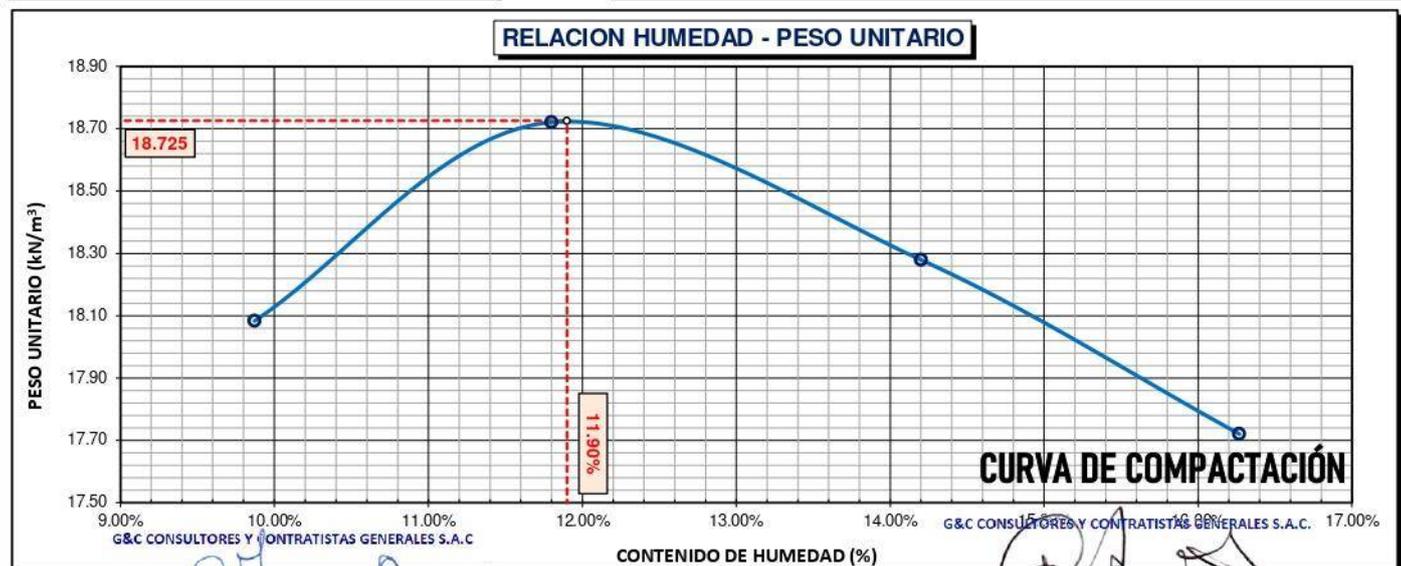
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2132 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,857 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13177	13408	13396	13337
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		8857	8857	8857	8857
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4320	4551	4539	4480
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.026	2.134	2.129	2.101

Capsula No	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Masa de la Capsula	[g]	61.15	60.30	58.22	57.79
Suelo Humedo + Capsula	[g]	410.77	360.63	332.75	334.81
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	379.36	328.93	298.61	296.05
Masa del Agua	[g]	31.41	31.70	34.14	38.76
Masa del Suelo Seco	[g]	318.21	268.63	240.39	238.26
Humedad (%)	%	9.87%	11.80%	14.20%	16.27%
Promedio de Humedad (%)	%	9.87%	11.80%	14.20%	16.27%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.844	1.909	1.864	1.807
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.08	18.72	18.28	17.72

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.909 gr/cc	18.725 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.90 %	11.90 %



OBSERVACIONES

LOS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-08-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25 % DE ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	: ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.73 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.90 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-10		N-10		Q-10		
		NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	
	n°	5	56	5	25	5	12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	1	1	1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	1	1	1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA		CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12770	12800	11797	11910	12360	12520
Masa del Molde	[g]	8140	8140	7525	7525	8145	8145
Masa del Suelo Humedo	[g]	4630	4660	4272	4385	4215	4375
Volumen del Suelo	cm ³	2147	2147	2108	2108	2143	2143
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.156	2.170	2.027	2.080	1.967	2.041
Capsula No	No	PC - 55	PC - 56	PC - 57	PC - 58	PC - 59	PC - 60
Masa de la Capsula	[g]	43.17	45.87	83.46	84.25	45.86	47.37
Suelo Humedo + Capsula	[g]	281.30	278.32	505.96	481.18	319.20	265.07
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	255.81	248.82	460.96	429.44	289.96	235.32
Masa del Agua	[g]	25.49	29.50	45.00	51.74	29.24	29.75
Masa del Suelo Seco	[g]	212.64	202.95	377.50	345.19	244.10	187.95
% de Humedad	%	11.99%	14.54%	11.92%	14.99%	11.98%	15.83%
Promedio de Humedad	%	11.99%	14.54%	11.92%	14.99%	11.98%	15.83%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.926	1.895	1.811	1.809	1.756	1.762
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.883	18.583	17.757	17.740	17.223	17.283

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	664.80	0.00	0.00	501.00	0.00	0.00	595.20	0.00	0.00
		24:00:00	670.00	0.13	0.10	503.50	0.06	0.05	598.70	0.09	0.07
		48:00:00	670.00	0.13	0.10	504.90	0.10	0.08	599.80	0.12	0.09
		72:00:00	669.00	0.11	0.08	505.30	0.11	0.09	601.10	0.15	0.12
		96:00:00	669.50	0.12	0.09	506.50	0.14	0.11	602.40	0.18	0.14

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-10				MOLDE No N-10				MOLDE No Q-10			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	236.9	12.24	1.20		121.5	6.28	0.62		98.6	5.10	0.50		
1.27	0.050	01:00	518.6	26.80	2.63		277.0	14.32	1.40		188.5	9.74	0.96		
1.90	0.075	01:30	771.7	39.88	3.91		400.0	20.67	2.03		264.7	13.68	1.34		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	993.2	51.33	5.03	72.46	499.0	25.79	2.53	36.23	330.6	17.09	1.68	23.91
3.17	0.125	02:30		1193.1	61.66	6.05		618.5	31.96	3.13		390.9	20.20	1.98	
3.81	0.150	03:00		1383.2	71.48	7.01		735.5	38.01	3.73		460.7	23.81	2.33	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1671.3	86.37	8.47	82.13	969.5	50.10	4.91	46.38	541.6	27.99	2.74	27.05
6.35	0.250	05:00		1898.7	98.12	9.62		1138.5	58.84	5.77		625.7	32.34	3.17	
7.62	0.300	06:00		2064.8	106.71	10.46		1226.5	63.39	6.22		700.6	36.21	3.55	
8.89	0.350	07:00		2194.3	113.40	11.12		1301.0	67.24	6.59		790.7	40.35	3.96	
10.16	0.400	08:00		2346.7	121.28	11.89		1354.5	70.69	6.96		838.4	43.59	4.24	
11.43	0.450	09:00		2492.8	128.83	12.63		1381.0	71.37	7.00		915.1	46.80	4.64	
12.70	0.500	10:00		2636.4	136.25	13.36		1416.5	73.20	7.18		986.4	50.93	5.00	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de validación N° LP-22-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

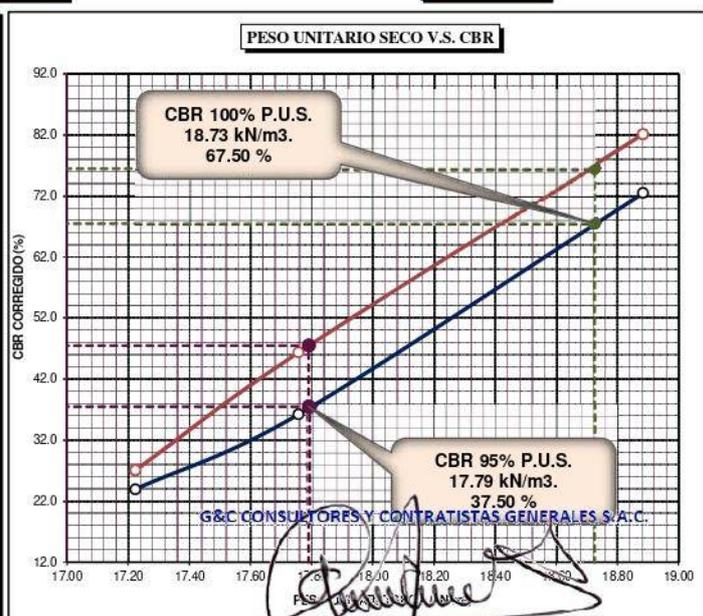
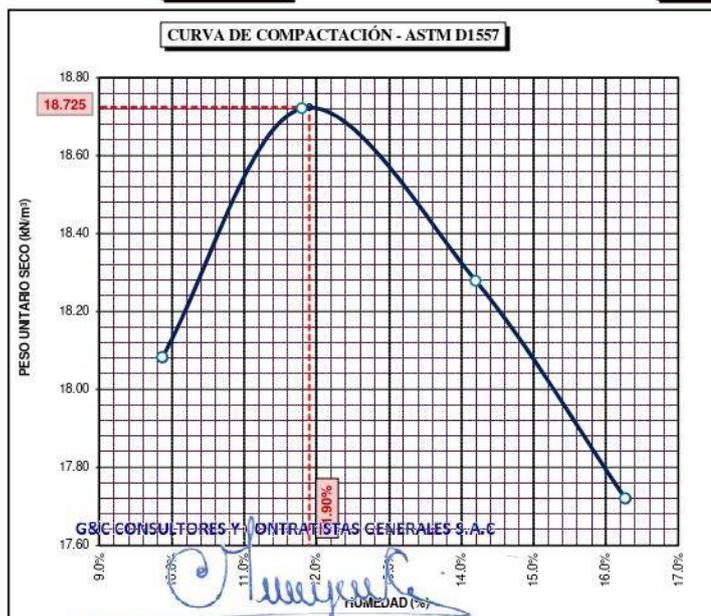
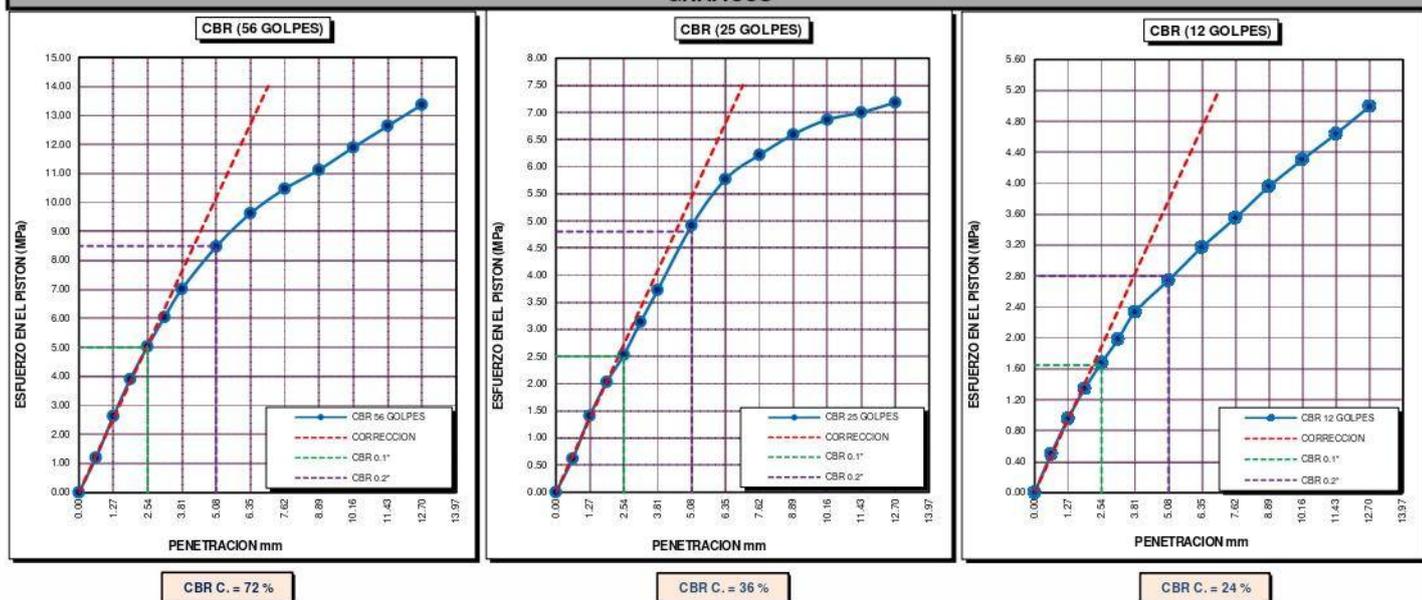
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-08-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION : PATRÓN + 0.25 % DE ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS
		ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.73 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.79 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.90 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	67.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	76.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	37.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	47.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Bach. I.C. MARY CARMEN YANACONDO Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI : 47136310
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.30% de aceite
sulfonado

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

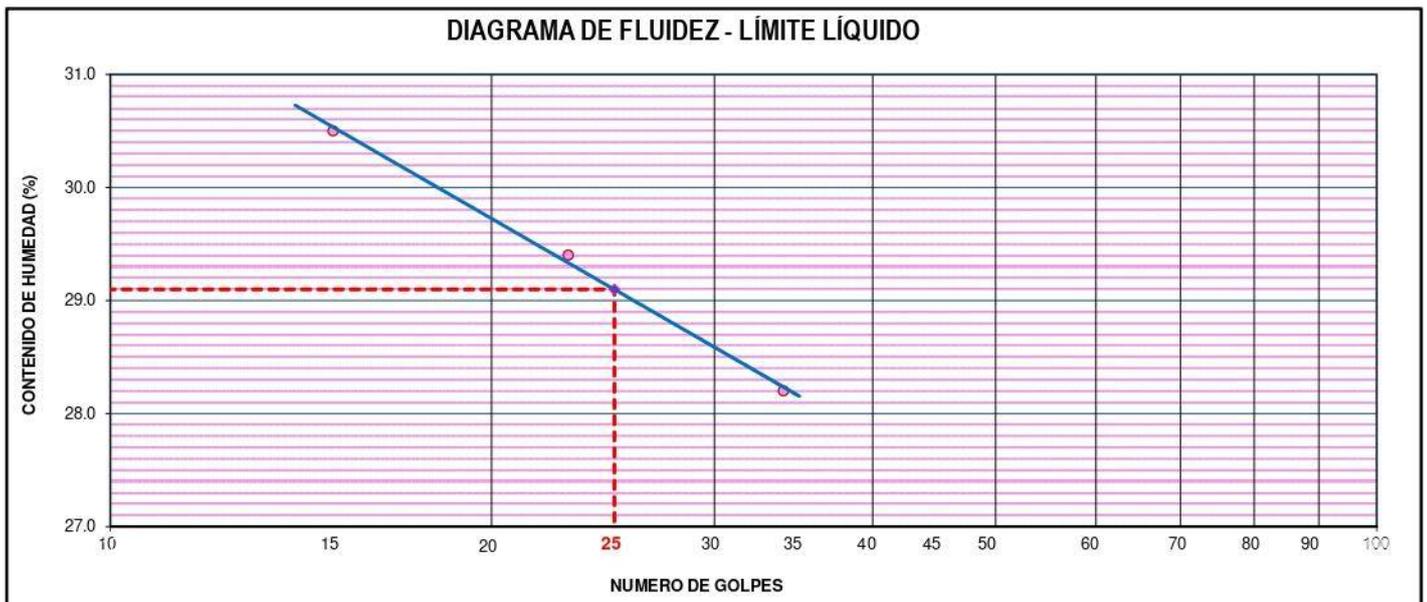
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-09-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.30 % DE ACEITE SULFANADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 49	LC - 50	LC - 51	
MASA DE LA TARA	[g]	48.67	46.71	46.16	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.24	62.51	62.89	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.07	58.92	59.21	
MASA DE AGUA	[g]	3.17	3.59	3.68	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.4	12.21	13.05	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.5	29.4	28.2	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	23	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 52	LC - 53	LC - 54	
MASA DE LA TARA	[g]	46.38	48.67	48.7	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.22	51.86	51.24	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.65	51.22	50.73	
MASA DE AGUA	[g]	0.57	0.64	0.51	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.27	2.55	2.03	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.1	25.1	25.1	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	29.00
LÍMITE PLÁSTICO	25.00
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON TOMADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-09-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA :	TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION :	PATRÓN + 0.30 % DE ACEITE SULFANADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4":	20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8":	37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	46.72 %
		METODO DE ENSAYO	[Método C]
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

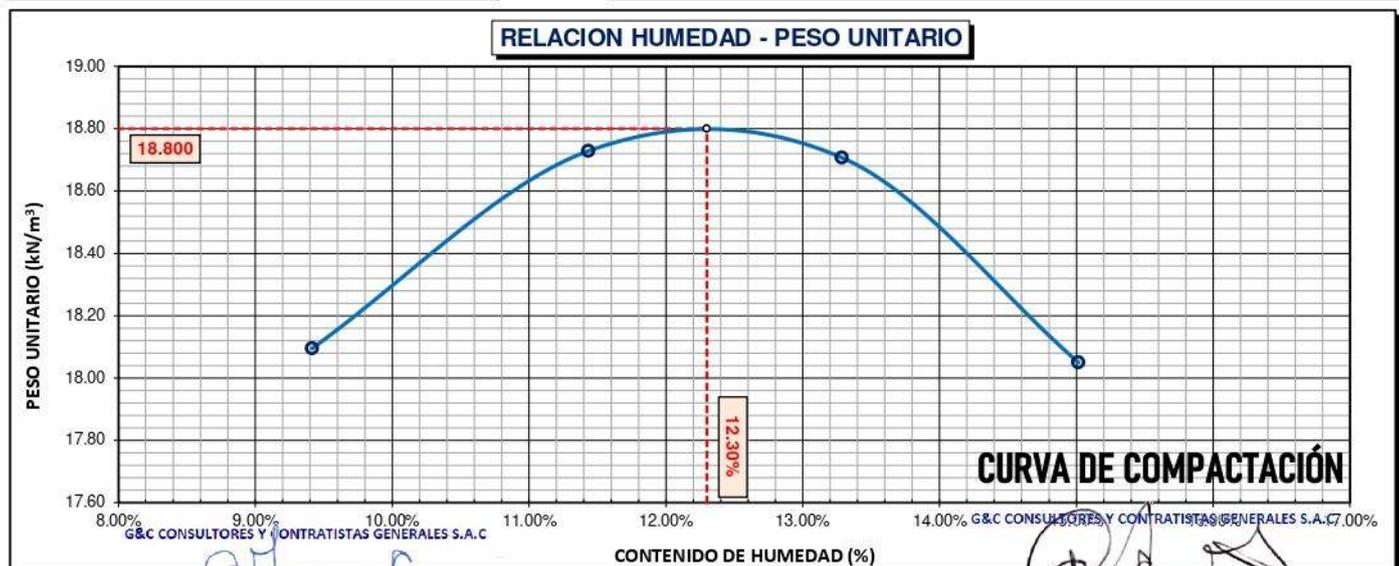
EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2132 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,857 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13162	13395	13465	13371
Masa del Molde	[g]	8857	8857	8857	8857
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4305	4538	4608	4514
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.019	2.128	2.161	2.117

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	63.79	59.96	47.69	49.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	340.62	358.93	293.47	264.30
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	316.80	328.25	264.64	236.25
Masa del Agua	[g]	23.82	30.68	28.83	28.05
Masa del Suelo Seco	[g]	253.01	268.29	216.95	186.79
Humedad (%)	%	9.41%	11.44%	13.29%	15.02%
Promedio de Humedad (%)	%	9.41%	11.44%	13.29%	15.02%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.845	1.910	1.908	1.841
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.10	18.73	18.71	18.05

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

PESO UNITARIO SECO	1.917 gr/cc	18.800 kN/m ³
HUMEDAD OPTIMA	12.30 %	12.30 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"
Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-09-G&C
Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q			
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)	ESTE :	-
MUESTRA : M - 01	CONDICION : PATRÓN + 0.30 % DE ACEITE SULFONADO	NORTE :	-
PROGRESIVA : 63+850		COTA :	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GM	METODO DE ENSAYO :	[Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO :	18.80 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA :	12.30 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN :	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO :	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN :	Húmedo

MOLDE No	COD.	A-11	N-11	Q-11
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

CONDICIONES DE LA MUESTRA							
	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12260	12285	12347	12458	11130	11243
Masa del Molde	[g]	7710	7710	7911	7911	6810	6810
Masa del Suelo Humedo	[g]	4550	4575	4436	4547	4320	4433
Volumen del Suelo	cm ³	2124	2124	2121	2121	2131	2131
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.143	2.154	2.091	2.144	2.027	2.080
Capsula No	No	PC - 61	PC - 62	PC - 63	PC - 64	PC - 65	PC - 66
Masa de la Capsula	[g]	46.32	47.43	83.06	85.77	45.47	61.49
Suelo Humedo + Capsula	[g]	255.94	276.91	486.38	596.63	217.75	345.75
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	235.30	251.26	442.24	528.23	199.24	307.45
Masa del Agua	[g]	20.64	25.65	44.14	68.40	18.51	38.30
Masa del Suelo Seco	[g]	188.98	203.83	359.18	442.46	153.77	245.96
% de Humedad	%	10.92%	12.58%	12.29%	15.46%	12.04%	15.57%
Promedio de Humedad	%	10.92%	12.58%	12.29%	15.46%	12.04%	15.57%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.932	1.914	1.863	1.857	1.809	1.800
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.943	18.766	18.266	18.209	17.743	17.650

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	131.60	0.00	0.00	52.00	0.00	0.00	236.00	0.00	0.00
		24:00:00	132.00	0.01	0.01	53.20	0.03	0.02	237.90	0.05	0.04
		48:00:00	132.50	0.02	0.02	54.50	0.06	0.05	238.50	0.06	0.05
		72:00:00	132.80	0.03	0.02	54.80	0.07	0.06	239.40	0.09	0.07
		96:00:00	133.30	0.04	0.03	55.00	0.08	0.06	239.80	0.10	0.08

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-11				MOLDE No N-11				MOLDE No Q-11			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	75.4	3.90	0.38		110.0	5.68	0.56		77.6	4.01	0.39		
1.27	0.050	01:00	166.3	8.59	0.84		248.0	12.82	1.26		223.7	11.56	1.13		
1.90	0.075	01:30	281.3	14.54	1.43		359.0	18.55	1.82		297.6	15.38	1.51		
2.54	0.100	02:00	414.5	21.42	2.10	39.13	450.0	23.26	2.28	33.33	349.5	18.06	1.77	27.54	
3.17	0.125	02:30	556.7	28.77	2.82		564.0	29.15	2.86		390.5	20.18	1.98		
3.81	0.150	03:00	680.6	35.17	3.45		666.5	34.44	3.38		431.2	22.28	2.19		
5.08	0.200	04:00	927.2	47.92	4.70	49.28	866.0	44.75	4.39	42.51	514.2	26.57	2.61	26.09	
6.35	0.250	05:00	1122.6	58.02	5.69		1003.5	51.86	5.09		575.6	29.75	2.92		
7.62	0.300	06:00	1315.5	67.98	6.67		1127.5	58.27	5.71		638.3	32.99	3.24		
8.89	0.350	07:00	1452.7	75.07	7.36		1214.5	62.76	6.16		692.6	35.28	3.46		
10.16	0.400	08:00	1617.6	83.60	8.20		1307.0	67.55	6.52		750.3	37.74	3.70		
11.43	0.450	09:00	1772.4	91.60	8.98		1406.3	72.68	7.13		779.4	40.32	3.95		
12.70	0.500	10:00	1924.6	99.46	9.75		1502.6	77.65	7.52		832.6	43.03	4.19		

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Correspondencia a la Norma N° 02-2021 con fecha 21/02/2021

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

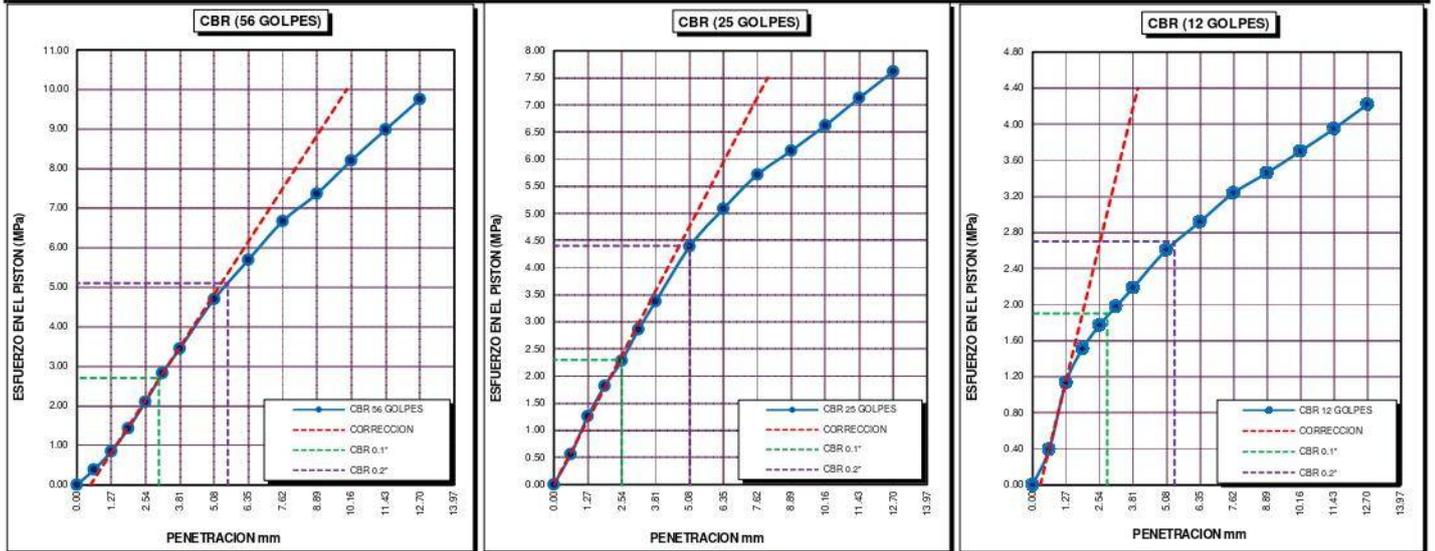
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-09-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	
	CONDICION : PATRÓN + 0.30 % DE ACEITE SULFONADO	COORDENADAS
		ESTE - NORTE - COTA -

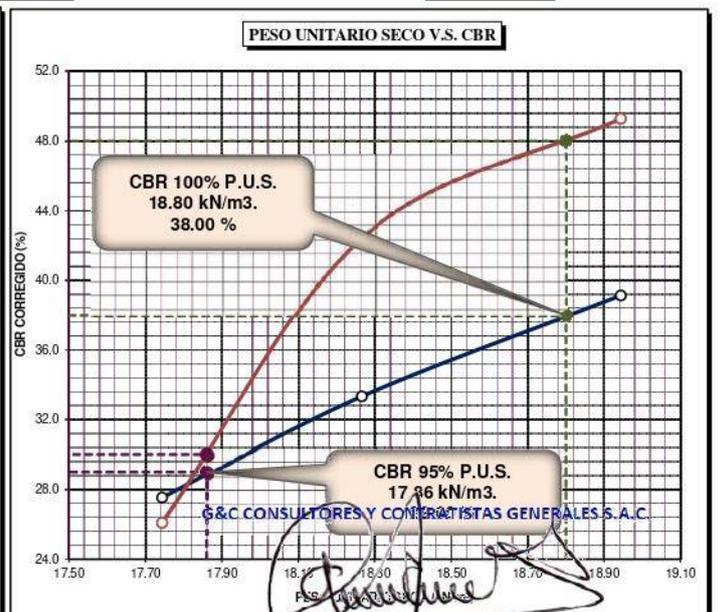
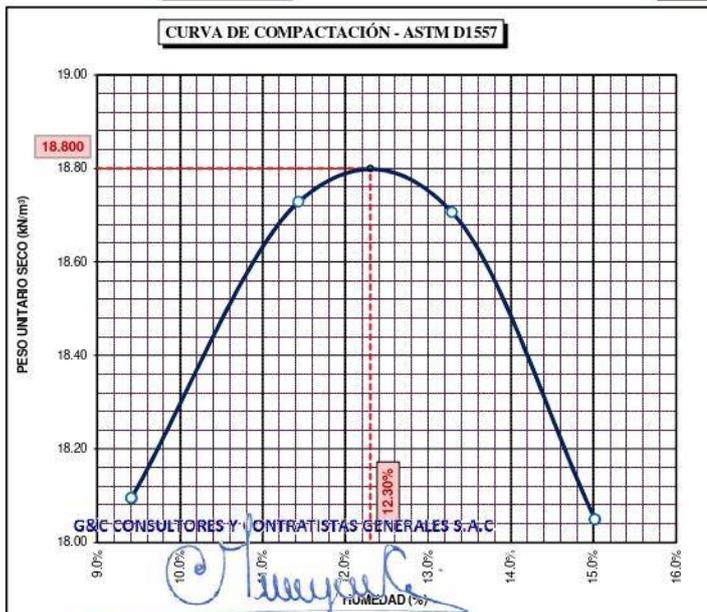
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.80 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.86 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	38.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	48.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	30.00 %

GRAFICOS



CBR C. = 39% CBR C. = 33% CBR C. = 28%



OBSERVACIÓN : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN GONZALEZ Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.35% de aceite
sulfonado

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

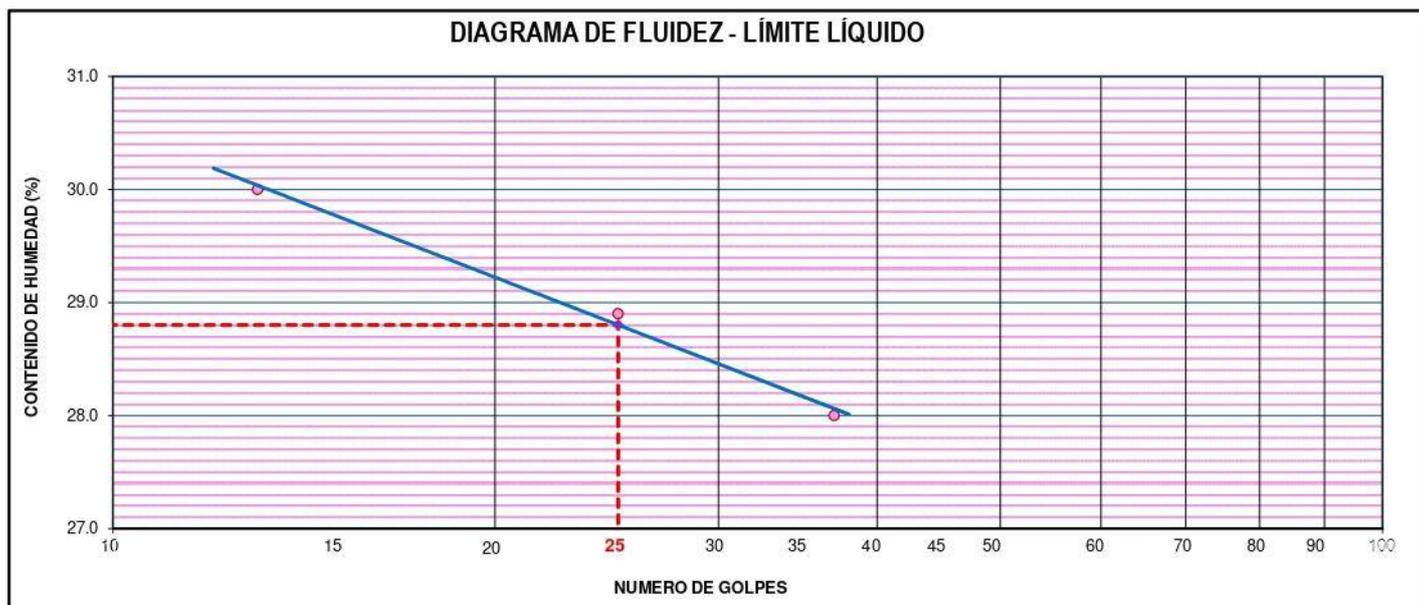
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-10-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE : -
PROGRESIVA	: 63+850	NORTE : -
		COTA : -
		CONDICION : PATRÓN + 0.35 % ACEITE SULFONADO

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 55	LC - 56	LC - 57	
MASA DE LA TARA	[g]	46.7	46.91	47	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.23	63.51	60.35	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.11	59.79	57.43	
MASA DE AGUA	[g]	3.12	3.72	2.92	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.41	12.88	10.43	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.0	28.9	28.0	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	25	37	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 58	LC - 59	LC - 60	
MASA DE LA TARA	[g]	46.2	46.89	48.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.63	50.42	51.76	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.93	49.71	51.11	
MASA DE AGUA	[g]	0.70	0.71	0.65	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.73	2.82	2.50	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.6	25.2	26.0	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	29.00
LIMITE PLASTICO	25.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUE CONSTATADO POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-10-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA :	TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION :	PATRÓN + 0.35 % ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE : - NORTE : - COTA : -

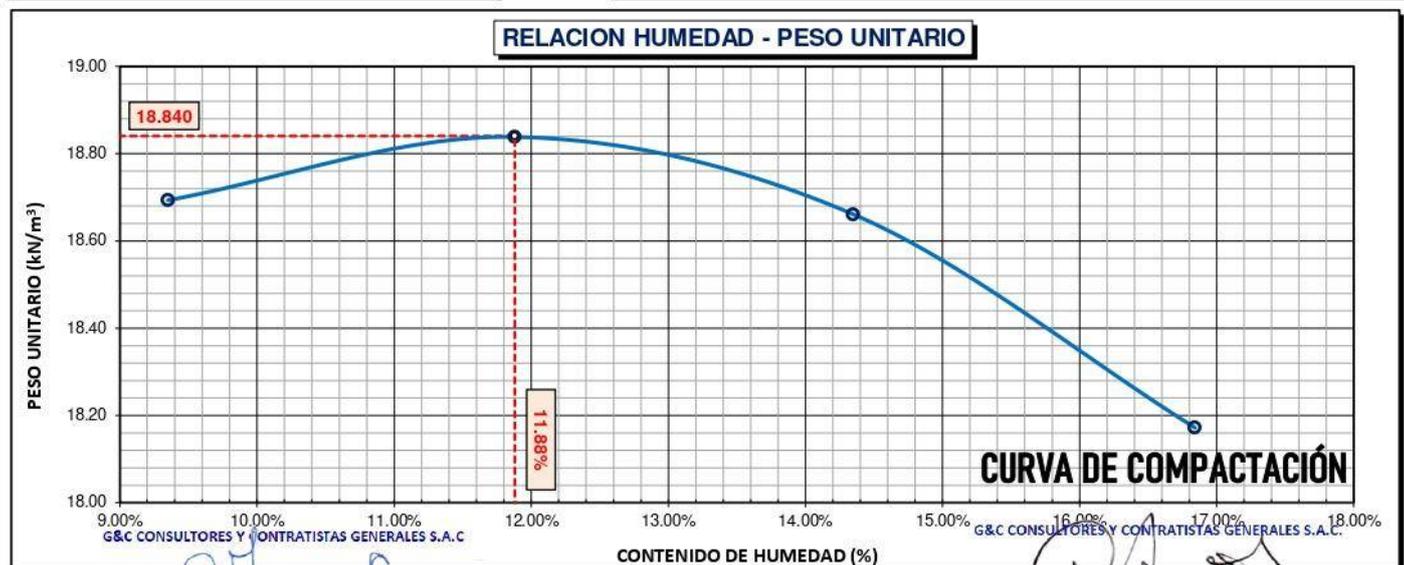
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GM	% Ret. Tamiz 3/4" :	20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8" :	37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4 :	46.72 %
		METODO DE ENSAYO	[Método C]
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2132 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,857 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13301	13439	13496	13473
Masa del Molde	[g]	8857	8857	8857	8857
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4444	4582	4639	4616
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.084	2.149	2.176	2.165

Capsula No	No	TP-17	TP-18	TP-19	TP-20
Masa de la Capsula	[g]	61.36	60.20	60.62	60.04
Suelo Humedo + Capsula	[g]	319.94	353.46	359.46	428.10
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	297.83	322.32	321.96	375.05
Masa del Agua	[g]	22.11	31.14	37.50	53.05
Masa del Suelo Seco	[g]	236.47	262.12	261.34	315.01
Humedad (%)	%	9.35%	11.88%	14.35%	16.84%
Promedio de Humedad (%)	%	9.35%	11.88%	14.35%	16.84%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.906	1.921	1.903	1.853
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.69	18.84	18.66	18.17

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.921 gr/cc	18.840 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.88 %	11.88 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-10-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35 % ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.84 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.88 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-12		N-12		Q-12	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11505	11528	12170	12281	12076	12201
Masa del Molde	[g]	6825	6825	7763	7763	7815	7815
Masa del Suelo Humedo	[g]	4680	4703	4407	4518	4261	4386
Volumen del Suelo	cm ³	2135	2135	2109	2109	2142	2142
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.193	2.203	2.090	2.142	1.989	2.047
Capsula No	No	PC - 67	PC - 68	PC - 69	PC - 70	PC - 71	PC - 72
Masa de la Capsula	[g]	52.37	46.06	82.17	84.61	63.79	49.36
Suelo Humedo + Capsula	[g]	233.01	341.44	541.65	592.46	296.53	301.42
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	213.86	305.58	492.86	526.22	271.69	267.60
Masa del Agua	[g]	19.15	35.86	48.79	66.24	24.84	33.82
Masa del Suelo Seco	[g]	161.49	259.52	410.69	441.61	207.90	218.24
% de Humedad	%	11.86%	13.82%	11.88%	15.00%	11.95%	15.50%
Promedio de Humedad	%	11.86%	13.82%	11.88%	15.00%	11.95%	15.50%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.960	1.936	1.868	1.863	1.777	1.772
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.222	18.984	18.316	18.268	17.422	17.382

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	614.90	0.00	0.00	147.00	0.00	0.00	777.70	0.00	0.00
		24:00:00	617.90	0.08	0.06	152.30	0.13	0.11	785.00	0.19	0.15
		48:00:00	619.50	0.12	0.09	153.80	0.17	0.14	785.00	0.19	0.15
		72:00:00	620.00	0.13	0.10	154.00	0.18	0.14	786.20	0.22	0.17
		96:00:00	620.50	0.14	0.11	155.00	0.20	0.16	787.00	0.24	0.19

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-12				MOLDE No N-12				MOLDE No Q-12			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		43.2	2.23	0.22		90.5	4.68	0.46		94.6	4.89	0.48	
1.27	0.050	01:00		104.1	5.38	0.53		212.0	10.96	1.07		203.5	10.52	1.03	
1.90	0.075	01:30		180.5	9.33	0.91		306.0	15.81	1.55		272.5	14.08	1.38	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	272.2	14.07	1.38	28.99	384.0	19.84	1.95	28.99	329.7	17.04	1.67	
3.17	0.125	02:30		370.0	19.12	1.88		477.5	24.68	2.42		381.0	19.69	1.93	
3.81	0.150	03:00		480.1	24.81	2.43		562.5	29.07	2.85		422.1	21.81	2.14	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	691.2	35.72	3.50	40.58	739.5	38.22	3.75	35.75	509.6	26.34	2.58	
6.35	0.250	05:00		896.1	46.31	4.54		872.0	45.06	4.42		559.3	28.90	2.83	
7.62	0.300	06:00		1106.4	57.18	5.61		990.0	51.16	5.02		629.4	32.53	3.19	
8.89	0.350	07:00		1305.6	67.47	6.62		1085.0	56.07	5.50		698.9	35.60	3.49	
10.16	0.400	08:00		1463.2	75.62	7.42		1180.0	60.96	5.98		731.5	38.68	3.81	
11.43	0.450	09:00		1602.1	82.80	8.12		1260.0	65.12	6.39		791.6	41.85	4.03	
12.70	0.500	10:00		1797.1	92.87	9.11		1312.0	67.80	6.65		831.6	44.37	4.35	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-10-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

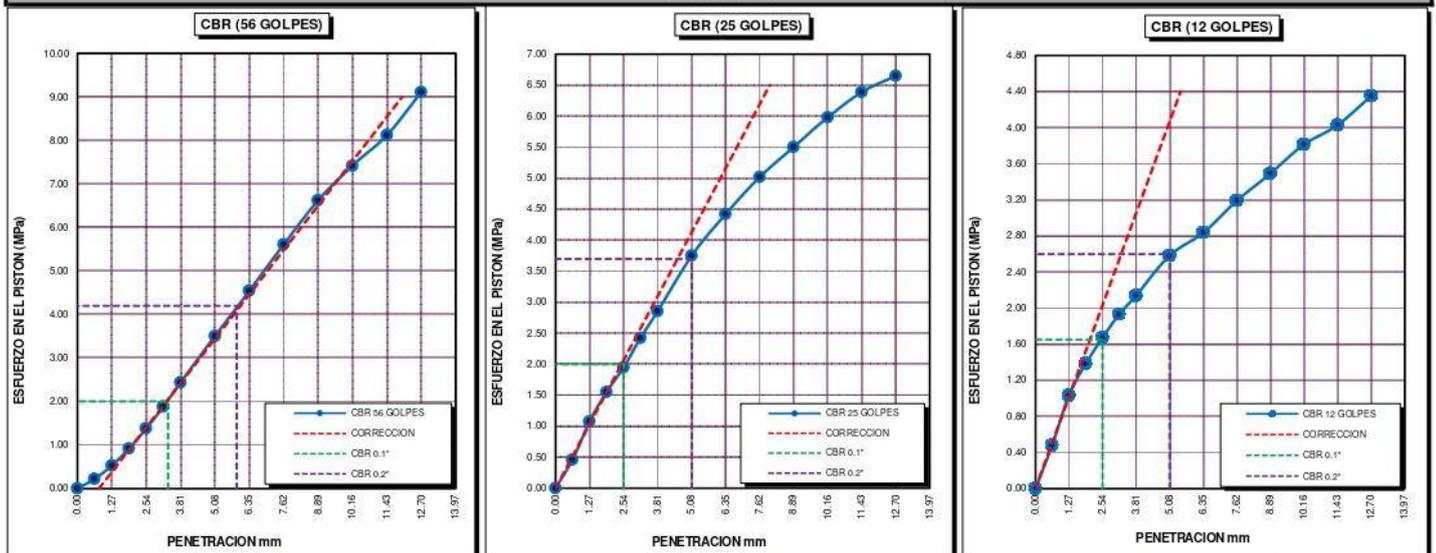
DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35 % ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.84 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.90 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.88 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.30 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	38.80 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	27.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	31.10 %

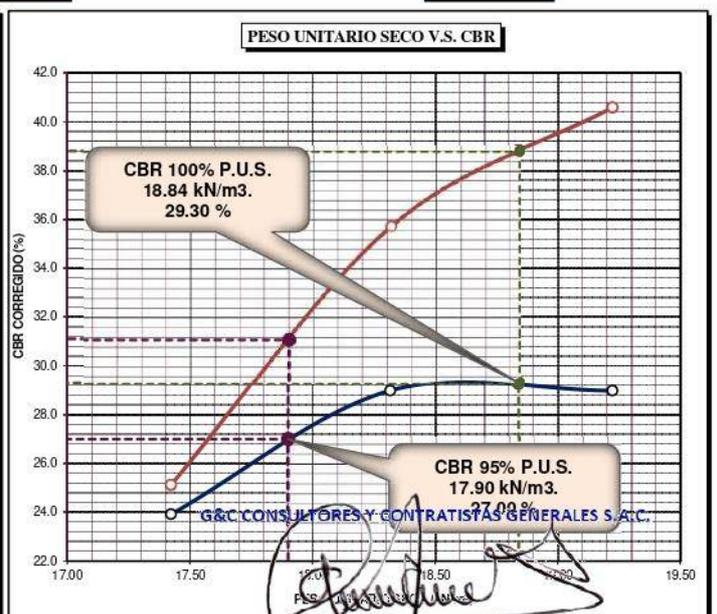
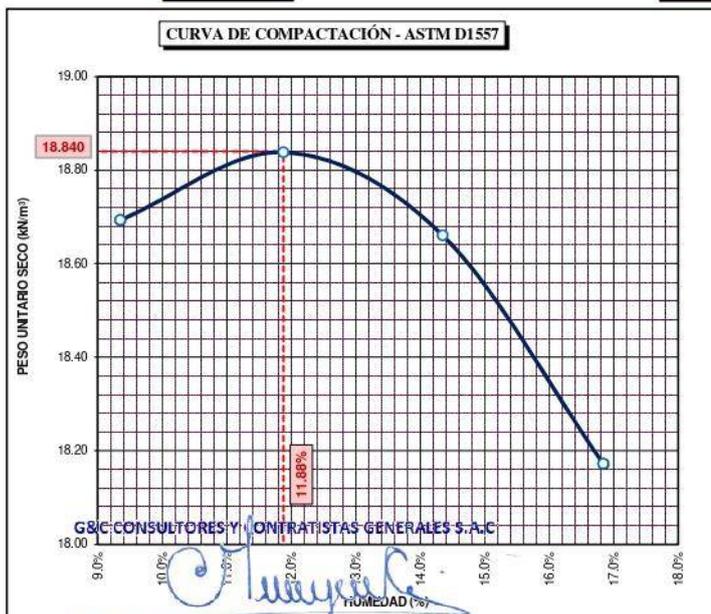
GRAFICOS



CBR C. = 29 %

CBR C. = 29 %

CBR C. = 24 %



OBSERVACIÓN: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN PARRA GONZALEZ Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310

CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.40% de aceite
sulfonado

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

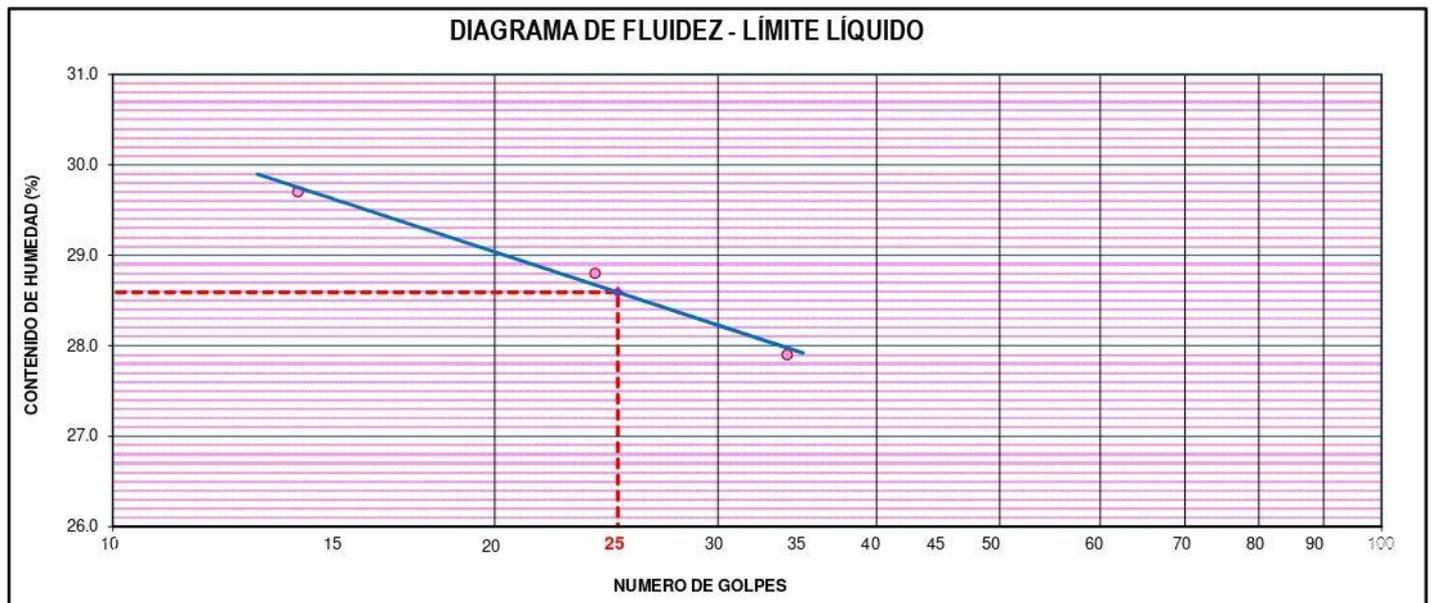
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-11-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40 % ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 61	LC - 62	LC - 63	
MASA DE LA TARA	[g]	46.88	46.34	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	66.04	65.17	66.53	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61.65	60.96	62.64	
MASA DE AGUA	[g]	4.39	4.21	3.89	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.77	14.62	13.95	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.7	28.8	27.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	34	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 64	LC - 65	LC - 66	
MASA DE LA TARA	[g]	48.54	48.72	48.64	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.53	52.21	51.47	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.92	51.49	50.89	
MASA DE AGUA	[g]	0.61	0.72	0.58	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.38	2.77	2.25	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.6	26.0	25.8	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	29.00
LIMITE PLASTICO	26.00
INDICE DE PLASTICIDAD	3.00

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-11-G&C
		Fecha : 03 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: TEMPERATURA AMBIENTE
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40 % ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

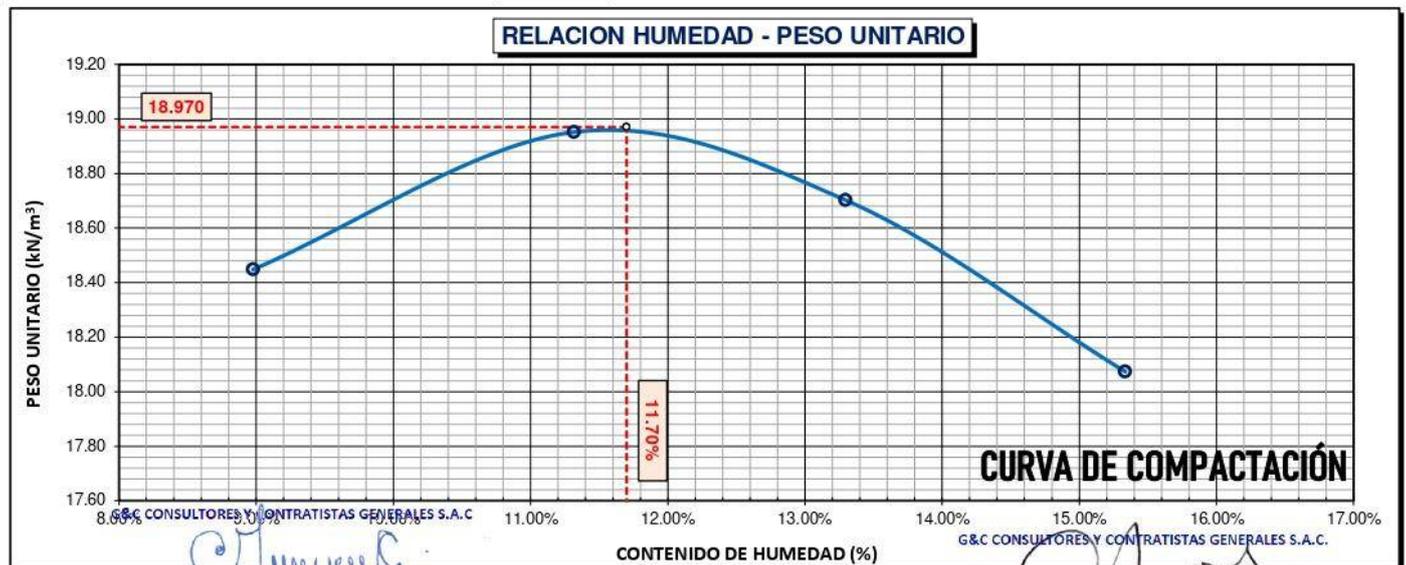
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 01	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2117 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 9,043 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13383	13597	13617	13543
Masa del Molde	[g]	9043	9043	9043	9043
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4340	4554	4574	4500
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.050	2.151	2.161	2.126

Capsula No	No	TP-21	TP-22	TP-23	TP-24
Masa de la Capsula	[g]	57.30	47.43	47.53	56.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	482.03	357.46	320.87	349.16
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	447.04	325.94	288.79	310.24
Masa del Agua	[g]	34.99	31.52	32.08	38.92
Masa del Suelo Seco	[g]	389.74	278.51	241.26	253.78
Humedad (%)	%	8.98%	11.32%	13.30%	15.34%
Promedio de Humedad (%)	%	8.98%	11.32%	13.30%	15.34%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.881	1.932	1.907	1.843
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.45	18.95	18.70	18.07

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.934 gr/cc	18.970 kN/m3
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.70 %	11.70 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL EMPLEO

Bach. I.C. MARY CAROLIN QUISPE OCHOA
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-11-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40 % ACEITE SULFONADO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	: ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.97 kN/m3
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.70 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-13		N-13		Q-13	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11747	11783	12250	12361	12418	12563
Masa del Molde	[g]	7089	7089	7913	7913	8190	8190
Masa del Suelo Humedo	[g]	4658	4694	4337	4448	4228	4373
Volumen del Suelo	cm ³	2123	2123	2113	2113	2109	2109
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.194	2.211	2.053	2.105	2.005	2.074
Capsula No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 75	PC - 76	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capsula	[g]	46.05	45.87	84.54	82.85	45.99	56.49
Suelo Humedo + Capsula	[g]	216.24	320.71	444.20	531.53	283.80	347.31
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	198.03	290.32	406.64	473.86	258.98	306.24
Masa del Agua	[g]	18.21	30.39	37.56	57.67	24.82	41.07
Masa del Suelo Seco	[g]	151.98	244.45	322.10	391.01	212.99	249.75
% de Humedad	%	11.98%	12.43%	11.66%	14.75%	11.65%	16.44%
Promedio de Humedad	%	11.98%	12.43%	11.66%	14.75%	11.65%	16.44%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.959	1.966	1.838	1.834	1.796	1.781
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.210	19.281	18.026	17.990	17.610	17.465

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	257.60	0.00	0.00	601.00	0.00	0.00	244.10	0.00	0.00
		24:00:00	261.00	0.09	0.07	606.00	0.13	0.10	249.80	0.14	0.11
		48:00:00	261.60	0.10	0.08	605.00	0.10	0.08	250.00	0.15	0.12
		72:00:00	260.60	0.08	0.06	606.20	0.13	0.10	251.80	0.20	0.15
		96:00:00	261.30	0.09	0.07	607.00	0.15	0.12	252.30	0.21	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-13				MOLDE No N-13				MOLDE No Q-13			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		76.1	3.93	0.39		74.0	3.82	0.38		39.5	2.04	0.20	
1.27	0.050	01:00		178.1	9.20	0.90		165.5	8.55	0.84		105.6	5.46	0.54	
1.90	0.075	01:30		255.2	13.19	1.29		237.5	12.27	1.20		170.6	8.82	0.86	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	313.4	16.20	1.59	24.64	300.0	15.50	1.52	23.19	230.5	11.91	1.17	
3.17	0.125	02:30		376.1	19.44	1.91		363.0	18.76	1.84		290.9	15.03	1.47	
3.81	0.150	03:00		435.5	22.51	2.21		439.5	22.71	2.23		357.1	18.45	1.81	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	530.3	27.41	2.69	27.05	583.0	30.13	2.95	29.47	492.5	25.45	2.50	
6.35	0.250	05:00		610.9	31.57	3.10		686.5	35.48	3.48		623.0	32.20	3.16	
7.62	0.300	06:00		675.3	34.90	3.42		758.5	39.20	3.84		738.3	38.16	3.74	
8.89	0.350	07:00		732.6	37.86	3.71		790.5	40.85	4.01		809.9	43.41	4.26	
10.16	0.400	08:00		792.5	40.96	4.02		825.5	42.66	4.16		839.9	45.66	4.45	
11.43	0.450	09:00		826.7	42.72	4.19		860.0	44.44	4.36		1050.5	50.44	5.32	
12.70	0.500	10:00		865.5	44.73	4.39		877.5	45.35	4.45		1144.3	59.65	5.79	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de validación N° LP-225-2021 con fecha 24/02/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

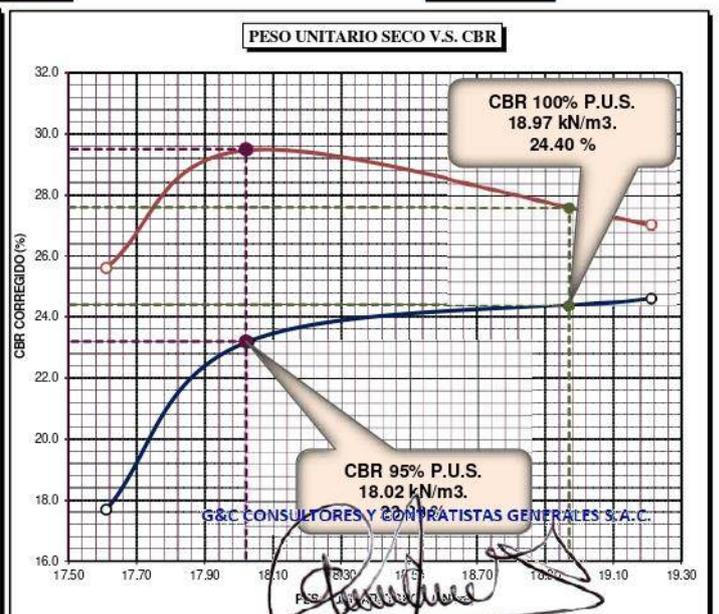
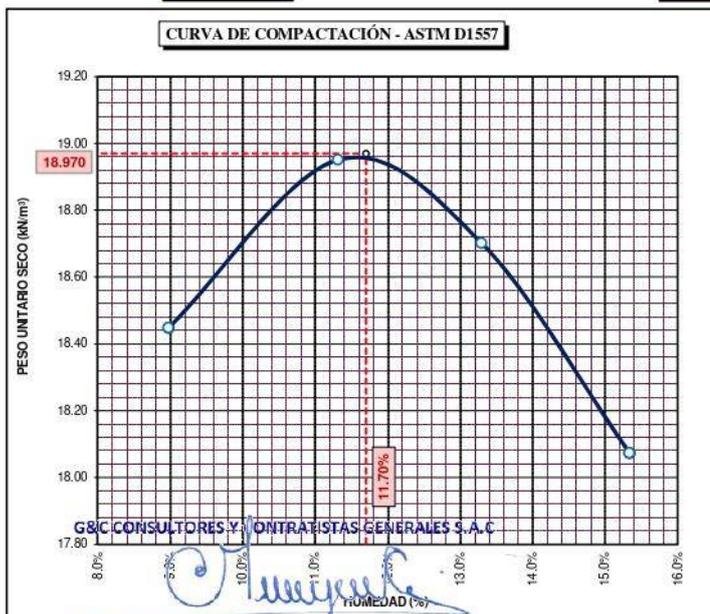
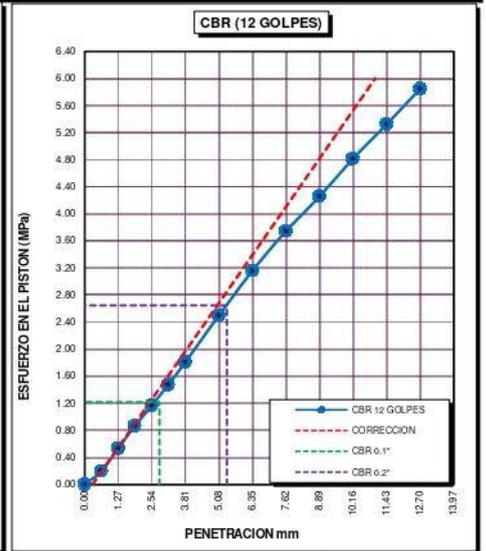
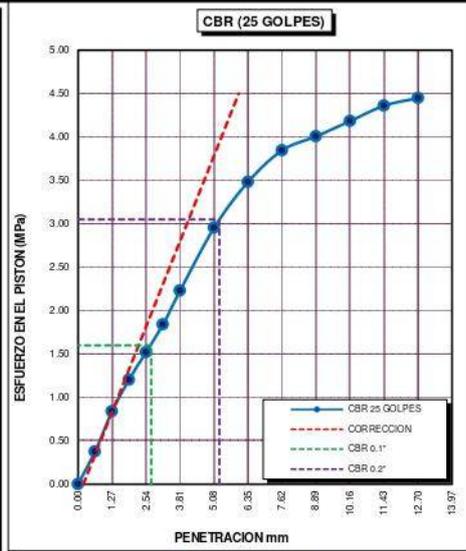
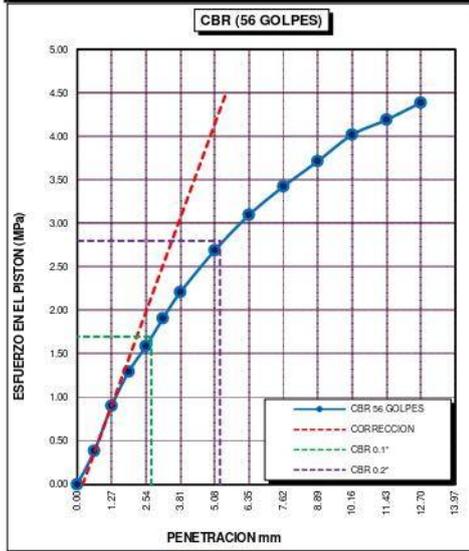
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-11-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
CALICATA	: C - 01		
MUESTRA	: M - 01	TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0 °C)
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION	: PATRÓN + 0.40 % ACEITE SULFONADO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.97 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.02 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.70 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	24.40 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	27.60 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	23.20 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	29.50 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN MAMANI GONZALEZ - Inscripción N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310

CIP: 209176

Anexo F. Ensayos de laboratorio:

Adición de muestra patrón + 0.2% aceite sulfonado
+ 0.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

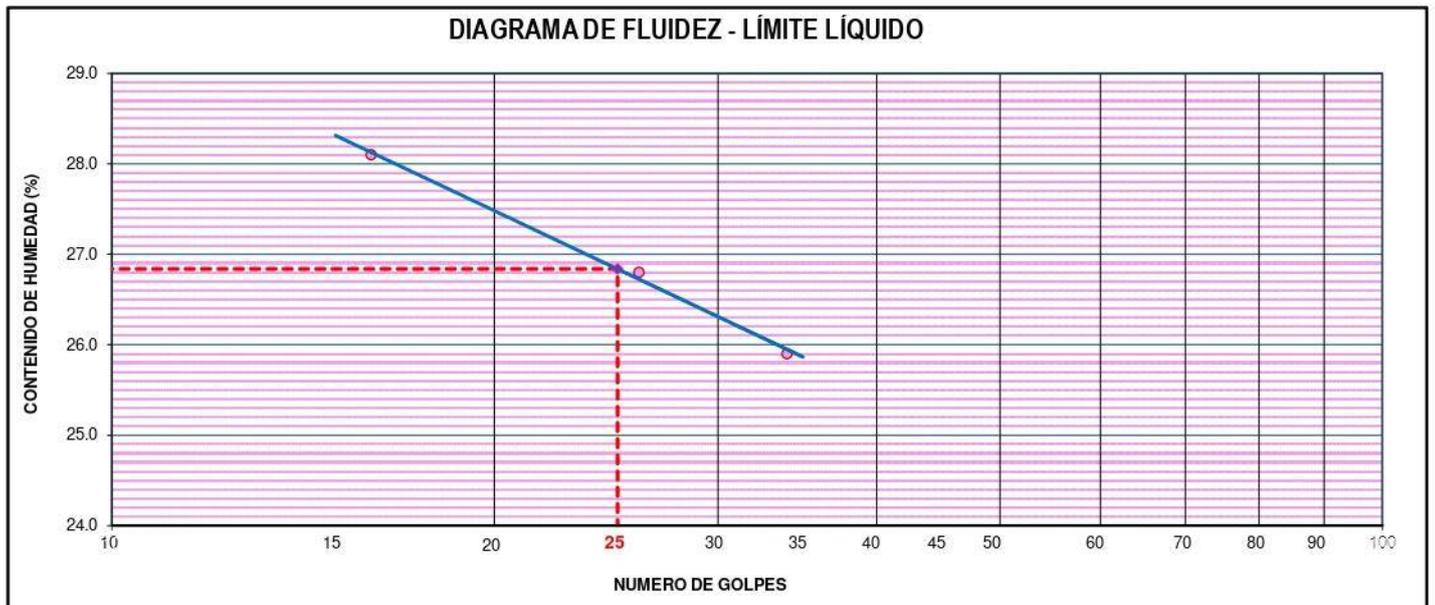
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-17-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.20% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	45.84	45.92	45.91	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.48	60.19	60.54	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.27	57.17	57.53	
MASA DE AGUA	[g]	3.21	3.02	3.01	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.43	11.25	11.62	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.1	26.8	25.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	16	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05	LC - 06	
MASA DE LA TARA	[g]	46.94	47.87	46.83	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.61	50.52	50.33	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.96	50.04	49.70	
MASA DE AGUA	[g]	0.65	0.48	0.63	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	3.02	2.17	2.87	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.5	22.1	22.0	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

Bach. I.C. **MARY CARMEN YANA CONDORY**
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-17-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.20% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13411	13556	13447	13334
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4547	4692	4583	4470
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.135	2.203	2.152	2.099

	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Capsula No					
Masa de la Capsula	[g]	89.64	89.29	90.66	93.97
Suelo Humedo + Capsula	[g]	543.71	540.84	551.44	566.25
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	502.96	493.05	495.21	501.95
Masa del Agua	[g]	40.75	47.79	56.23	64.30
Masa del Suelo Seco	[g]	413.32	403.76	404.55	407.98
Humedad (%)	%	9.86%	11.84%	13.90%	15.76%
Promedio de Humedad (%)	%	9.86%	11.84%	13.90%	15.76%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.943	1.970	1.889	1.813
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.06	19.32	18.53	17.78

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.973 gr/cc	: 19.350 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.60 %	: 11.60 %



OBSERVACIONES

Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-17-G&C Fecha : 28 de Agosto del 2022
--	--

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM	METODO DE ENSAYO : [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena	TIPO DE MARTILLO : Manual
	MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo
	PESO UNITARIO SECO : 19.35 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.60 %

MOLDE No	COD.	A-8		N-8		Q-8	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12889	12926	12411	12531	12316	12453
Masa del Molde	[g]	8141	8141	7887	7887	7995	7995
Masa del Suelo Humedo	[g]	4748	4785	4524	4644	4321	4458
Volumen del Suelo	cm ³	2143	2143	2117	2117	2106	2106
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.216	2.233	2.137	2.194	2.051	2.116
Capsula No	No	PC - 43	PC - 44	PC - 45	PC - 46	PC - 47	PC - 48
Masa de la Capsula	[g]	58.48	59.02	82.85	84.42	59.02	56.48
Suelo Humedo + Capsula	[g]	324.96	327.64	498.30	583.46	391.44	372.81
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	297.51	295.69	455.05	520.26	356.59	329.08
Masa del Agua	[g]	27.45	31.95	43.25	63.20	34.85	43.73
Masa del Suelo Seco	[g]	239.03	236.67	372.20	435.84	297.57	272.60
% de Humedad	%	11.48%	13.50%	11.62%	14.50%	11.71%	16.04%
Promedio de Humedad	%	11.48%	13.50%	11.62%	14.50%	11.71%	16.04%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.988	1.968	1.915	1.916	1.836	1.824
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.492	19.295	18.775	18.788	18.007	17.885

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	549.00	0.00	0.00	422.00	0.00	0.00	37.00	0.00	0.00
		24:00:00	550.50	0.04	0.03	424.00	0.05	0.04	44.00	0.18	0.14
		48:00:00	550.50	0.04	0.03	426.00	0.10	0.08	44.20	0.18	0.14
		72:00:00	550.00	0.03	0.02	429.50	0.19	0.15	45.00	0.20	0.16
		96:00:00	549.50	0.01	0.01	428.50	0.17	0.13	46.00	0.23	0.18

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-8				MOLDE No N-8				MOLDE No Q-8			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		126.6	6.54	0.64		122.0	6.30	0.62		77.7	4.02	0.39	
1.27	0.050	01:00		299.9	15.50	1.52		277.0	14.32	1.40		162.6	8.40	0.82	
1.90	0.075	01:30		480.0	24.81	2.43		397.5	20.54	2.01		223.7	11.56	1.13	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	646.6	33.42	3.28	50.72	499.0	25.79	2.53	36.23	271.0	14.01	1.37	19.57
3.17	0.125	02:30		812.2	41.97	4.12		619.0	31.99	3.14		314.1	16.23	1.59	
3.81	0.150	03:00		960.7	49.65	4.87		728.0	37.62	3.69		353.5	18.27	1.79	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1270.7	65.67	6.44	63.77	972.0	50.23	4.93	48.31	420.9	21.75	2.13	20.77
6.35	0.250	05:00		1534.5	79.30	7.78		1134.0	58.60	5.75		481.6	24.89	2.44	
7.62	0.300	06:00		1812.9	93.69	9.19		1243.5	64.26	6.30		532.3	27.51	2.70	
8.89	0.350	07:00		2036.1	105.22	10.32		1302.0	67.29	6.60		598.4	30.41	2.98	
10.16	0.400	08:00		2233.0	115.40	11.32		1375.5	71.09	6.97		630.4	32.68	3.21	
11.43	0.450	09:00		2430.5	125.61	12.32		1433.5	74.08	7.27		678.4	34.88	3.41	
12.70	0.500	10:00		2640.5	136.46	13.38		1482.5	76.61	7.51		728.3	37.28	3.64	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado de calibración N° 14-215-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

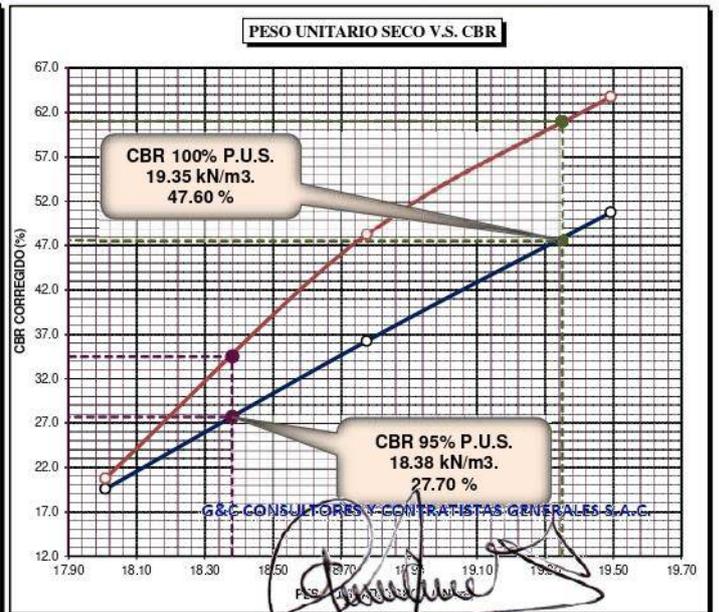
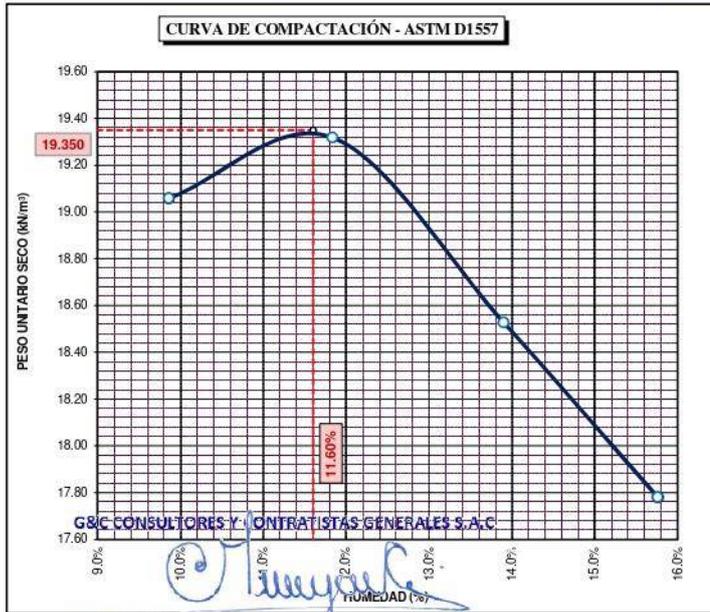
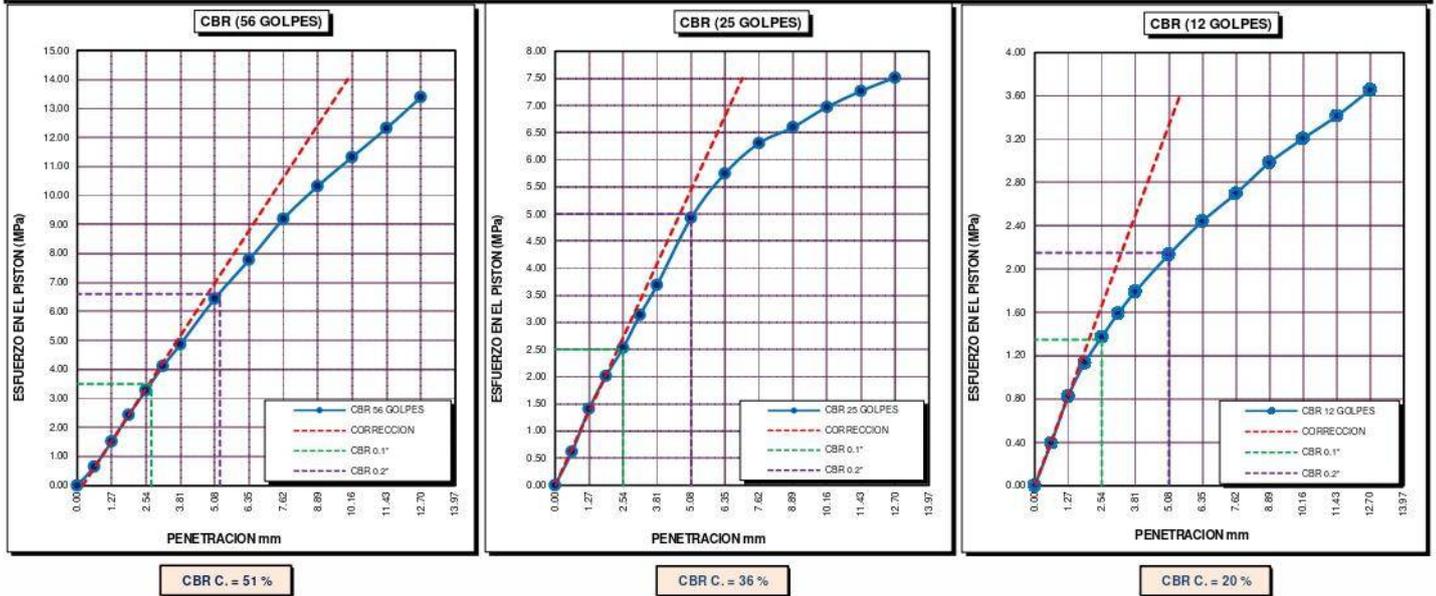
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-17-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.35 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.38 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	47.60 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	61.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	27.70 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	34.50 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN MAMANI GONZALEZ Ing. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310 CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.2% aceite sulfonado
+ 1.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_IJML-CPM-07/22-18-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

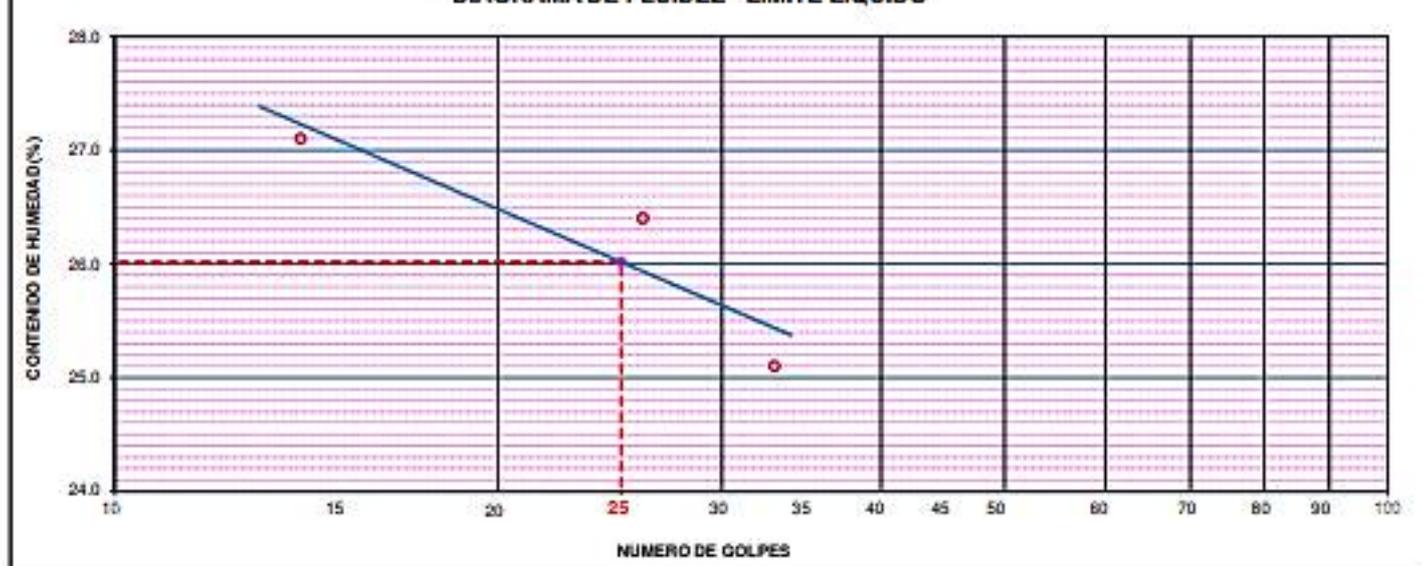
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 07	LC - 08	LC - 09
MASA DE LA TARA	[g]	45.95	42.95	46.39
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.56	56.83	63.60
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.02	53.93	60.15
MASA DE AGUA	[g]	3.54	2.90	3.45
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.07	10.98	13.76
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.1	26.4	25.1
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	33

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 10	LC - 11	LC - 12
MASA DE LA TARA	[g]	49.02	45.79	48.08
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.29	49.03	50.67
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.73	48.48	50.22
MASA DE AGUA	[g]	0.56	0.55	0.45
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.71	2.69	2.14
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.7	20.4	21.0

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	25.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-18-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
		CONDICION : PATRÓN + 0.20% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO (Método C)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13421	13546	13427	13293
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4557	4682	4563	4429
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.140	2.198	2.143	2.080

Capsula No	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Masa de la Capsula	[g]	88.59	90.20	84.02	91.09
Suelo Humedo + Capsula	[g]	528.71	551.12	664.51	512.17
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	491.41	503.04	596.14	456.45
Masa del Agua	[g]	37.30	48.08	68.37	55.72
Masa del Suelo Seco	[g]	402.82	412.84	512.12	365.36
Humedad (%)	%	9.26%	11.65%	13.35%	15.25%
Promedio de Humedad (%)	%	9.26%	11.65%	13.35%	15.25%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.958	1.969	1.890	1.804
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.21	19.31	18.54	17.70

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.975 gr/cc	19.370 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.20 %	11.20 %



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-18-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.37 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.20 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-14		N-14		Q-14	
		NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA
	n°	5	56	5	25	5	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	11527	11565	12224	12344	12458	12595
Masa del Molde	[g]	6807	6807	7766	7766	8189	8189
Masa del Suelo Húmedo	[g]	4720	4758	4458	4578	4269	4406
Volumen del Suelo	cm ³	2128	2128	2136	2136	2106	2106
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.218	2.236	2.087	2.143	2.027	2.092
Capsula No	No	PC - 79	PC - 80	PC - 81	PC - 82	PC - 83	PC - 84
Masa de la Capsula	[g]	43.19	49.46	83.76	82.88	46.91	47.72
Suelo Húmedo + Capsula	[g]	272.46	243.24	511.47	511.79	264.92	282.42
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	249.11	221.79	468.22	458.59	243.16	252.78
Masa del Agua	[g]	23.35	21.45	43.25	53.20	21.76	29.64
Masa del Suelo Seco	[g]	205.92	172.33	384.46	375.71	196.25	205.06
% de Humedad	%	11.34%	12.45%	11.25%	14.16%	11.09%	14.45%
Promedio de Humedad	%	11.34%	12.45%	11.25%	14.16%	11.09%	14.45%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.992	1.988	1.876	1.877	1.825	1.828
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.536	19.500	18.398	18.411	17.892	17.923

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	504.00	0.00	0.00	121.00	0.00	0.00	335.40	0.00	0.00
		24:00:00	504.50	0.01	0.01	122.00	0.03	0.02	341.50	0.15	0.12
		48:00:00	507.20	0.08	0.06	122.50	0.04	0.03	340.00	0.12	0.09
		72:00:00	505.50	0.04	0.03	123.50	0.06	0.05	338.50	0.08	0.06
		96:00:00	505.60	0.04	0.03	123.00	0.05	0.04	339.00	0.09	0.07

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-14				MOLDE No N-14				MOLDE No Q-14			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		38.4	1.98	0.19		72.5	3.75	0.37		71.9	3.72	0.36	
1.27	0.050	01:00		96.0	4.96	0.49		162.5	8.40	0.82		154.4	7.98	0.78	
1.90	0.075	01:30		186.6	9.64	0.95		234.5	12.12	1.19		223.6	11.56	1.13	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	308.0	15.92	1.56	33.33	295.0	15.25	1.50	21.74	280.6	14.50	1.42	19.57
3.17	0.125	02:30		420.5	21.73	2.13		364.0	18.81	1.84		332.6	17.19	1.69	
3.81	0.150	03:00		544.4	28.13	2.76		433.5	22.40	2.20		377.2	19.49	1.91	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	738.8	38.18	3.74	41.55	573.0	29.61	2.90	28.02	444.0	22.95	2.25	21.74
6.35	0.250	05:00		890.1	46.00	4.51		665.5	34.39	3.37		523.3	27.04	2.65	
7.62	0.300	06:00		1025.4	52.99	5.20		727.0	37.57	3.68		584.4	30.20	2.96	
8.89	0.350	07:00		1141.5	58.99	5.79		781.0	40.36	3.96		645.6	33.36	3.27	
10.15	0.400	08:00		1272.4	65.76	6.45		812.5	41.99	4.12		696.9	35.94	3.52	
11.43	0.450	09:00		1387.1	71.68	7.03		856.3	44.25	4.34		761.7	38.57	3.89	
12.70	0.500	10:00		1500.1	77.52	7.60		890.1	46.00	4.51		823.5	42.71	4.24	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado de validación N° LP-05-2021 con fecha 24/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

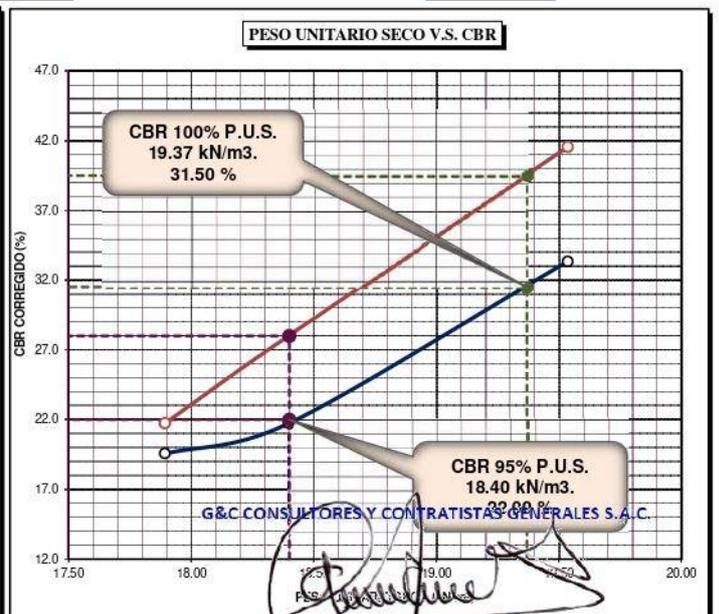
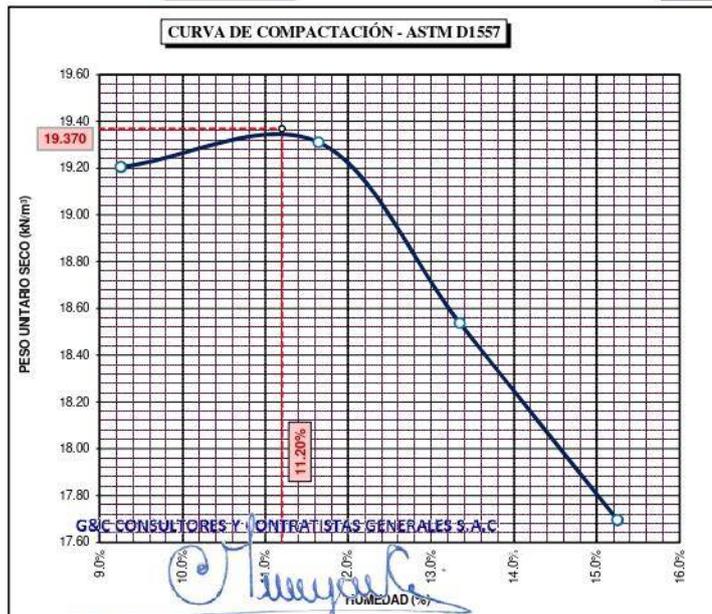
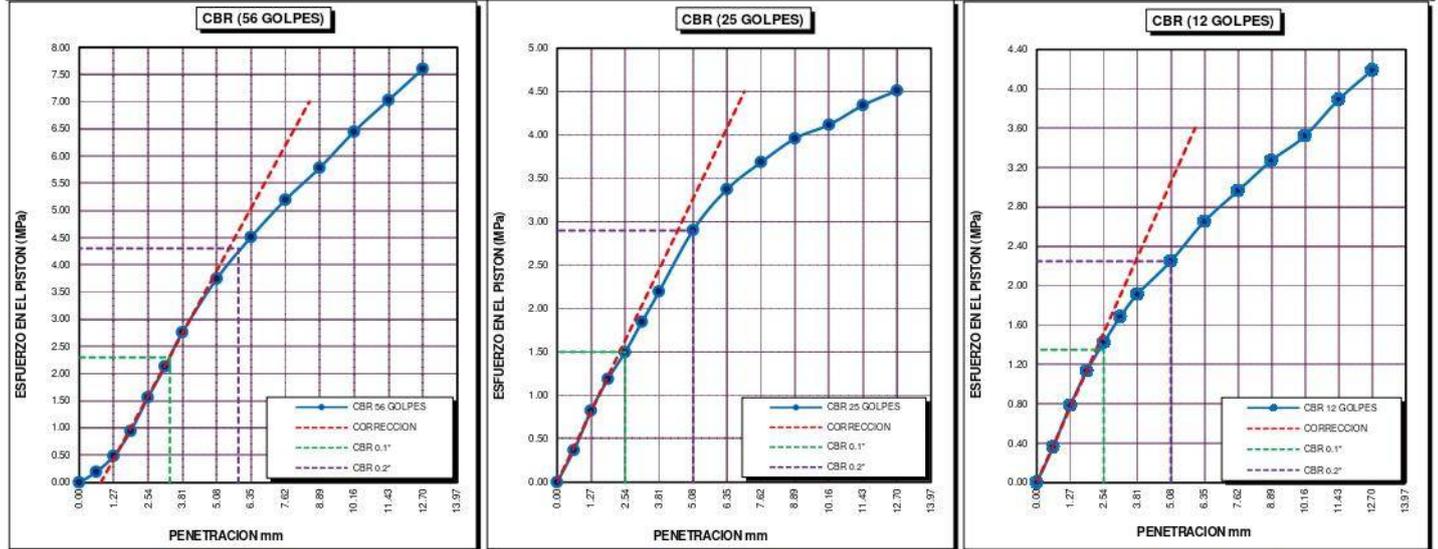
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-18-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	COORDENADAS
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
		ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.37 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.40 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	31.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	39.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	22.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	28.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIÓN : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.2% aceite sulfonado
+ 1.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

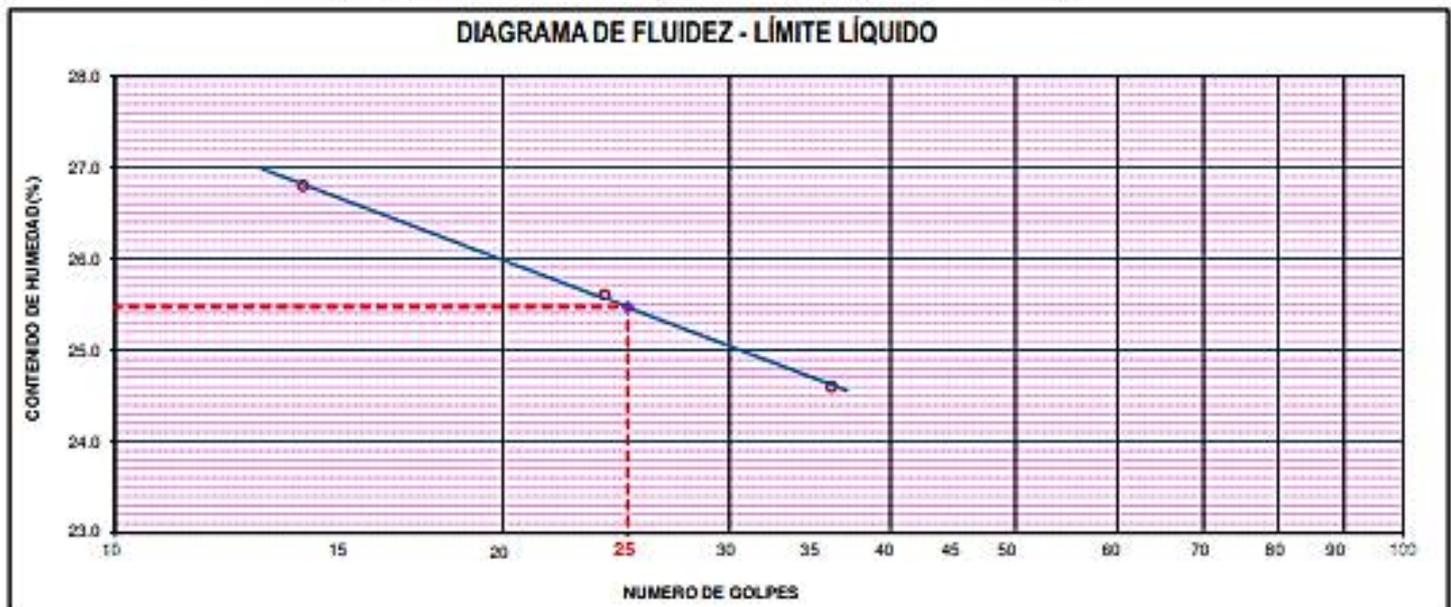
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC-JML-CPM-07/22-19-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION : PATRÓN + 0.20% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
		COORDENADAS
		ESTE : -
		NORTE : -
		COTA : -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 13	LC - 14	LC - 15	
MASA DE LA TARA	[g]	34.45	45.56	46.74	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.16	61.00	60.52	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47.63	57.85	57.80	
MASA DE AGUA	[g]	3.53	3.15	2.72	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.18	12.29	11.06	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.8	25.6	24.6	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	36	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 16	LC - 17	LC - 18	
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.42	49.60	49.13	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.87	49.01	48.50	
MASA DE AGUA	[g]	0.55	0.59	0.63	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.69	2.90	3.00	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.4	20.3	21.0	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	25.00
LÍMITE PLÁSTICO	20.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN LOS LABORATORIOS DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-19-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.20% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	(Método C)
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13317	13540	13452	13404
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Molde	g/cm ³	4453	4676	4588	4540
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	2.091	2.196	2.154	2.132
Densidad del Suelo Humedo					

Capsula No	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Masa de la Capsula	[g]	89.68	89.71	91.25	88.75
Suelo Humedo + Capsula	[g]	609.85	637.22	587.46	597.54
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	566.36	582.64	528.93	528.75
Masa del Agua	[g]	43.49	54.58	58.53	68.79
Masa del Suelo Seco	[g]	476.68	492.93	437.68	440.00
Humedad (%)	%	9.12%	11.07%	13.37%	15.63%
Promedio de Humedad (%)	%	9.12%	11.07%	13.37%	15.63%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.916	1.977	1.900	1.844
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.79	19.39	18.63	18.08

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.976 gr/cc	19.380 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.00 %	11.00 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-19-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.38 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-15		N-15		Q-15	
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11326	11367	12154	12276	11269	11378
Masa del Molde	[g]	6641	6641	7750	7750	6904	6904
Masa del Suelo Humedo	[g]	4685	4726	4404	4526	4365	4474
Volumen del Suelo	cm ³	2128	2128	2109	2109	2112	2112
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.201	2.220	2.088	2.146	2.067	2.119
Capsula No	No	PC - 85	PC - 86	PC - 87	PC - 88	PC - 89	PC - 90
Masa de la Capsula	[g]	47.44	52.36	86.12	83.44	47.72	49.34
Suelo Humedo + Capsula	[g]	241.08	317.48	520.62	469.53	290.44	326.71
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	221.85	286.02	477.60	421.76	266.20	288.73
Masa del Agua	[g]	19.23	31.46	43.02	47.77	24.24	37.98
Masa del Suelo Seco	[g]	174.41	233.66	391.48	338.32	218.48	239.39
% de Humedad	%	11.03%	13.46%	10.99%	14.12%	11.09%	15.87%
Promedio de Humedad	%	11.03%	13.46%	10.99%	14.12%	11.09%	15.87%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.983	1.957	1.881	1.881	1.861	1.829
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.442	19.191	18.451	18.442	18.248	17.934

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	144.00	0.00	0.00	253.90	0.00	0.00	54.40	0.00	0.00
		24:00:00	148.60	0.12	0.09	260.00	0.15	0.12	58.00	0.09	0.07
		48:00:00	150.40	0.16	0.13	261.30	0.19	0.15	59.60	0.13	0.10
		72:00:00	149.50	0.14	0.11	260.90	0.18	0.14	62.50	0.21	0.16
		96:00:00	149.00	0.13	0.10	261.00	0.18	0.14	61.00	0.17	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-15				MOLDE No N-15				MOLDE No Q-15			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30		62.3	3.22	0.32	102.0	5.27	0.52	120.0	6.20	0.61			
1.27	0.050	01:00		161.2	8.33	0.82	205.0	10.59	1.04	221.1	11.43	1.12			
1.90	0.075	01:30		296.6	15.33	1.50	318.0	16.43	1.61	303.9	15.71	1.54			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	452.3	23.37	2.29	47.83	422.0	21.81	2.14	31.88	380.2	19.65	1.93	27.54
3.17	0.125	02:30		602.5	31.14	3.05		521.0	26.93	2.64		430.3	22.24	2.18	
3.81	0.150	03:00		767.0	39.64	3.89		626.0	32.35	3.17		491.3	25.39	2.49	
5.08	0.200	04:00		1060.5	54.81	5.37	59.90	818.5	42.30	4.15	40.58	575.2	29.73	2.92	28.02
6.35	0.250	05:00		1328.0	68.63	6.73		965.5	49.90	4.89		651.1	33.65	3.30	
7.62	0.300	06:00		1585.6	81.94	8.04		1082.5	55.94	5.49		719.2	37.17	3.65	
8.89	0.350	07:00		1796.6	92.85	9.11		1166.0	60.26	5.91		784.4	40.54	3.98	
10.15	0.400	08:00		2020.7	104.43	10.24		1208.0	62.45	6.12		831.1	43.98	4.31	
11.43	0.450	09:00		2217.5	114.60	11.24		1244.0	64.29	6.30		901.4	46.51	4.56	
12.70	0.500	10:00		2365.5	122.25	11.99		1281.5	66.23	6.49		977.7	50.53	4.94	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Identificación realizada por N° LP-025-2021 con fecha 21/02/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

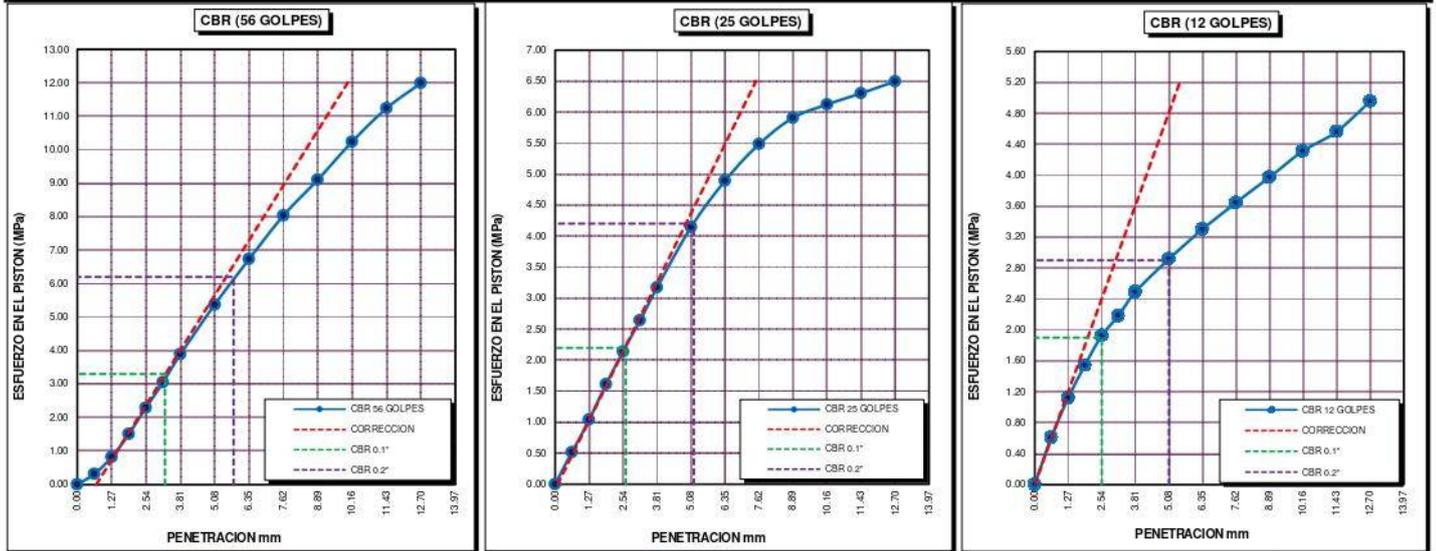
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-19-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.38 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.41 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	46.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	58.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	31.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	40.00 %

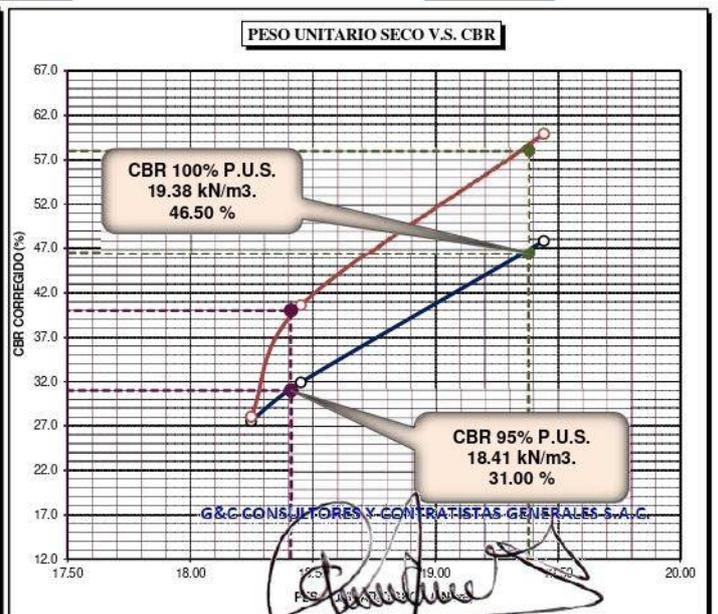
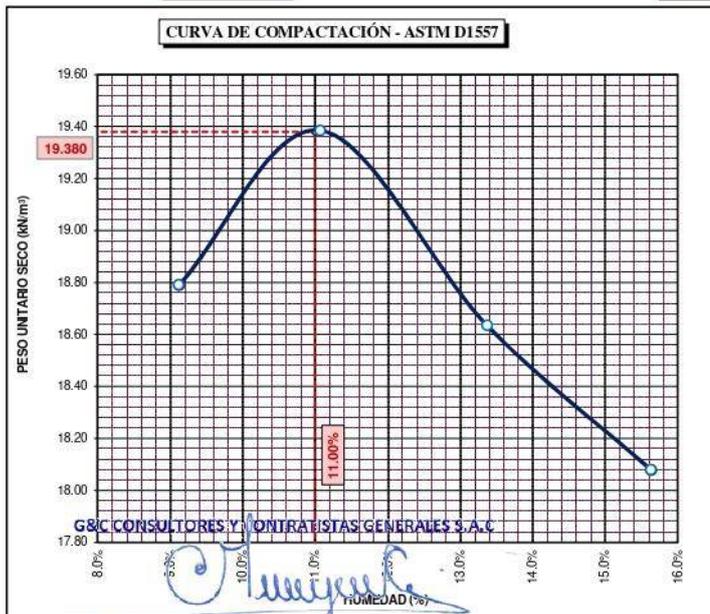
GRAFICOS



CBR C. = 48 %

CBR C. = 32 %

CBR C. = 28 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN MORALES Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.2% aceite sulfonado
+ 2.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

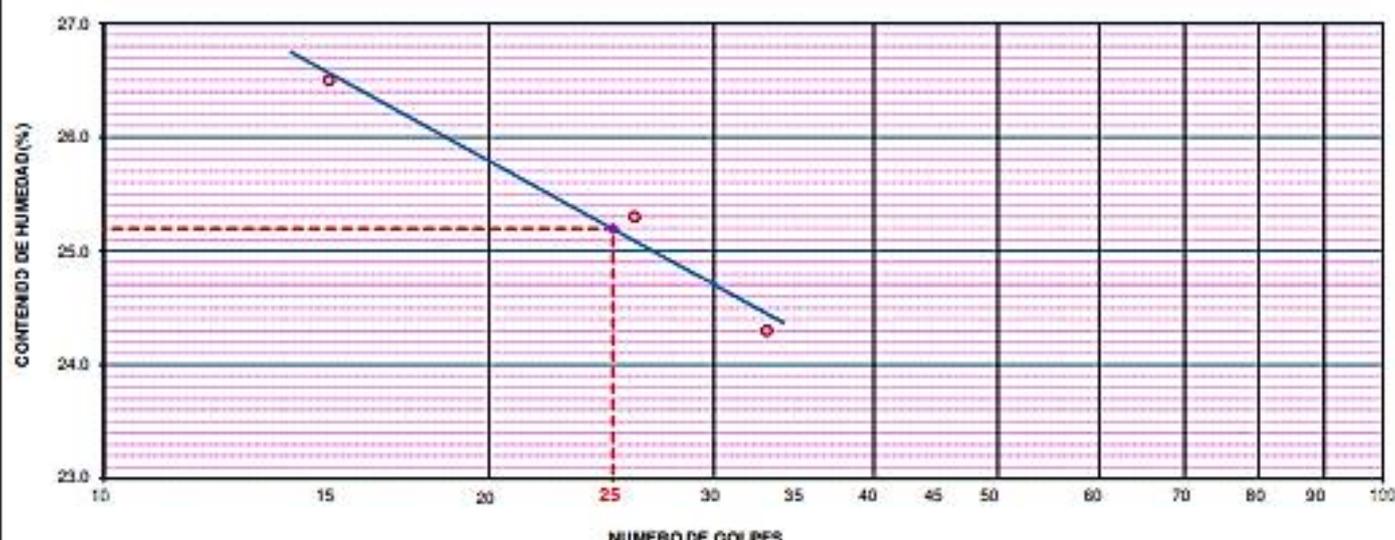
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-20-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 19	LC - 20	LC - 21	
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47	47.34	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.32	61.97	63.32	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.25	58.64	60.20	
MASA DE AGUA	[g]	3.07	3.33	3.12	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.59	13.17	12.86	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.5	25.3	24.3	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	26	33	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 22	LC - 23	LC - 24	
MASA DE LA TARA	[g]	43.07	48.17	45.8	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	46.40	50.84	48.47	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	45.83	50.37	48.00	
MASA DE AGUA	[g]	0.57	0.47	0.47	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.76	2.20	2.20	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.7	21.4	21.4	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	25.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4.00

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORI
TECNICIA ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47164318

OBSERVACIONES
LAG M&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 208176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-20-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION :	PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
			COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13442	13540	13483	13398
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4578	4676	4619	4534
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.150	2.196	2.169	2.129

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	89.11	94.66	89.83	90.97
Suelo Humedo + Capsula	[g]	677.76	612.50	636.22	580.08
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	627.72	560.13	569.54	510.93
Masa del Agua	[g]	50.04	52.37	66.68	69.15
Masa del Suelo Seco	[g]	538.61	465.47	479.71	419.96
Humedad (%)	%	9.29%	11.25%	13.90%	16.47%
Promedio de Humedad (%)	%	9.29%	11.25%	13.90%	16.47%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.967	1.974	1.904	1.828
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.29	19.35	18.67	17.93

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.978 gr/cc	19.400 kN/m³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	10.70 %	10.70 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. I.C. MARY CARMEN PANA CONDORI
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LOPEZ GOMEZ CALLA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-20-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.40 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.70 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-16	N-16	Q-16				
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12				
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1				
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1				
CONDICIONES DE LA MUESTRA		CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12502	12538	11949	12065	11910	12039
Masa del Molde	[g]	7810	7810	7537	7537	7589	7589
Masa del Suelo Humedo	[g]	4692	4728	4412	4528	4321	4450
Volumen del Suelo	cm ³	2132	2132	2122	2122	2168	2168
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.201	2.218	2.079	2.134	1.993	2.053
Capsula No	No	PC - 91	PC - 92	PC - 93	PC - 94	PC - 95	PC - 96
Masa de la Capsula	[g]	45.48	48.48	83.35	82.21	63.82	49.61
Suelo Humedo + Capsula	[g]	265.92	308.72	495.68	552.30	335.46	301.97
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	244.29	280.00	455.93	495.51	308.77	268.89
Masa del Agua	[g]	21.63	28.72	39.75	56.79	26.69	33.08
Masa del Suelo Seco	[g]	198.81	231.52	372.58	413.30	244.95	219.28
% de Humedad	%	10.88%	12.40%	10.67%	13.74%	10.90%	15.09%
Promedio de Humedad	%	10.88%	12.40%	10.67%	13.74%	10.90%	15.09%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.985	1.973	1.879	1.876	1.797	1.784
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.464	19.348	18.424	18.398	17.625	17.491

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	740.00	0.00	0.00	356.00	0.00	0.00	151.20	0.00	0.00
		24:00:00	741.00	0.03	0.02	358.00	0.05	0.04	156.00	0.12	0.10
		48:00:00	745.60	0.14	0.11	359.80	0.10	0.08	159.00	0.20	0.16
		72:00:00	743.90	0.10	0.08	361.20	0.13	0.10	159.10	0.20	0.16
		96:00:00	744.10	0.10	0.08	361.00	0.13	0.10	159.40	0.21	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-16				MOLDE No N-16				MOLDE No Q-16			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	85.5	4.42	0.43		104.0	5.37	0.53		82.9	4.28	0.42		
1.27	0.050	01:00	200.5	10.36	1.02		204.0	10.54	1.03		170.1	8.79	0.86		
1.90	0.075	01:30	350.7	18.12	1.78		355.0	18.35	1.80		230.7	11.92	1.17		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	519.6	26.85	2.63	52.17	498.0	25.74	2.52	43.48	286.1	14.79	1.45	20.29
3.17	0.125	02:30		688.8	35.60	3.49		652.0	33.70	3.30		332.2	17.17	1.68	
3.81	0.150	03:00		838.5	43.33	4.25		782.6	40.44	3.97		370.6	19.15	1.88	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	1130.6	58.43	5.73	61.84	1055.0	54.52	5.35	56.04	433.0	22.38	2.19	21.26
6.35	0.250	05:00		1377.1	71.17	6.98		1296.0	66.98	6.57		501.0	25.89	2.54	
7.62	0.300	06:00		1604.1	82.90	8.13		1430.5	73.93	7.25		549.7	28.41	2.79	
8.89	0.350	07:00		1808.4	93.46	9.17		1566.2	80.94	7.94		609.7	31.51	3.09	
10.16	0.400	08:00		1990.6	102.87	10.09		1624.8	83.57	8.22		669.7	33.52	3.29	
11.43	0.450	09:00		2190.1	113.18	11.10		1655.0	85.53	8.39		706.0	35.53	3.58	
12.70	0.500	10:00		2357.5	121.83	11.95		1728.0	89.30	8.76		738.6	37.91	3.75	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración Nº 14-255-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

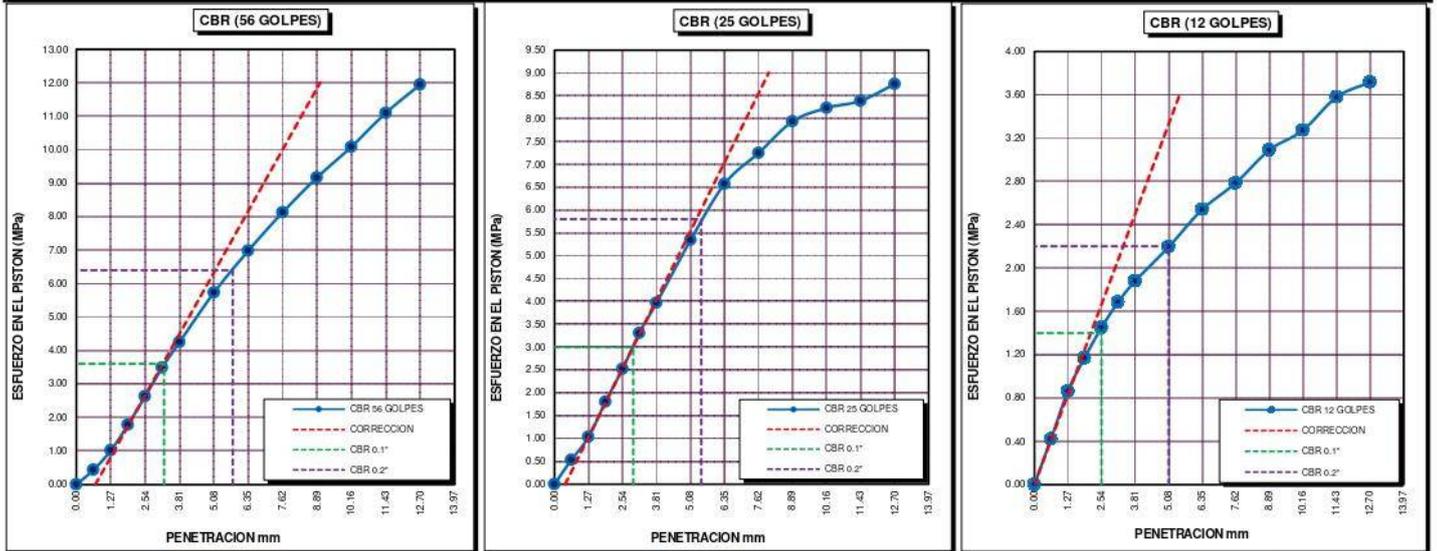
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-20-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.40 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.43 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.70 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	51.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	61.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	43.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	56.00 %

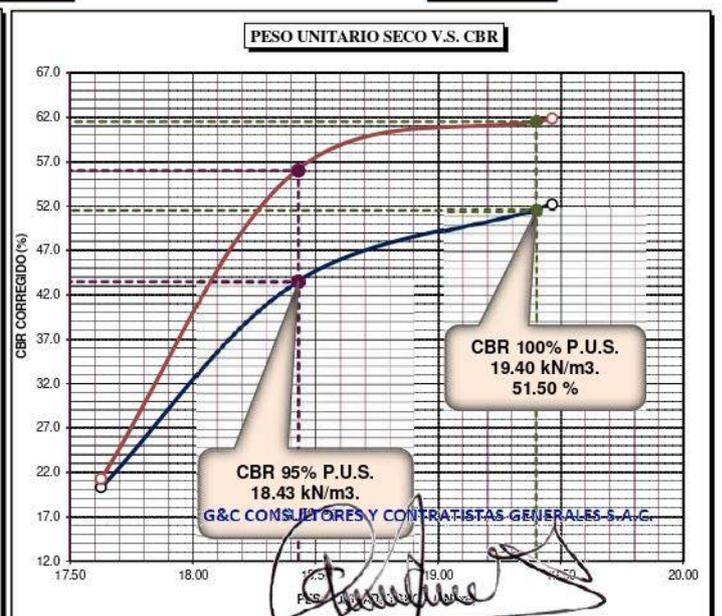
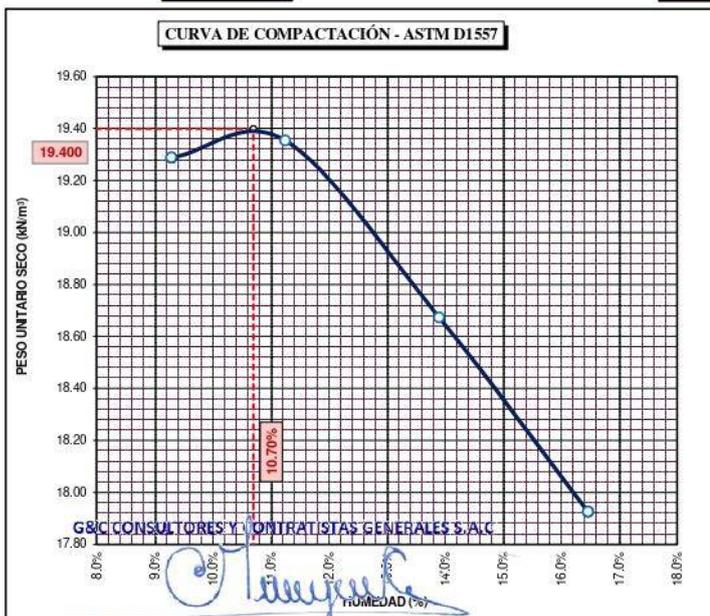
GRAFICOS



CBR C. = 52 %

CBR C. = 43 %

CBR C. = 20 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN PINO GONZALEZ Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.2% aceite sulfonado
+ 2.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

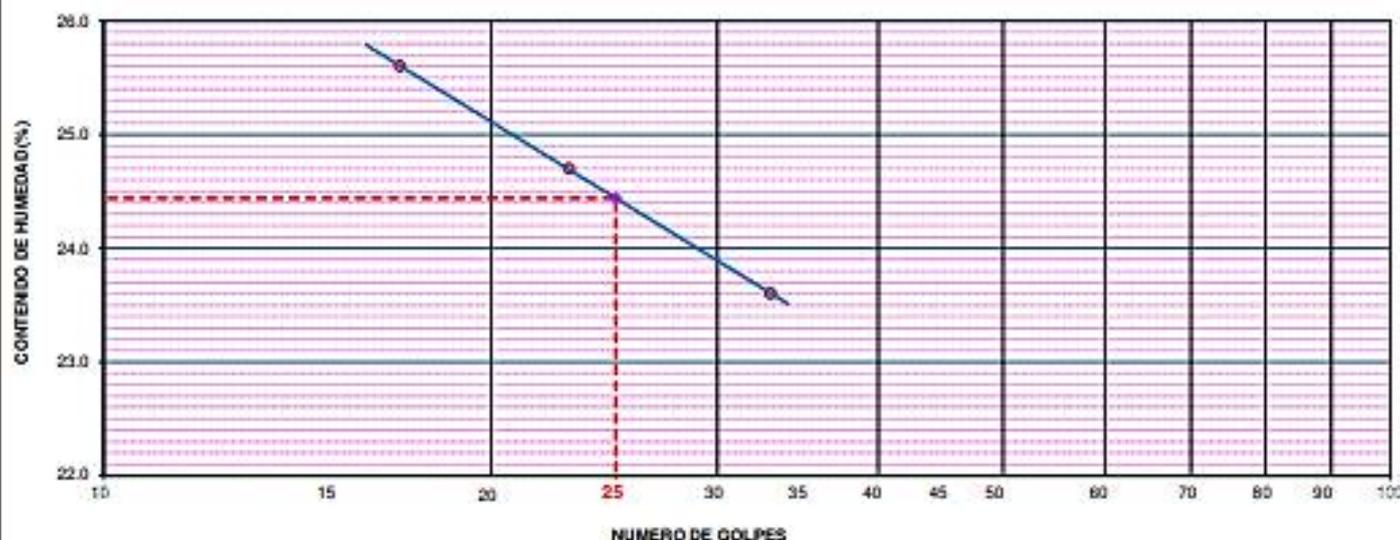
TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-21-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION : PATRÓN + 0.20% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
		COORDENADAS
		ESTE : -
		NORTE : -
		COTA : -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 25	LC - 26	LC - 27	
MASA DE LA TARA	[g]	42.39	48.66	46.09	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.79	61.98	60.73	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.04	59.34	57.93	
MASA DE AGUA	[g]	3.75	2.64	2.8	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.65	10.68	11.84	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.6	24.7	23.6	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	23	33	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 28	LC - 29	LC - 30	
MASA DE LA TARA	[g]	46.45	46.52	46.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.14	50.05	49.77	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.70	49.46	49.23	
MASA DE AGUA	[g]	0.44	0.59	0.54	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.25	2.94	2.62	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.6	20.1	20.6	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.00
LÍMITE PLÁSTICO	20.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS SON REPRESENTATIVAS DE LAS MUESTRAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-21-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRESTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

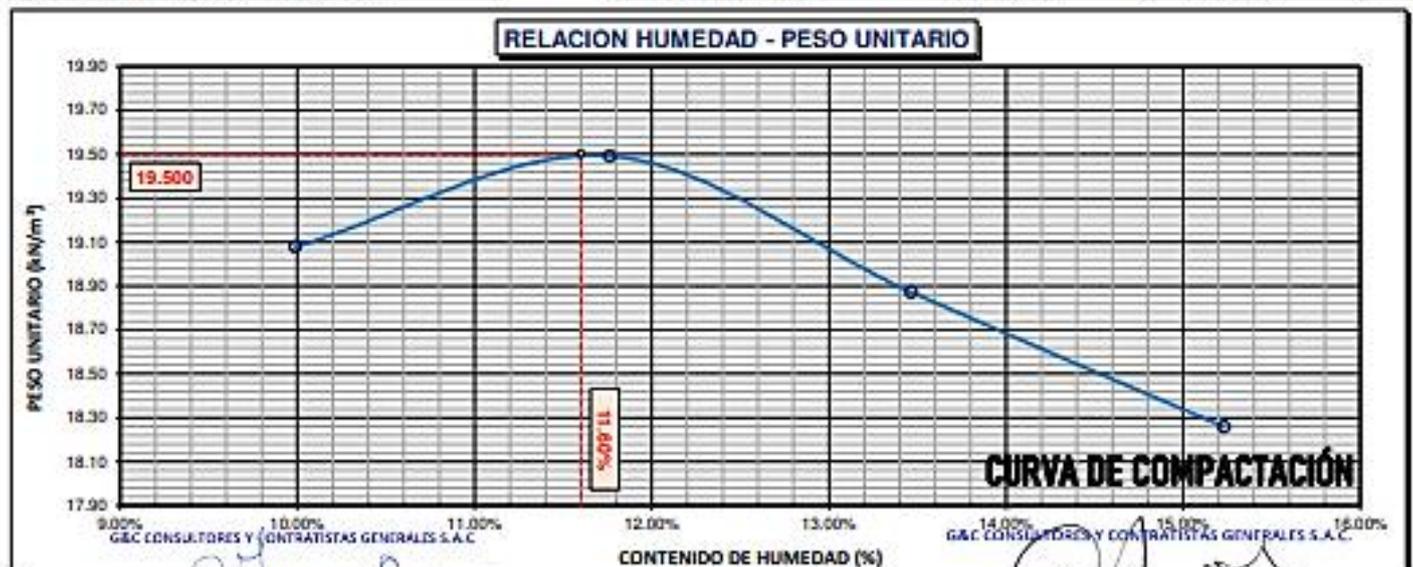
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: (Método C)
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13421	13595	13514	13433
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4557	4731	4650	4569
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.140	2.221	2.183	2.145

Capsula No	No	TP-17	TP-18	TP-19	TP-20
Masa de la Capsula	[g]	88.40	89.01	91.49	88.88
Suelo Humedo + Capsula	[g]	609.64	549.65	596.93	555.69
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	562.30	501.16	536.94	493.98
Masa del Agua	[g]	47.34	48.49	59.99	61.71
Masa del Suelo Seco	[g]	473.90	412.15	445.45	405.10
Humedad (%)	%	9.99%	11.77%	13.47%	15.23%
Promedio de Humedad (%)	%	9.99%	11.77%	13.47%	15.23%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.945	1.988	1.924	1.862
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.08	19.49	18.87	18.26

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.988 gr/cc	: 19.500 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.60 %	: 11.60 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-21-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)		
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-17	N-17	Q-17			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12889	12928	12491	12573	12012	12312
Masa del Molde	[g]	8165	8165	7972	7972	7602	7602
Masa del Suelo Humedo	[g]	4724	4763	4519	4601	4410	4710
Volumen del Suelo	cm ³	2122	2122	2125	2125	2155	2155
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.226	2.245	2.127	2.165	2.046	2.185
Capsula No	No	PC - 97	PC - 98	PC - 99	PC - 100	PC - 101	PC - 102
Masa de la Capsula	[g]	59.87	45.53	85.05	84.96	48.32	54.66
Suelo Humedo + Capsula	[g]	353.64	302.80	470.17	468.57	286.48	375.83
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	322.65	271.51	430.11	419.84	261.62	330.22
Masa del Agua	[g]	30.99	31.29	40.06	48.73	24.86	45.61
Masa del Suelo Seco	[g]	262.78	225.98	345.06	334.88	213.30	275.56
% de Humedad	%	11.79%	13.85%	11.61%	14.55%	11.65%	16.55%
Promedio de Humedad	%	11.79%	13.85%	11.61%	14.55%	11.65%	16.55%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.991	1.972	1.905	1.890	1.833	1.875
Peso Unitario Seco	kN/m ²	19.529	19.335	18.685	18.536	17.972	18.388

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	597.00	0.00	0.00	145.60	0.00	0.00	7.30	0.00	0.00
		24:00:00	601.00	0.10	0.08	149.50	0.10	0.08	13.00	0.14	0.11
		48:00:00	603.50	0.17	0.13	153.10	0.19	0.15	15.20	0.20	0.16
		72:00:00	603.00	0.15	0.12	153.00	0.19	0.15	15.50	0.21	0.16
		96:00:00	603.70	0.17	0.13	154.00	0.21	0.17	16.10	0.22	0.18

PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN			Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-17				MOLDE No N-17				MOLDE No Q-17			
mm	Pulg.				LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		94.8	4.90	0.48		72.0	3.72	0.36		29.4	1.52	0.15		
1.27	0.050	01:00		193.4	9.99	0.98		151.2	7.81	0.77		70.7	3.65	0.36		
1.90	0.075	01:30		280.4	14.49	1.42		229.2	11.84	1.16		115.5	5.97	0.59		
2.54	0.100	02:00		347.1	17.94	1.76	25.36	323.7	16.73	1.64	22.46	166.6	8.61	0.84	13.77	
3.17	0.125	02:30		410.7	21.22	2.08		401.3	20.74	2.03		212.1	10.96	1.07		
3.81	0.150	03:00		468.7	24.22	2.38		478.8	24.74	2.43		257.1	13.29	1.30		
5.08	0.200	04:00		561.1	29.00	2.84	27.05	630.4	32.58	3.20	30.92	351.1	18.14	1.78	18.36	
6.35	0.250	05:00		645.2	33.34	3.27		728.8	37.66	3.69		447.3	23.12	2.27		
7.62	0.300	06:00		728.2	37.63	3.69		766.9	39.63	3.89		541.7	27.99	2.75		
8.89	0.350	07:00		802.0	41.45	4.06		789.0	40.78	4.00		621.4	32.63	3.20		
10.15	0.400	08:00		855.7	44.22	4.34		804.0	41.55	4.07		720.0	37.24	3.65		
11.43	0.450	09:00		927.7	47.94	4.70		817.3	42.24	4.14		805.7	44.83	4.38		
12.70	0.500	10:00		984.9	50.90	4.99		834.9	43.15	4.23		883.5	45.81	4.54		

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

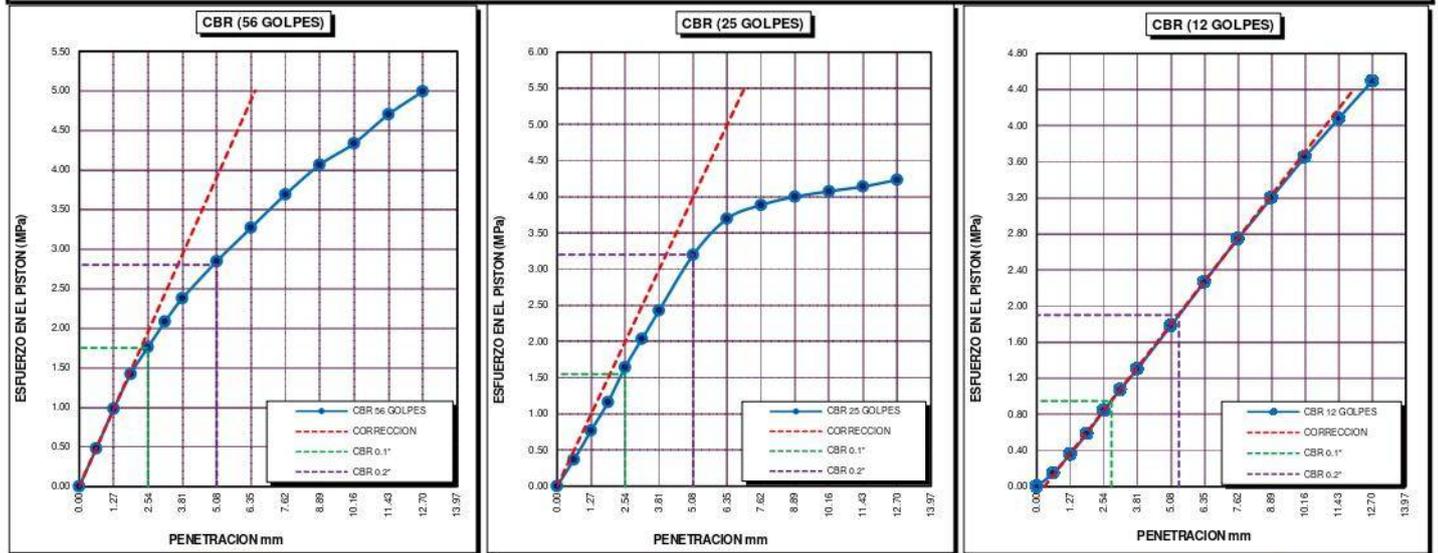
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-21-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.20% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.53 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	27.30 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	21.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	29.50 %

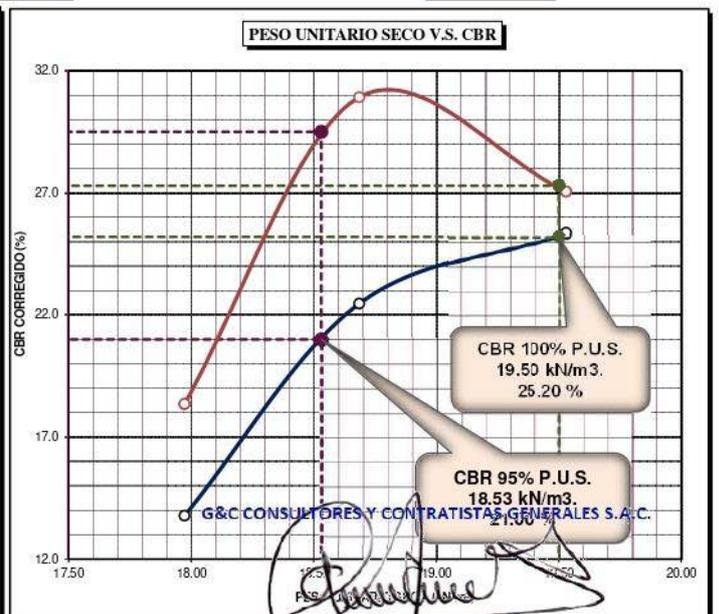
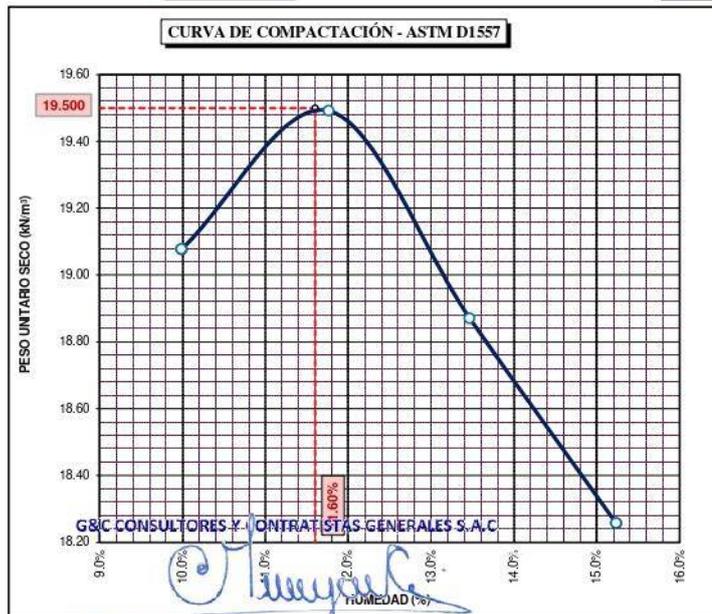
GRAFICOS



CBR C. = 25 %

CBR C. = 22 %

CBR C. = 14 %



Adición de muestra patrón + 0.25% aceite
sulfonado + 0.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-22-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
PROCEDENCIA : AFIRMADO	CONDICION : PATRÓN + 0.25% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO	ESTE : -
MUESTRA : M - 01		NORTE : -
PROGRESIVA : 63+850		COTA : -
TEMPERATURA : AMBIENTE		

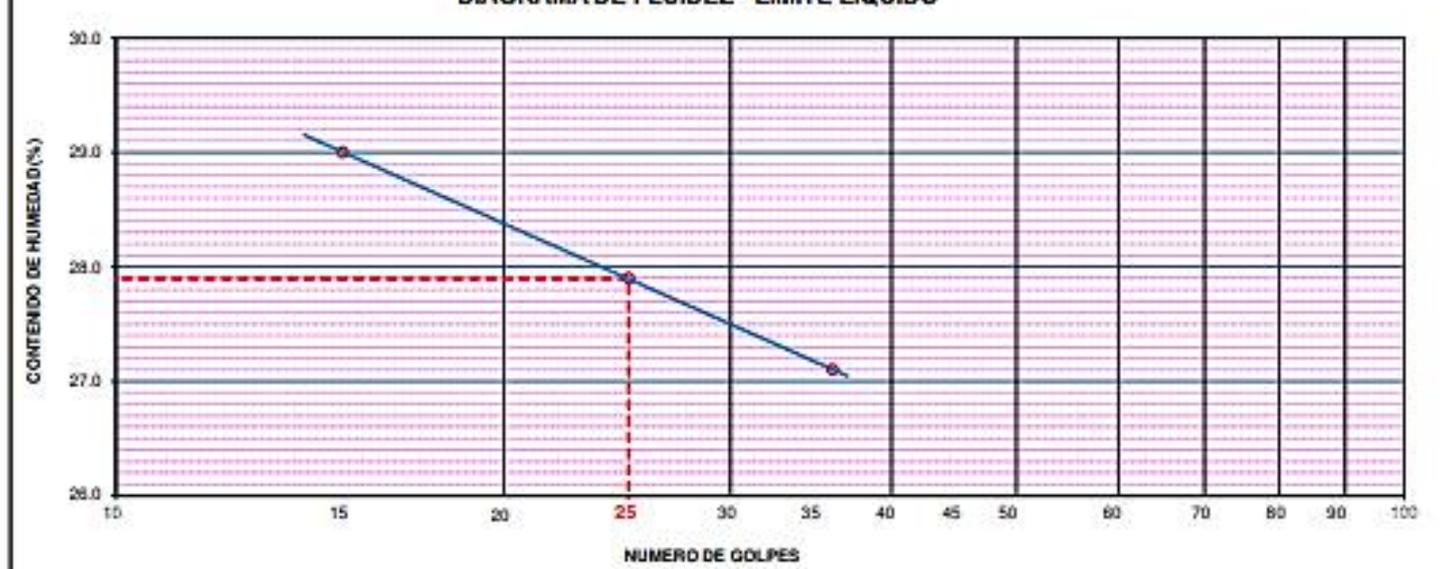
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33
MASA DE LA TARA	[g]	47.18	46.82	48.69
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	63.11	61.76	61.95
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.53	58.50	59.12
MASA DE AGUA	[g]	3.58	3.26	2.83
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.35	11.68	10.43
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.0	27.9	27.1
NUMERO DE GOLPES	n°	15	25	36

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA		LC - 34	LC - 35	LC - 36
MASA DE LA TARA	[g]	46.46	46.24	46.2
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.01	49.33	49.65
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.37	48.77	49.04
MASA DE AGUA	[g]	0.64	0.56	0.61
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.91	2.53	2.84
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.0	22.1	21.5

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	28.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.00

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47194316

OBSERVACIONES

LAS M&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
SITE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACETATE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-22-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRESTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.25% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO (Método C)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13291	13495	13491	13377
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4427	4631	4627	4513
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.079	2.174	2.173	2.119

Capsula No	No	TP-21	TP-22	TP-23	TP-24
Masa de la Capsula	[g]	81.91	82.34	82.19	83.69
Suelo Humedo + Capsula	[g]	595.30	516.71	666.36	657.20
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	548.07	469.93	592.70	575.71
Masa del Agua	[g]	47.23	46.78	73.66	81.49
Masa del Suelo Seco	[g]	466.16	387.59	510.51	492.02
Humedad (%)	%	10.13%	12.07%	14.43%	16.56%
Promedio de Humedad (%)	%	10.13%	12.07%	14.43%	16.56%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.887	1.940	1.899	1.818
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.51	19.03	18.62	17.83

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.942 gr/cc	19.040 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	12.20 %	12.20 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE [Signature]

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-22-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA MUESTRA	: AFIRMADO M - 01	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.04 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.20 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-1	N-1	Q-1			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12834	12849	12292	12398	11415	11508
Masa del Molde	[g]	8131	8131	7760	7760	7087	7087
Masa del Suelo Humedo	[g]	4703	4718	4532	4638	4328	4421
Volumen del Suelo	cm ³	2147	2147	2132	2132	2123	2123
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.190	2.197	2.126	2.175	2.038	2.082
Capsula No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capsula	[g]	49.60	46.07	85.17	84.75	48.51	59.94
Suelo Humedo + Capsula	[g]	319.64	270.18	514.26	505.96	317.44	372.32
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	290.15	242.66	467.77	450.64	288.25	326.98
Masa del Agua	[g]	29.49	27.52	46.49	55.32	29.19	45.34
Masa del Suelo Seco	[g]	240.55	196.59	382.60	365.89	239.74	267.04
% de Humedad	%	12.26%	14.00%	12.15%	15.12%	12.18%	16.98%
Promedio de Humedad	%	12.26%	14.00%	12.15%	15.12%	12.18%	16.98%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.951	1.928	1.895	1.890	1.817	1.780
Peso Unitario Seco	kN/m ²	19.135	18.903	18.587	18.532	17.818	17.454

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	688.10	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	255.30	0.00	0.00
		24:00:00	690.50	0.06	0.05	77.50	0.06	0.05	259.50	0.11	0.08
		48:00:00	691.00	0.07	0.06	79.10	0.10	0.08	260.10	0.12	0.10
		72:00:00	691.90	0.10	0.08	80.30	0.13	0.11	262.00	0.17	0.13
		96:00:00	691.90	0.10	0.08	80.00	0.13	0.10	262.50	0.18	0.14

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-1				MOLDE No N-1				MOLDE No Q-1			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		46.6	2.41	0.24	95.8	4.95	0.49	39.0	2.02	0.20			
1.27	0.050	01:00		97.1	5.02	0.49	182.2	9.42	0.92	87.5	4.52	0.44			
1.90	0.075	01:30		169.2	8.74	0.86	250.6	12.95	1.27	127.0	6.56	0.64			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	270.1	13.96	1.37	40.58	308.1	15.92	1.56	22.46	167.0	8.63	0.85	12.32
3.17	0.125	02:30		383.3	19.81	1.94	365.0	18.86	1.85	199.0	10.28	1.01			
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	520.6	26.90	2.64	420.6	21.74	2.13	239.5	12.38	1.21			
5.08	0.200	04:00		789.4	40.80	4.00	51.21	509.5	26.33	2.58	25.12	303.5	15.68	1.54	14.98
6.35	0.250	05:00		1031.6	53.31	5.23	587.2	30.35	2.98	355.5	18.37	1.80			
7.62	0.300	06:00		1260.7	65.15	6.39	663.1	34.27	3.36	405.6	20.96	2.06			
8.89	0.350	07:00		1460.5	75.48	7.40	713.1	36.85	3.61	439.5	22.71	2.23			
10.16	0.400	08:00		1636.9	84.59	8.30	779.7	40.23	3.93	473.0	24.52	2.42			
11.43	0.450	09:00		1796.4	92.84	9.10	837.7	43.29	4.25	511.0	26.33	2.59			
12.70	0.500	10:00		1927.7	99.62	9.77	905.7	46.81	4.59	543.6	27.63	2.73			

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración Nº LP-22-0021 con fecha 24/02/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

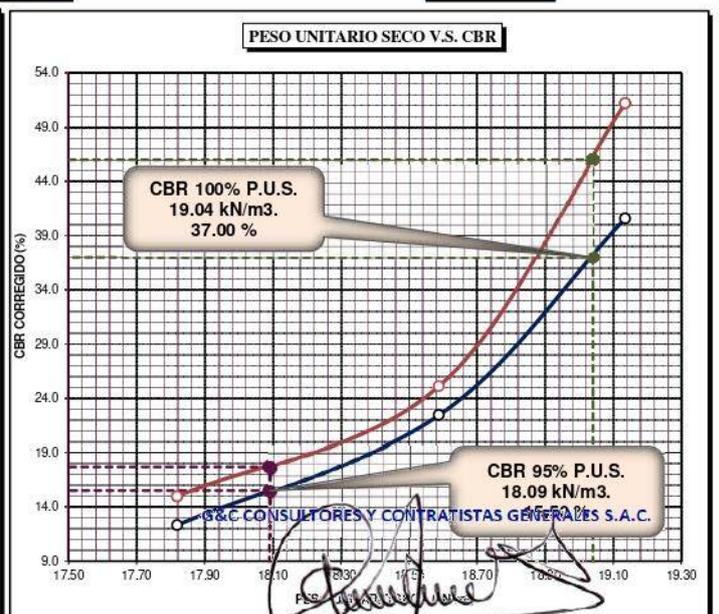
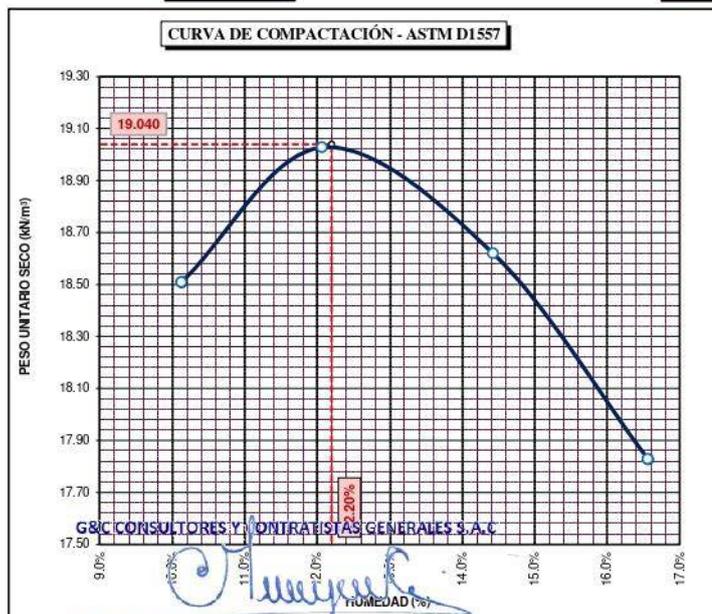
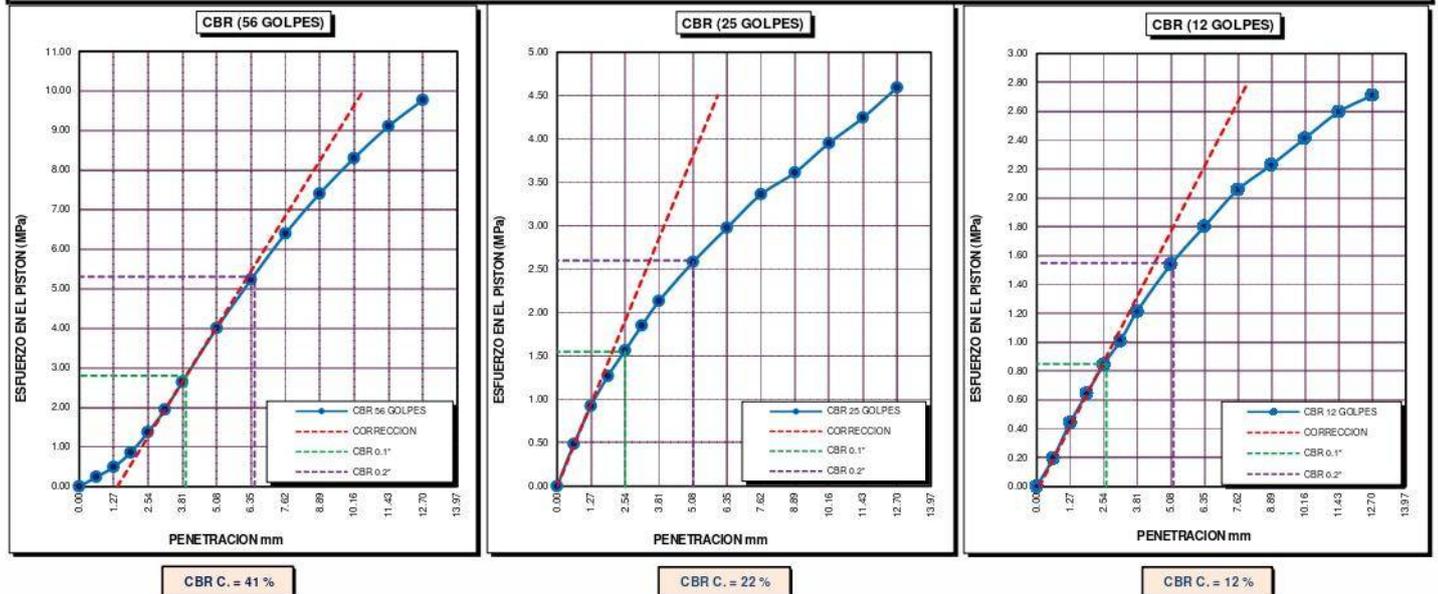
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-22-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.04 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.09 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	37.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	46.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	15.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	17.70 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR, Técnico Especialista de Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales, DNI: 47136310. Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA, Jefe de Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales, CIP: 209176.

Adición de muestra patrón + 0.25% aceite
sulfonado + 1.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC-JML-CPM-07/22-23-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

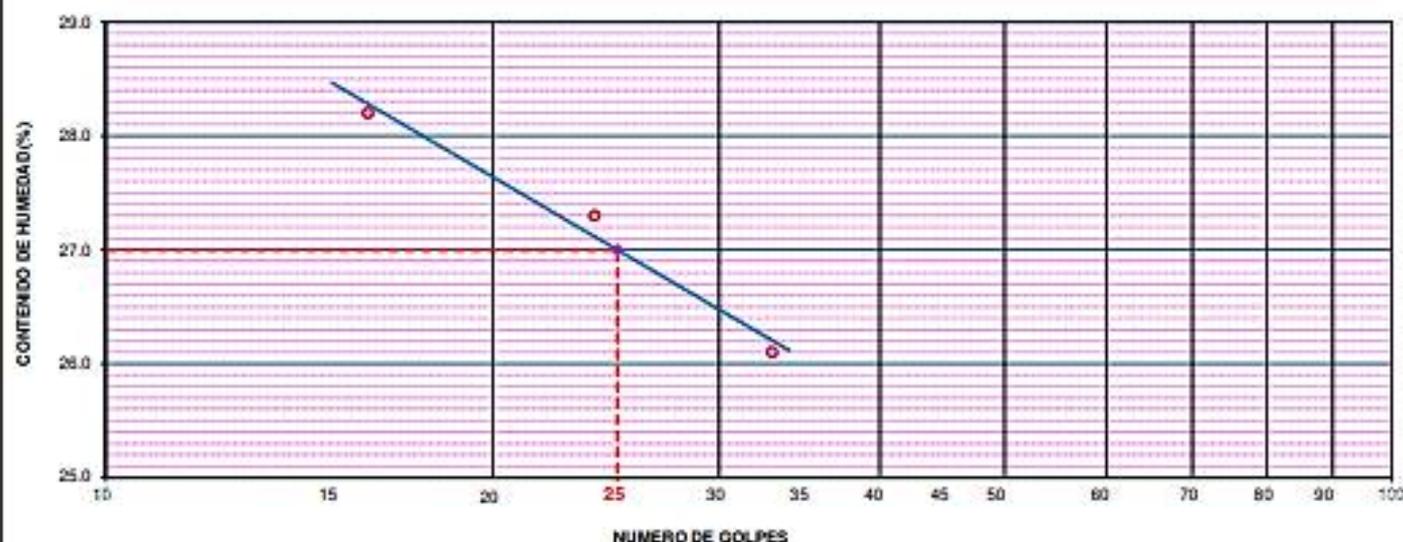
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 37	LC - 38	LC - 39
MASA DE LA TARA	[g]	46.54	46.81	48.61
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.77	63.39	63.58
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.20	59.83	60.49
MASA DE AGUA	[g]	3.57	3.56	3.1
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.66	13.02	11.87
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.2	27.3	26.1
NUMERO DE GOLPES	n°	16	24	33

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 40	LC - 41	LC - 42
MASA DE LA TARA	[g]	48.58	46.71	47.02
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.41	50.01	50.35
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.91	49.42	49.75
MASA DE AGUA	[g]	0.50	0.59	0.60
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.33	2.71	2.73
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.5	21.8	22.0

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	27.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

LAS RESULTADOS SON VALIDOS PARA LOS CASOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-23-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
		CONDICION : PATRÓN + 0.25% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO (Método C)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13376	13529	13466	13371
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4512	4665	4602	4507
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.119	2.190	2.161	2.116

Capsula No	No	TP-25	TP-26	TP-27	TP-28
Masa de la Capsula	[g]	90.58	90.41	93.10	89.05
Suelo Humedo + Capsula	[g]	612.05	554.86	567.91	621.71
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	565.92	505.23	509.91	549.08
Masa del Agua	[g]	46.13	49.63	58.00	72.63
Masa del Suelo Seco	[g]	475.34	414.82	416.81	460.03
Humedad (%)	%	9.70%	11.96%	13.92%	15.79%
Promedio de Humedad (%)	%	9.70%	11.96%	13.92%	15.79%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.931	1.956	1.897	1.828
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.94	19.19	18.60	17.92

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.958 gr/cc	19.200 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.80 %	11.80 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE [Signature]

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-23-G&C
	Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM	METODO DE ENSAYO : [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena	TIPO DE MARTILLO : Manual
	MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo
	PESO UNITARIO SECO : 19.20 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.80 %

MOLDE No	COD.	A-2		N-2		Q-2	
		5	5	25	25	12	12
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	56	25	25	12	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12566	12605	12209	12331	11459	11559
Masa del Molde	[g]	7870	7870	7698	7698	7085	7085
Masa del Suelo Humedo	[g]	4696	4735	4511	4633	4374	4474
Volumen del Suelo	cm ³	2147	2147	2122	2122	2133	2133
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.187	2.206	2.126	2.183	2.051	2.097
Capsula No	No	PC - 7	PC - 8	PC - 9	PC - 10	PC - 11	PC - 12
Masa de la Capsula	[g]	47.72	45.44	81.80	83.86	46.05	51.32
Suelo Humedo + Capsula	[g]	310.15	264.68	467.07	551.09	287.22	258.80
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	282.85	238.60	426.53	490.71	261.62	228.01
Masa del Agua	[g]	27.30	26.08	40.54	60.38	25.60	30.79
Masa del Suelo Seco	[g]	235.13	193.16	344.73	406.85	215.57	176.69
% de Humedad	%	11.61%	13.50%	11.76%	14.84%	11.88%	17.43%
Promedio de Humedad	%	11.61%	13.50%	11.76%	14.84%	11.88%	17.43%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.960	1.943	1.902	1.901	1.833	1.786
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.219	19.056	18.654	18.644	17.974	17.516

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	255.50	0.00	0.00	708.60	0.00	0.00	154.00	0.00	0.00
		24:00:00	257.60	0.05	0.04	709.00	0.01	0.01	155.00	0.03	0.02
		48:00:00	257.00	0.04	0.03	710.00	0.04	0.03	159.50	0.14	0.11
		72:00:00	257.00	0.04	0.03	712.00	0.09	0.07	161.90	0.20	0.16
		96:00:00	257.50	0.05	0.04	712.10	0.09	0.07	159.00	0.13	0.10

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-2				MOLDE No N-2				MOLDE No Q-2			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		147.6	7.63	0.75		95.4	4.93	0.48		41.3	2.13	0.21	
1.27	0.050	01:00		332.5	17.18	1.69		219.0	11.32	1.11		85.8	4.44	0.43	
1.90	0.075	01:30		459.2	23.73	2.33		315.0	16.28	1.60		147.4	7.62	0.75	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	564.2	29.16	2.86	42.03	402.0	20.78	2.04	28.99	220.3	11.39	1.12	
3.17	0.125	02:30		661.3	34.18	3.35		496.8	25.67	2.52		305.3	15.78	1.55	
3.81	0.150	03:00		738.2	38.15	3.74		585.6	30.26	2.97		383.9	19.84	1.95	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	902.6	46.65	4.57	44.44	760.2	39.29	3.85	36.71	554.6	28.66	2.81	
6.35	0.250	05:00		1043.6	53.93	5.29		906.6	46.85	4.59		720.5	37.23	3.65	
7.62	0.300	06:00		1170.6	60.50	5.93		1048.2	54.17	5.31		845.9	43.71	4.29	
8.89	0.350	07:00		1309.8	67.69	6.64		1170.6	60.50	5.93		950.5	49.12	4.82	
10.16	0.400	08:00		1436.6	74.24	7.28		1295.4	66.99	6.53		1144.3	56.83	5.65	
11.43	0.450	09:00		1584.4	81.88	8.03		1432.2	74.02	7.26		1474.1	64.83	6.55	
12.70	0.500	10:00		1734.5	89.64	8.79		1552.2	80.22	7.87		1674.1	84.83	8.55	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración Nº LP-252-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP : 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-23-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

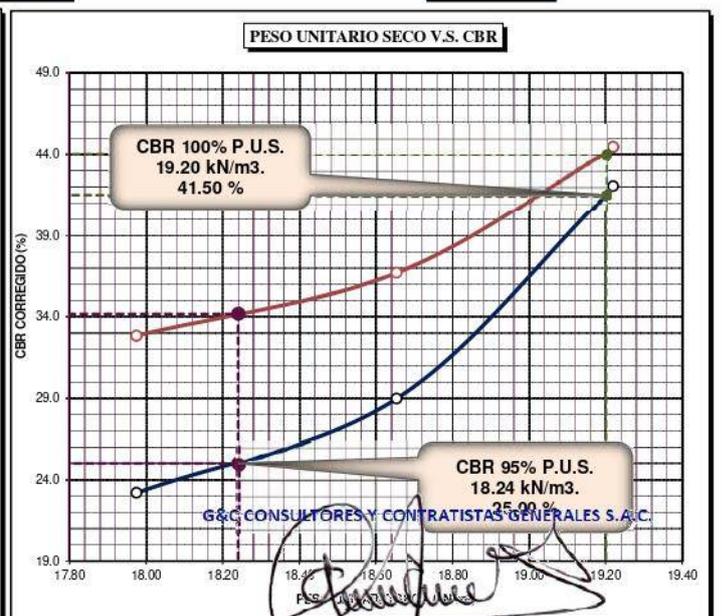
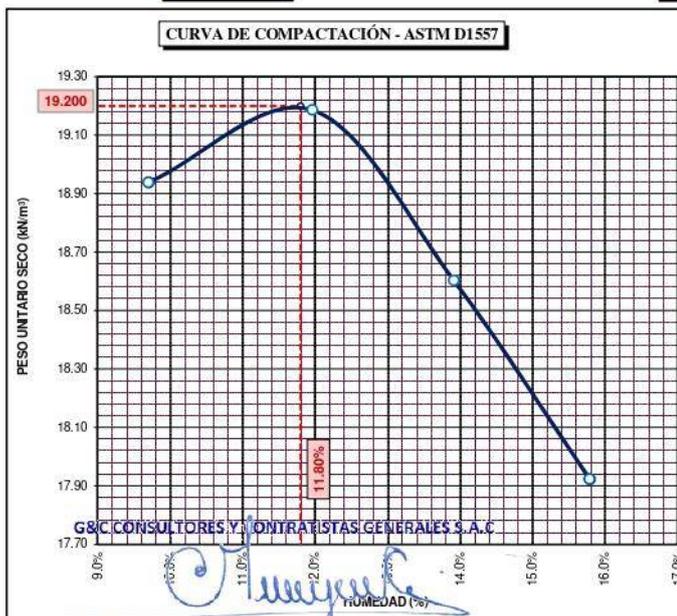
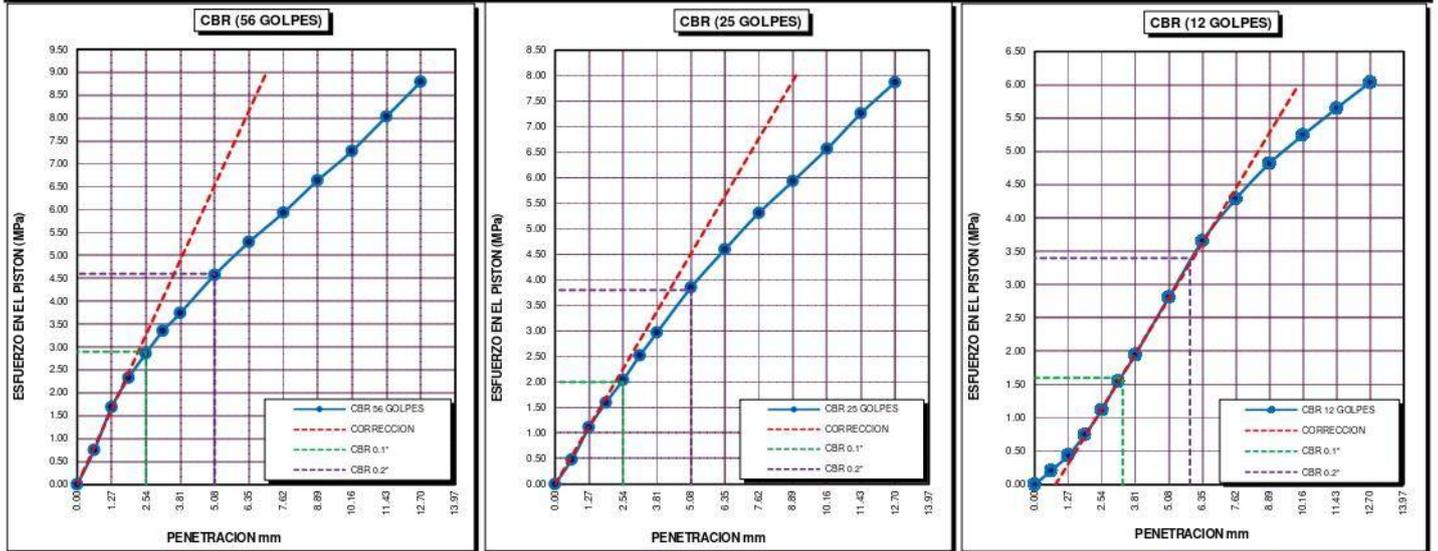
DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
MUESTRA : M - 01		ESTE -
TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO	NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GM	NORMA : ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO : 19.20 kN/m ³	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO : [Método C]	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 18.24 kN/m ³	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.80 %	

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	41.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	44.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	25.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	34.20 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDOBY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.25% aceite
sulfonado + 1.50% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-24-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
MUESTRA : M - 01		ESTE : -
PROGRESIVA : 63+850	CONDICION : PATRÓN + 0.25% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO	NORTE : -
TEMPERATURA : AMBIENTE		COTA : -

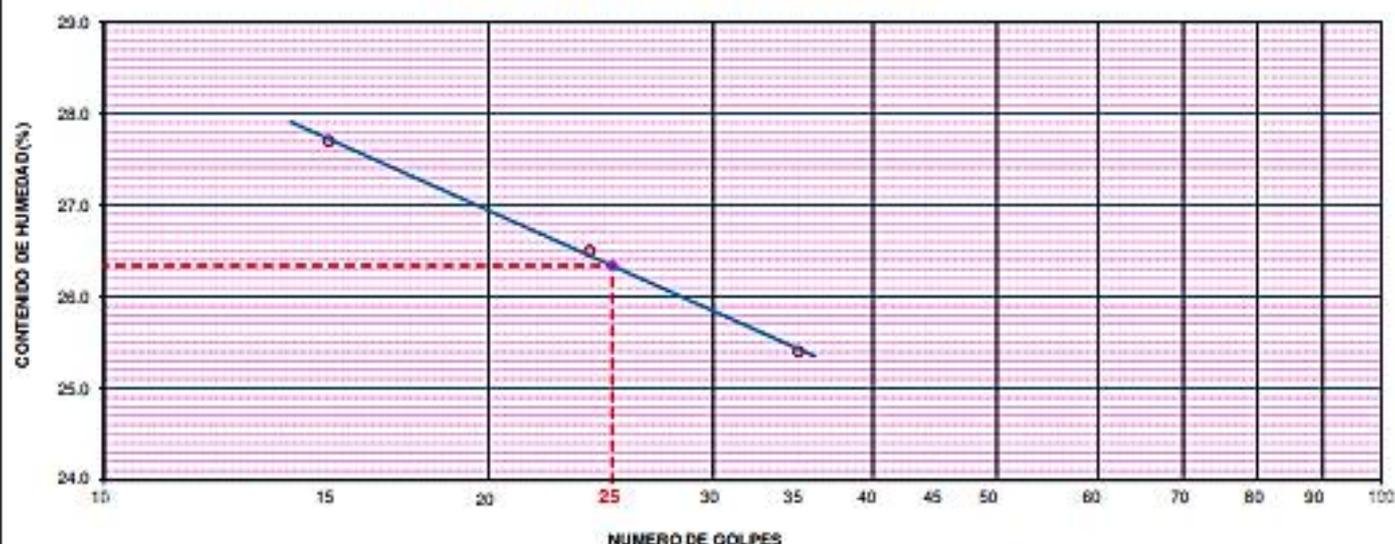
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 43	LC - 44	LC - 45
MASA DE LA TARA	[g]	46.64	47.04	48.58
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	65.76	62.57	65.35
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61.61	59.32	61.95
MASA DE AGUA	[g]	4.15	3.25	3.4
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.97	12.28	13.37
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.7	26.5	25.4
NUMERO DE GOLPES	n°	15	24	35

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 46	LC - 47	LC - 48
MASA DE LA TARA	[g]	46.79	46.62	46.7
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.37	49.70	50.09
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.74	49.15	49.47
MASA DE AGUA	[g]	0.63	0.55	0.62
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.95	2.53	2.77
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.4	21.7	22.4

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	26.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES

LAS M&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. SON RESPONSABLES DEL ESTUDIO.



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMACO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-24-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION :	PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GM	% Ret. Tamiz 3/4":	20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8":	37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	46.72 %
		METODO DE ENSAYO	[Método C]
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	56

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13395	13536	13489	13375
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4531	4672	4625	4511
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.128	2.194	2.172	2.118

Capsula No	No	TP-29	TP-30	TP-31	TP-32
Masa de la Capsula	[g]	87.17	80.88	81.63	91.99
Suelo Humedo + Capsula	[g]	645.52	605.35	541.28	648.89
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	597.18	550.52	486.18	573.18
Masa del Agua	[g]	48.34	54.83	55.10	75.71
Masa del Suelo Seco	[g]	510.01	469.64	404.55	481.19
Humedad (%)	%	9.48%	11.67%	13.62%	15.73%
Promedio de Humedad (%)	%	9.48%	11.67%	13.62%	15.73%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.943	1.964	1.911	1.830
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.06	19.26	18.74	17.95

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.966 gr/cc	19.280 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.50 %	11.50 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA LONDRA
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

Certificado de calificación N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LOPEZ GOMEZ CALLA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESTES	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-24-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.28 kN/m3
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.50 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-3	N-3	Q-3			
NUMERO DE CAPAS	nº	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	nº	56	25	12			
Nº SOBRECARGA CIRCULAR	nº	1	1	1			
Nº SOBRECARGA ANULAR	nº	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11568	11596	12207	12303	12599	12686
Masa del Molde	[g]	6845	6845	7661	7661	8222	8222
Masa del Suelo Humedo	[g]	4723	4751	4546	4642	4377	4464
Volumen del Suelo	cm ³	2143	2143	2134	2134	2111	2111
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.204	2.217	2.130	2.175	2.073	2.114
Capsula No	No	PC - 13	PC - 14	PC - 15	PC - 16	PC - 17	PC - 18
Masa de la Capsula	[g]	44.60	61.48	84.05	85.74	48.91	48.28
Suelo Humedo + Capsula	[g]	293.16	332.70	510.60	470.47	280.79	258.15
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	267.64	300.07	466.50	421.57	256.84	229.08
Masa del Agua	[g]	25.52	32.63	44.10	48.90	23.95	29.07
Masa del Suelo Seco	[g]	223.04	238.59	382.45	335.83	207.93	180.80
% de Humedad	%	11.44%	13.68%	11.53%	14.56%	11.52%	16.08%
Promedio de Humedad	%	11.44%	13.68%	11.53%	14.56%	11.52%	16.08%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.978	1.951	1.910	1.899	1.859	1.821
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.397	19.129	18.731	18.621	18.229	17.861

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	147.80	0.00	0.00	296.00	0.00	0.00	270.90	0.00	0.00
		24:00:00	149.60	0.05	0.04	297.50	0.04	0.03	274.50	0.09	0.07
		48:00:00	150.30	0.06	0.05	299.00	0.08	0.06	276.20	0.13	0.11
		72:00:00	150.00	0.06	0.04	298.00	0.05	0.04	275.00	0.10	0.08
		96:00:00	149.80	0.05	0.04	298.50	0.06	0.05	275.50	0.12	0.09

PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm2 / Mpa	MOLDE No A-3				MOLDE No N-3				MOLDE No Q-3				
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30	63.3	3.27	0.32		116.5	6.02	0.59		160.0	8.27	0.81			
1.27	0.050	01:00	201.0	10.39	1.02		246.5	12.74	1.25		260.5	13.46	1.32			
1.90	0.075	01:30	70.31 / 6.9	357.1	18.45	1.81		372.5	19.25	1.89		340.1	17.58	1.72		
2.54	0.100	02:00		541.0	27.96	2.74	49.28	481.2	24.87	2.44	34.78	410.1	21.19	2.08	29.71	
3.17	0.125	02:30		730.6	37.76	3.70		598.0	30.90	3.03		472.2	24.40	2.39		
3.81	0.150	03:00		901.0	46.56	4.57		703.0	36.33	3.56		540.7	27.94	2.74		
5.08	0.200	04:00		1166.2	60.27	5.91	60.87	918.0	47.44	4.65	44.44	640.1	33.08	3.24	30.92	
6.35	0.250	05:00		1376.6	71.14	6.98		1079.0	55.76	5.47		739.1	38.20	3.75		
7.62	0.300	06:00	1587.6	82.05	8.05		1178.5	60.90	5.97		824.0	42.58	4.18			
8.89	0.350	07:00	1799.9	93.02	9.12		1245.6	64.37	6.31		900.1	46.52	4.56			
11.43	0.450	09:00	2090.9	108.06	10.60		1306.8	67.53	6.62		1009.1	50.45	4.93			
12.70	0.500	10:00	2251.6	116.36	11.41		1333.5	68.91	6.76		1035.2	58.67	5.78			

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
: Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Bach. I. C. MARY CARMEN YAÑA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

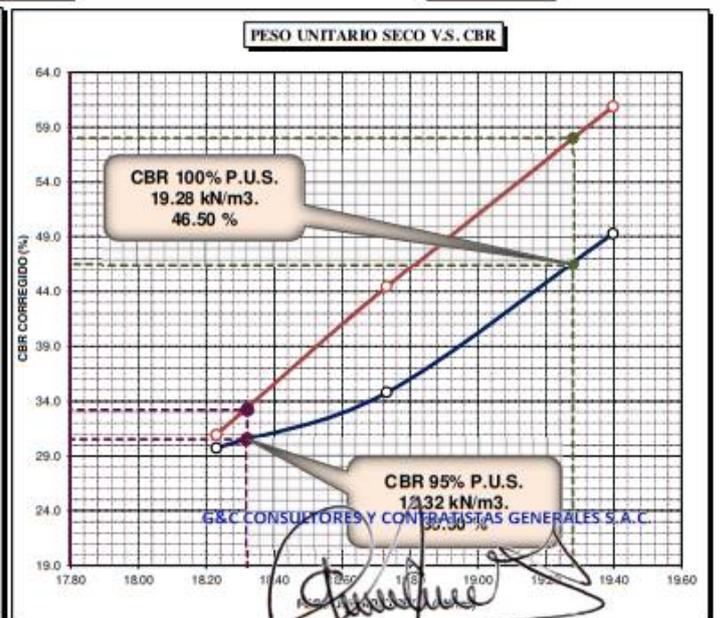
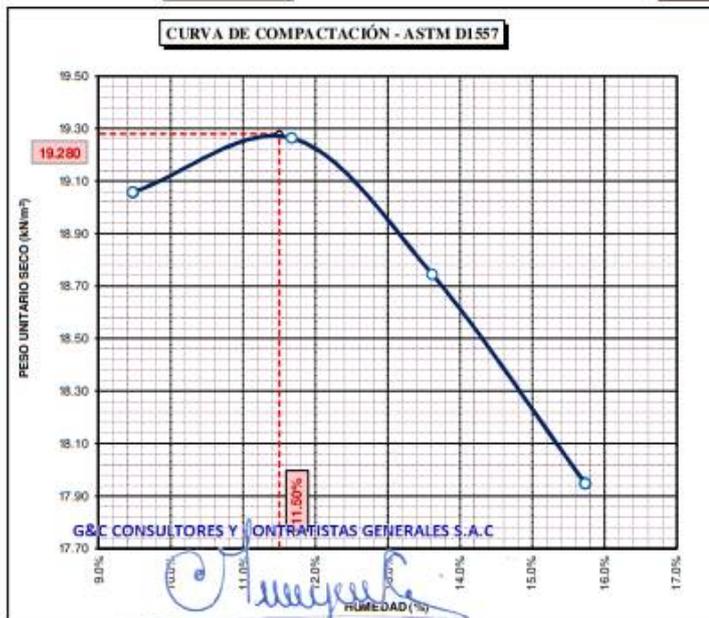
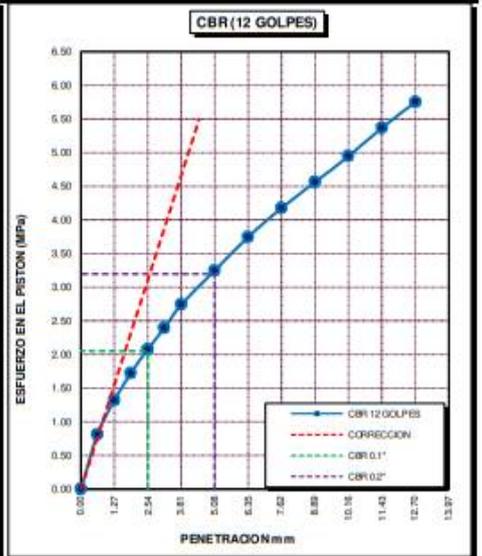
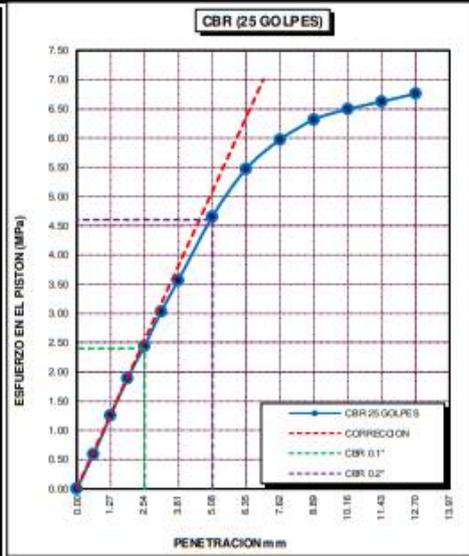
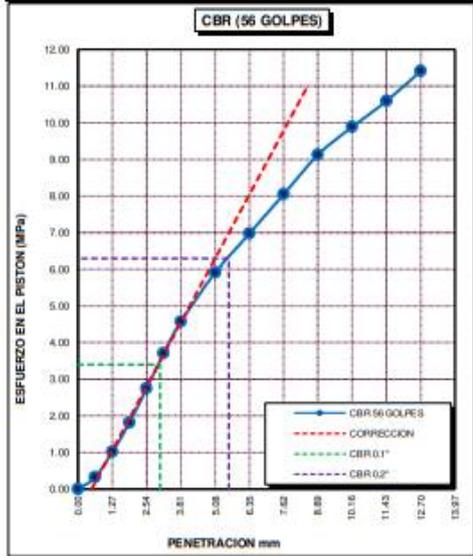
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-24-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.28 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.32 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	46.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	58.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	30.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	33.20 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANACO VILLANOVA
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.25% aceite
sulfonado + 2.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_I-M-L-CPM-07/22-25-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

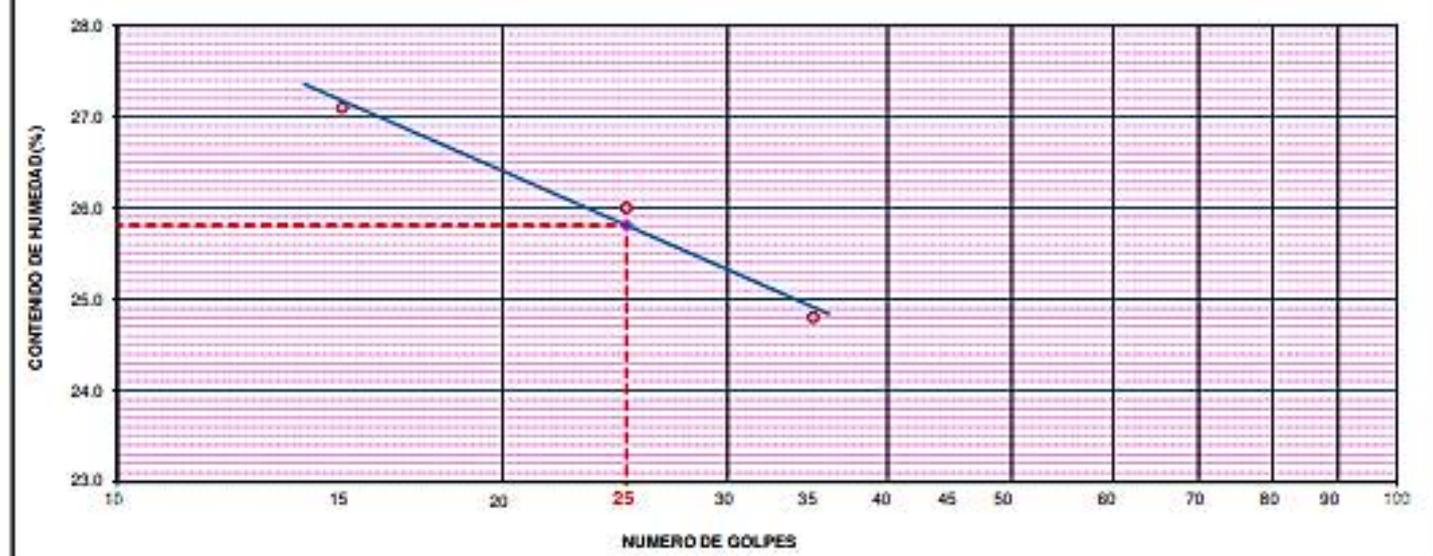
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 49	LC - 50	LC - 51
MASA DE LA TARA	[g]	48.67	46.71	46.16
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.22	65.15	63.10
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.33	61.34	59.73
MASA DE AGUA	[g]	2.89	3.81	3.37
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.66	14.63	13.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.1	26.0	24.8
NUMERO DE GOLPES	n°	15	25	35

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 52	LC - 53	LC - 54
MASA DE LA TARA	[g]	46.38	48.67	48.7
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.49	51.44	51.44
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.95	50.96	50.97
MASA DE AGUA	[g]	0.54	0.48	0.47
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.57	2.29	2.27
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.0	21.0	20.7

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	26.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 4793030

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

ATA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-25-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
	CONDICION : PATRÓN + 0.25% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO	

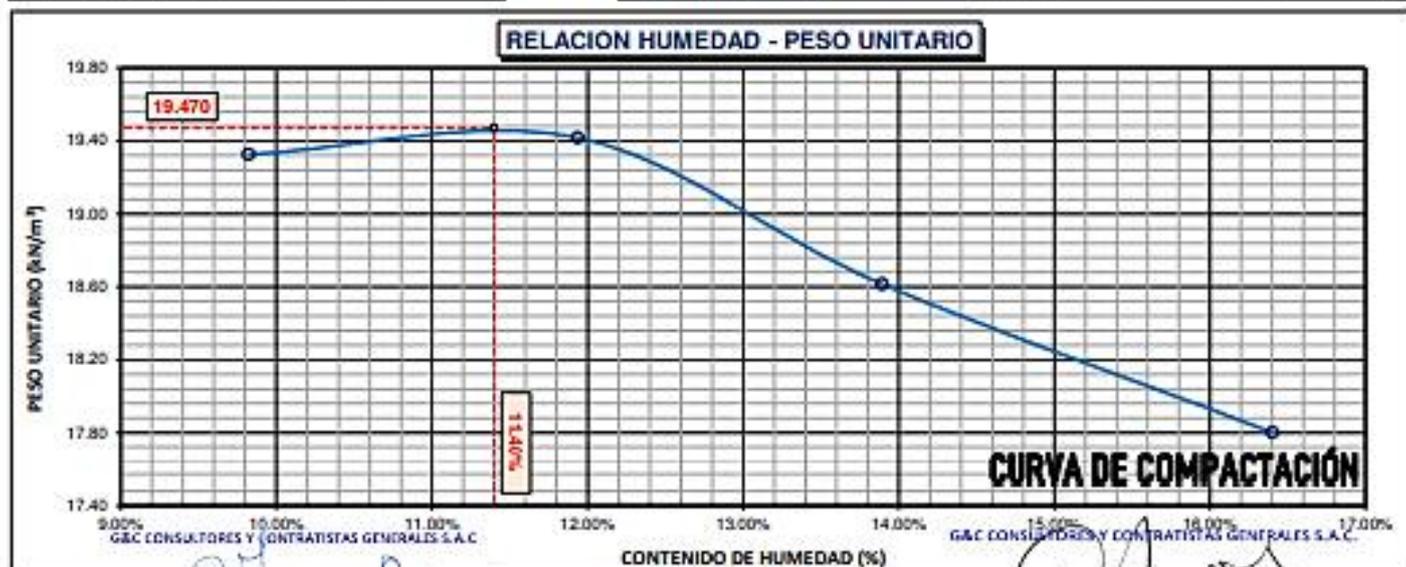
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: (Método C)
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13473	13584	13468	13364
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4609	4720	4604	4500
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.164	2.216	2.162	2.113

Capsula No	No	TP-33	TP-34	TP-35	TP-36
Masa de la Capsula	[g]	79.30	83.94	81.44	82.09
Suelo Humedo + Capsula	[g]	774.18	622.55	613.72	758.26
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	712.02	565.11	548.78	662.97
Masa del Agua	[g]	62.16	57.44	64.94	95.29
Masa del Suelo Seco	[g]	632.72	481.17	467.34	580.88
Humedad (%)	%	9.82%	11.94%	13.90%	16.40%
Promedio de Humedad (%)	%	9.82%	11.94%	13.90%	16.40%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.971	1.980	1.898	1.815
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.32	19.42	18.61	17.80

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.985 gr/cc	: 19.470 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.40 %	: 11.40 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-25-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método G]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.47 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.40 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-4	N-4	Q-4			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12420	12445	12124	12223	12843	12924
Masa del Molde	[g]	7705	7705	7597	7597	8461	8461
Masa del Suelo Humedo	[g]	4715	4740	4527	4626	4382	4463
Volumen del Suelo	cm ³	2088	2088	2110	2110	2114	2114
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.259	2.271	2.145	2.192	2.073	2.111
Capsula No	No	PC - 19	PC - 20	PC - 21	PC - 22	PC - 23	PC - 24
Masa de la Capsula	[g]	49.46	45.51	83.03	85.03	52.41	44.61
Suelo Humedo + Capsula	[g]	320.62	300.84	449.47	481.52	353.12	279.60
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	292.73	271.06	412.15	432.25	322.42	246.82
Masa del Agua	[g]	27.89	29.78	37.32	49.27	30.70	32.78
Masa del Suelo Seco	[g]	243.27	225.55	329.12	347.22	270.01	202.21
% de Humedad	%	11.46%	13.20%	11.34%	14.19%	11.37%	16.21%
Promedio de Humedad	%	11.46%	13.20%	11.34%	14.19%	11.37%	16.21%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.026	2.006	1.927	1.920	1.861	1.817
Peso Unitario Seco	kN/m ²	19.872	19.670	18.897	18.828	18.255	17.818

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	134.10	0.00	0.00	466.50	0.00	0.00	485.00	0.00	0.00
		24:00:00	136.00	0.05	0.04	467.90	0.04	0.03	488.30	0.08	0.07
		48:00:00	137.50	0.09	0.07	470.70	0.11	0.08	491.50	0.17	0.13
		72:00:00	138.60	0.11	0.09	473.10	0.17	0.13	492.00	0.18	0.14
		96:00:00	137.20	0.08	0.06	472.10	0.14	0.11	491.80	0.17	0.14

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-4				MOLDE No N-4				MOLDE No Q-4			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		151.5	7.83	0.77		92.4	4.78	0.47		20.3	1.05	0.10	
1.27	0.050	01:00		304.8	15.75	1.54		215.1	11.11	1.09		59.1	3.05	0.30	
1.90	0.075	01:30		422.5	21.84	2.14		310.8	16.06	1.57		113.1	5.84	0.57	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	529.8	27.38	2.68	37.68	401.8	20.77	2.04	31.16	185.5	9.59	0.94	28.99
3.17	0.125	02:30		649.1	33.55	3.29		487.3	25.18	2.47		266.6	13.78	1.35	
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	754.7	39.00	3.83		578.6	29.90	2.93		351.2	18.15	1.78	
5.08	0.200	04:00		910.2	47.04	4.61	44.44	738.7	38.17	3.74	37.68	556.1	28.74	2.82	38.65
6.35	0.250	05:00		1052.3	54.38	5.33		870.1	44.97	4.41		745.5	38.53	3.78	
7.62	0.300	06:00		1180.4	61.00	5.98		965.3	49.88	4.89		874.1	45.17	4.43	
8.89	0.350	07:00		1320.7	68.25	6.69		1057.1	54.63	5.36		956.6	49.39	4.84	
10.16	0.400	08:00		1448.6	74.86	7.34		1134.7	58.84	5.75		1049.8	53.22	5.22	
11.43	0.450	09:00		1597.6	82.56	8.10		1239.2	64.04	6.28		1108.4	58.50	5.62	
12.70	0.500	10:00		1748.9	90.38	8.86		1328.7	68.67	6.73		1190.6	61.01	5.98	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Dirección de calibración N° 0-22-2020 con fecha 24/02/2020

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-25-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

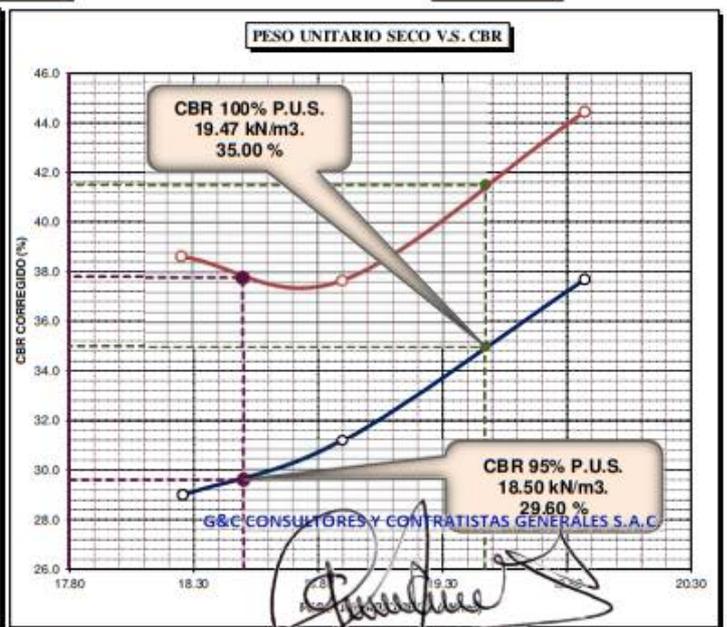
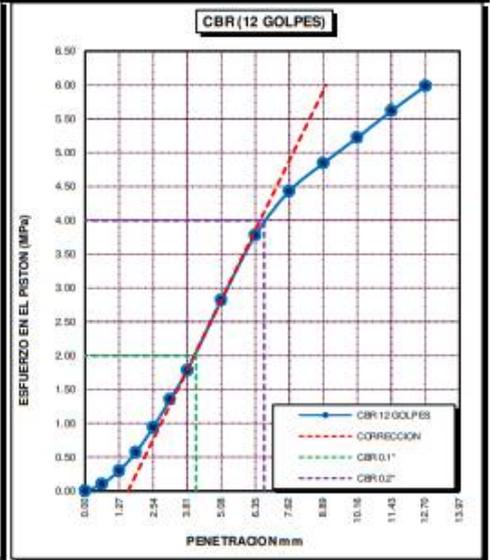
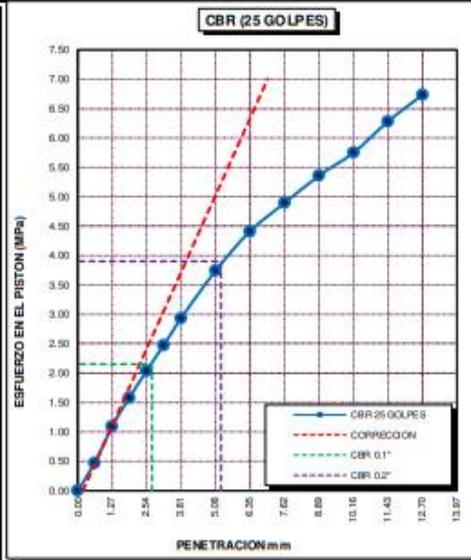
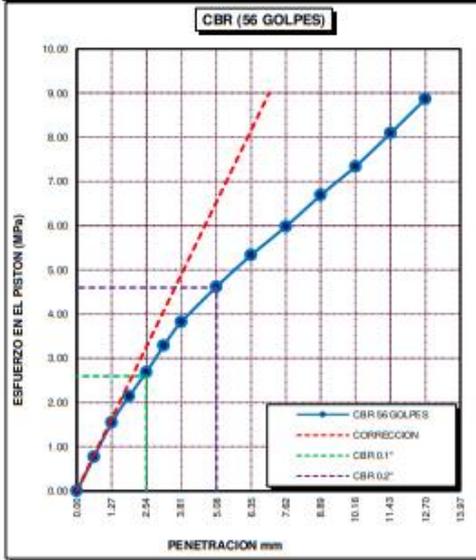
DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.47 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.50 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	35.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	41.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.60 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	37.80 %

GRAFICOS



Adición de muestra patrón + 0.25% aceite
sulfonado + 2.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-26-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q				
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS		
MUESTRA : M - 01		ESTE : -		
PROGRESIVA : 63+850	CONDICION : PATRÓN + 0.25% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO	NORTE : -		
TEMPERATURA : AMBIENTE		COTA : -		

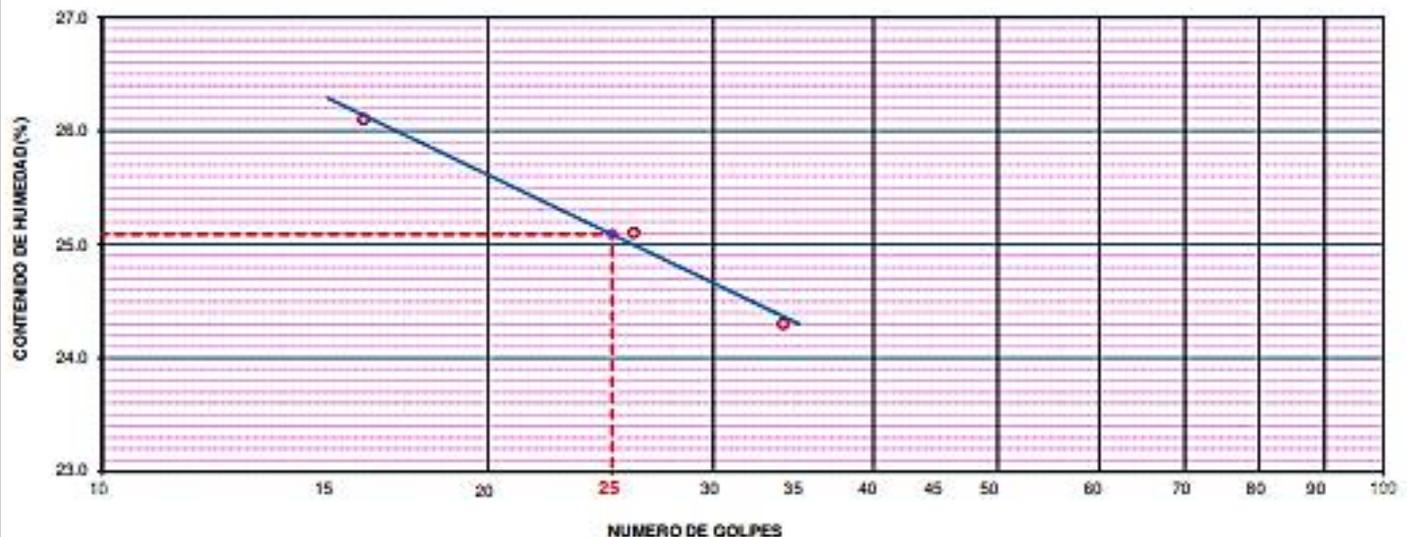
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 55	LC - 56	LC - 57
MASA DE LA TARA	[g]	46.7	46.91	47
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.82	62.93	63.38
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.48	59.72	60.18
MASA DE AGUA	[g]	3.34	3.21	3.2
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.78	12.81	13.18
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.1	25.1	24.3
NUMERO DE GOLPES	n°	16	26	34

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 58	LC - 59	LC - 60
MASA DE LA TARA	[g]	46.2	46.89	48.61
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.38	50.03	51.96
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.85	49.51	51.40
MASA DE AGUA	[g]	0.53	0.52	0.56
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.65	2.62	2.79
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.0	19.8	20.1

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	25.00
LÍMITE PLÁSTICO	20.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

LAS MEDICIONES SE CONSIDERAN PRELIMINARES POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

Jefe de Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales
CIP: 209176

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
Técnic(a) Especialista de Laboratorio de Investigación
y Ensayo de Materiales
DNI: 4716310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-26-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.25% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850		
TEMPERATURA	: AMBIENTE		
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13401	13550	13535	13446
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4537	4686	4671	4582
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.130	2.200	2.193	2.151

Capsula No	No	TP-37	TP-38	TP-39	TP-40
Masa de la Capsula	[g]	86.20	80.73	83.26	81.54
Suelo Humedo + Capsula	[g]	632.33	566.14	577.74	547.44
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	590.71	519.95	523.40	487.47
Masa del Agua	[g]	41.62	46.19	54.34	59.97
Masa del Suelo Seco	[g]	504.51	439.22	440.14	405.93
Humedad (%)	%	8.25%	10.52%	12.35%	14.77%
Promedio de Humedad (%)	%	8.25%	10.52%	12.35%	14.77%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.968	1.991	1.952	1.875
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.30	19.52	19.14	18.38

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.992 gr/cc	: 19.530 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 10.40 %	: 10.40 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE [Signature]

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESTIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-26-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.53 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.40 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-5		N-5		Q-5	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11550	11594	12387	12489	12102	12384
Masa del Molde	[g]	6815	6815	7973	7973	8076	8076
Masa del Suelo Humedo	[g]	4735	4779	4414	4516	4026	4308
Volumen del Suelo	cm ³	2134	2134	2117	2117	2111	2111
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.219	2.240	2.085	2.133	1.907	2.040
Capsula No	No	PC - 25	PC - 26	PC - 27	PC - 28	PC - 29	PC - 30
Masa de la Capsula	[g]	45.44	48.93	81.83	82.14	61.57	63.82
Suelo Humedo + Capsula	[g]	255.42	321.26	566.03	561.55	311.40	304.56
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	235.46	290.99	520.42	500.43	287.98	270.96
Masa del Agua	[g]	19.96	30.27	45.61	61.12	23.42	33.60
Masa del Suelo Seco	[g]	190.02	242.06	438.59	418.29	226.41	207.14
% de Humedad	%	10.50%	12.51%	10.40%	14.61%	10.34%	16.22%
Promedio de Humedad	%	10.50%	12.51%	10.40%	14.61%	10.34%	16.22%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.008	1.991	1.889	1.861	1.728	1.756
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.692	19.522	18.521	18.253	16.947	17.217

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	609.20	0.00	0.00	345.60	0.00	0.00	666.10	0.00	0.00
		24:00:00	610.80	0.04	0.03	348.30	0.07	0.05	669.50	0.09	0.07
		48:00:00	613.50	0.11	0.09	350.20	0.12	0.09	672.00	0.15	0.12
		72:00:00	613.00	0.10	0.08	351.10	0.14	0.11	672.00	0.15	0.12
		96:00:00	613.20	0.10	0.08	351.00	0.14	0.11	672.80	0.17	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-5				MOLDE No N-5				MOLDE No Q-5			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		74.9	3.87	0.38		98.5	5.09	0.50		120.6	6.23	0.61	
1.27	0.050	01:00		176.6	9.13	0.90		220.0	11.37	1.12		217.1	11.22	1.10	
1.90	0.075	01:30		304.4	15.73	1.54		318.0	16.43	1.61		286.6	14.81	1.45	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	435.0	22.48	2.20	37.68	400.6	20.70	2.03	28.99	354.4	18.32	1.80	
3.17	0.125	02:30		579.3	29.94	2.94		495.0	25.58	2.51		420.6	21.74	2.13	
3.81	0.150	03:00		702.0	36.28	3.56		583.5	30.16	2.96		467.7	24.17	2.37	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	945.2	48.85	4.79	49.28	775.0	40.05	3.93	37.68	570.1	29.46	2.89	
6.35	0.250	05:00		1150.0	59.43	5.83		896.2	46.32	4.54		650.3	33.61	3.30	
7.62	0.300	06:00		1347.2	69.62	6.83		988.0	51.06	5.01		714.8	36.94	3.62	
8.89	0.350	07:00		1511.6	78.12	7.66		1068.6	55.22	5.42		794.9	41.08	4.03	
11.43	0.450	09:00		1680.5	86.85	8.52		1126.5	58.22	5.71		853.3	43.99	4.31	
12.70	0.500	10:00		1823.0	94.21	9.24		1183.5	61.16	6.00		923.6	46.53	4.57	
				1940.8	100.30	9.84		1218.0	62.95	6.17		951.1	51.48	5.05	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración N° 0-22-7001 controlado 24/02/2022

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136330

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

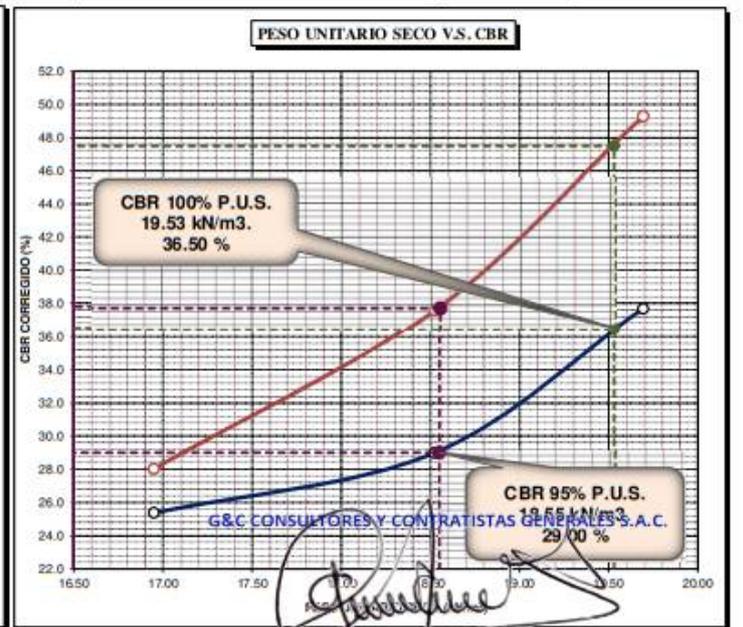
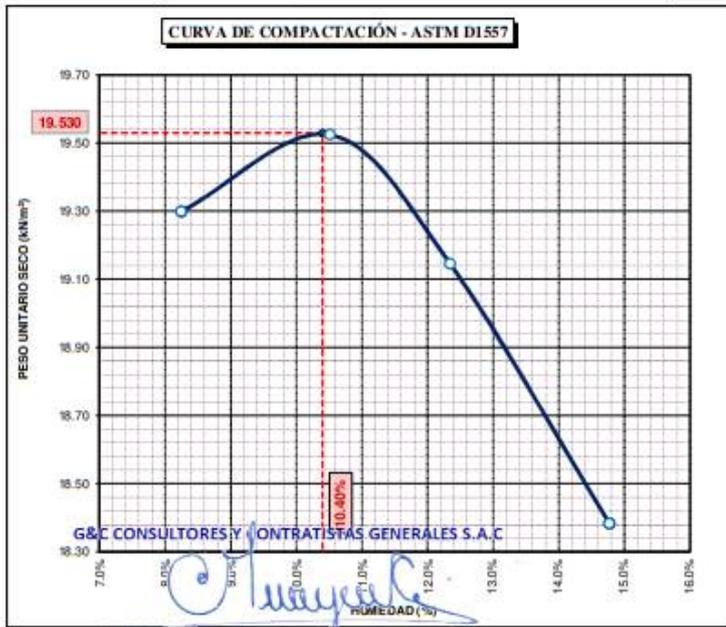
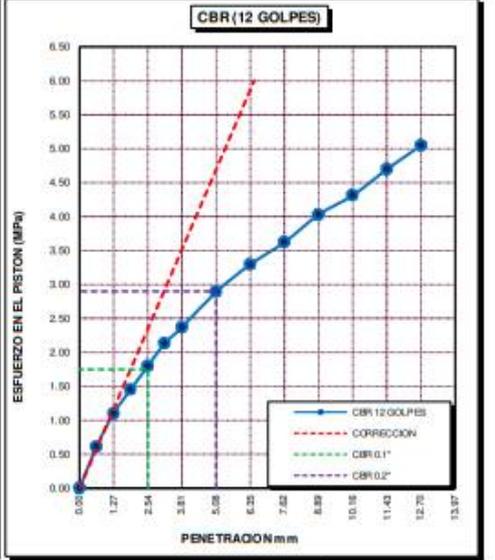
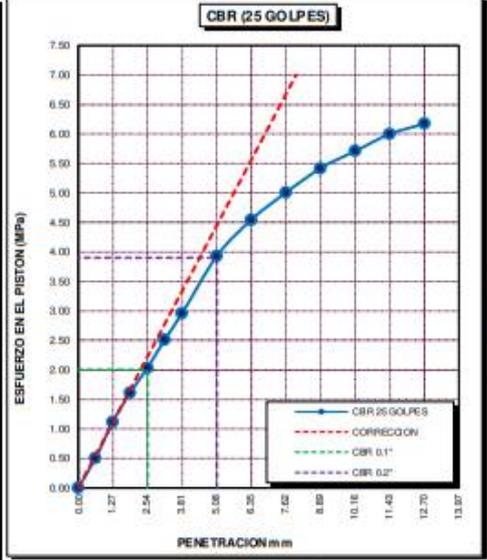
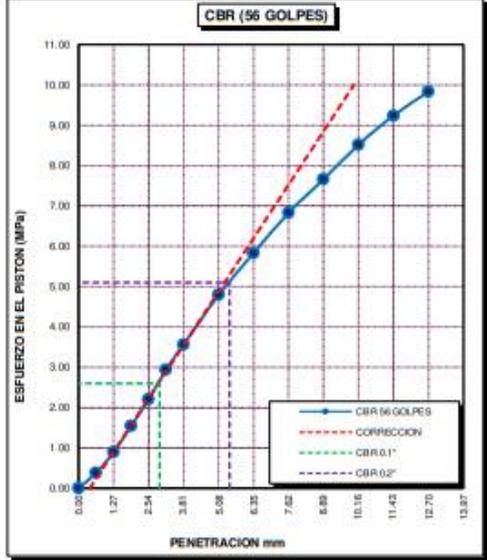
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-26-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.25% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.53 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.55 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 10.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	36.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	47.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	37.80 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANACONDO Alibación N° LF-22-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

DNI : 47136310

CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.30% aceite
sulfonado + 0.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

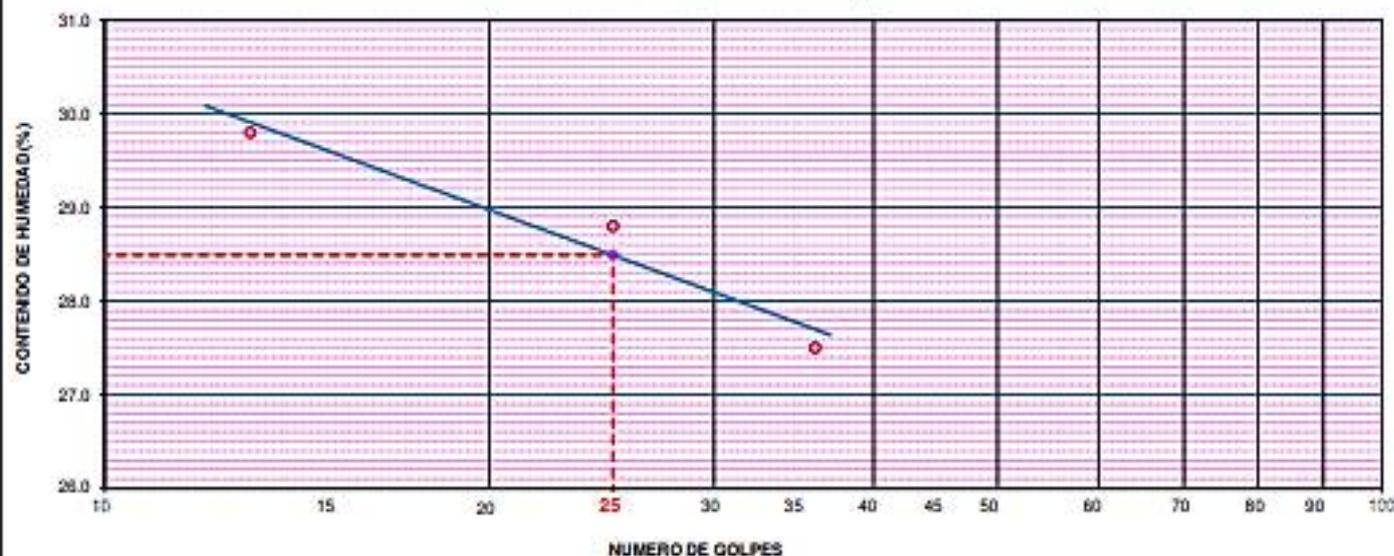
TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-27-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 61	LC - 62	LC - 63	
MASA DE LA TARA	[g]	46.88	46.34	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.05	64.52	67.66	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.80	60.46	63.57	
MASA DE AGUA	[g]	3.25	4.06	4.09	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.92	14.12	14.88	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.8	28.8	27.5	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	25	36	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 64	LC - 65	LC - 66	
MASA DE LA TARA	[g]	48.54	49.72	48.64	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.23	52.13	52.34	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.55	51.50	51.67	
MASA DE AGUA	[g]	0.68	0.63	0.67	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	3.01	2.78	3.03	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.6	22.7	22.1	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28.00
LÍMITE PLÁSTICO	23.00
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN EL LABORATORIO DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-27-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.30% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	(Método C)
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13358	13494	13461	13406
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4494	4630	4597	4542
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.110	2.174	2.159	2.133

Capsula No	No	TP-41	TP-42	TP-43	TP-44
Masa de la Capsula	[g]	67.26	71.98	71.34	69.28
Suelo Humedo + Capsula	[g]	505.83	560.98	631.90	803.94
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	464.98	507.45	563.01	702.26
Masa del Agua	[g]	40.85	53.53	68.89	101.68
Masa del Suelo Seco	[g]	397.72	435.47	491.67	632.98
Humedad (%)	%	10.27%	12.29%	14.01%	16.06%
Promedio de Humedad (%)	%	10.27%	12.29%	14.01%	16.06%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.914	1.936	1.893	1.838
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.77	18.99	18.57	18.02

PROCTOR MODIFICADO	ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.937 gr/cc	19.000 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	12.20 %	12.20 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-27-G8C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q			
PROCEDENCIA : AFIRMADO		SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	
MUESTRA : M - 01		COORDENADAS	
TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)			
		ESTE -	
		NORTE -	
		COTA -	
		CONDICION : PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GM	METODO DE ENSAYO :	[Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO :	19.00 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA :	12.20 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN :	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO :	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN :	Húmedo

MOLDE No	COD.	A-6		N-6		Q-6	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11519	11560	12101	12182	12297	12393
Masa del Molde	[g]	6816	6816	7546	7546	7985	7985
Masa del Suelo Humedo	[g]	4703	4744	4555	4636	4312	4408
Volumen del Suelo	cm ³	2134	2134	2134	2134	2107	2107
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.204	2.223	2.134	2.172	2.046	2.092
Capsula No	No	PC - 31	PC - 32	PC - 33	PC - 34	PC - 35	PC - 36
Masa de la Capsula	[g]	81.52	48.50	83.60	84.32	80.70	46.56
Suelo Humedo + Capsula	[g]	395.91	285.84	573.63	528.64	485.02	296.79
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	361.70	256.50	520.27	470.15	440.96	262.40
Masa del Agua	[g]	34.21	29.34	53.36	58.49	44.06	34.39
Masa del Suelo Seco	[g]	280.18	208.00	436.67	385.83	360.26	215.84
% de Humedad	%	12.21%	14.11%	12.22%	15.16%	12.23%	15.93%
Promedio de Humedad	%	12.21%	14.11%	12.22%	15.16%	12.23%	15.93%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.964	1.948	1.902	1.886	1.823	1.804
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.262	19.107	18.653	18.500	17.879	17.693

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	335.00	0.00	0.00	345.60	0.00	0.00	630.10	0.00	0.00
		24:00:00	336.50	0.04	0.03	348.30	0.07	0.05	633.10	0.08	0.06
		48:00:00	337.50	0.06	0.05	350.20	0.12	0.09	635.50	0.14	0.11
		72:00:00	338.00	0.08	0.06	351.10	0.14	0.11	637.00	0.18	0.14
		96:00:00	339.00	0.10	0.08	351.00	0.14	0.11	639.20	0.23	0.18

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-6				MOLDE No N-6				MOLDE No Q-6			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		130.6	6.75	0.66		88.0	4.55	0.45		21.9	1.13	0.11	
1.27	0.050	01:00		279.3	14.43	1.42		206.5	10.67	1.05		53.9	2.79	0.27	
1.90	0.075	01:30		390.7	20.19	1.98		297.5	15.37	1.51		86.0	4.44	0.44	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	479.6	24.79	2.43	34.78	380.2	19.65	1.93	28.26	124.1	6.41	0.63	18.84
3.17	0.125	02:30		559.0	28.89	2.83		460.5	23.80	2.33		178.8	9.24	0.91	
3.81	0.150	03:00		626.6	32.38	3.18		542.5	28.04	2.75		239.7	12.39	1.21	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	752.1	38.87	3.81	36.71	714.0	36.90	3.62	34.78	368.5	19.04	1.87	25.12
6.35	0.250	05:00		850.4	43.95	4.31		842.0	43.51	4.27		496.2	25.64	2.51	
7.62	0.300	06:00		951.0	49.15	4.82		946.0	48.89	4.79		624.6	32.28	3.17	
8.89	0.350	07:00		1020.1	52.72	5.17		1035.5	53.51	5.25		721.4	38.47	3.77	
11.43	0.450	09:00		1089.3	56.29	5.52		1103.5	57.03	5.59		841.1	43.62	4.28	
12.70	0.500	10:00		1236.4	63.90	6.27		1298.7	67.12	6.58		1036.3	53.04	5.19	

OBSERVACIONES : 1. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO 5".
 Certificado de Calificación N° 02-2020 emitido el 24/02/2020

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

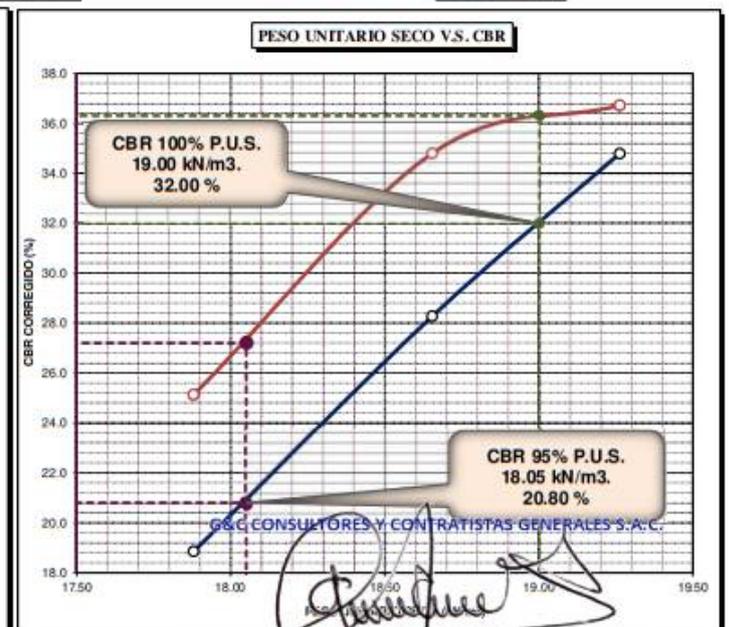
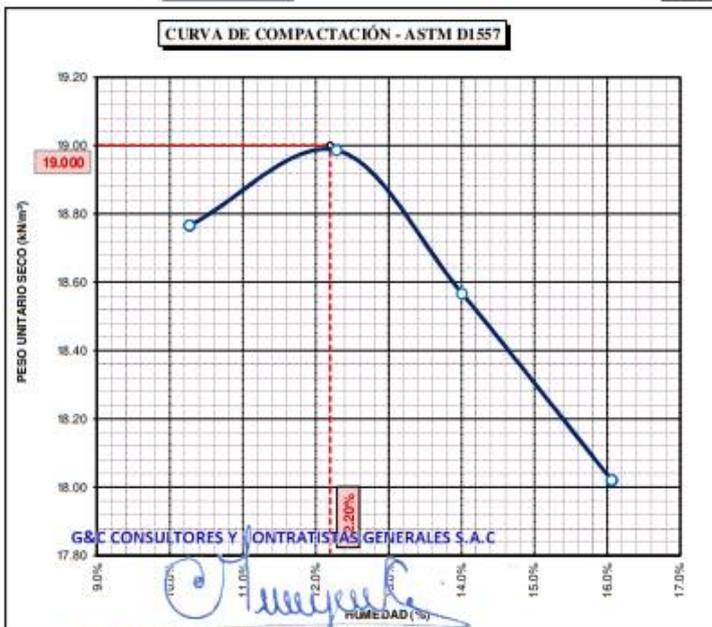
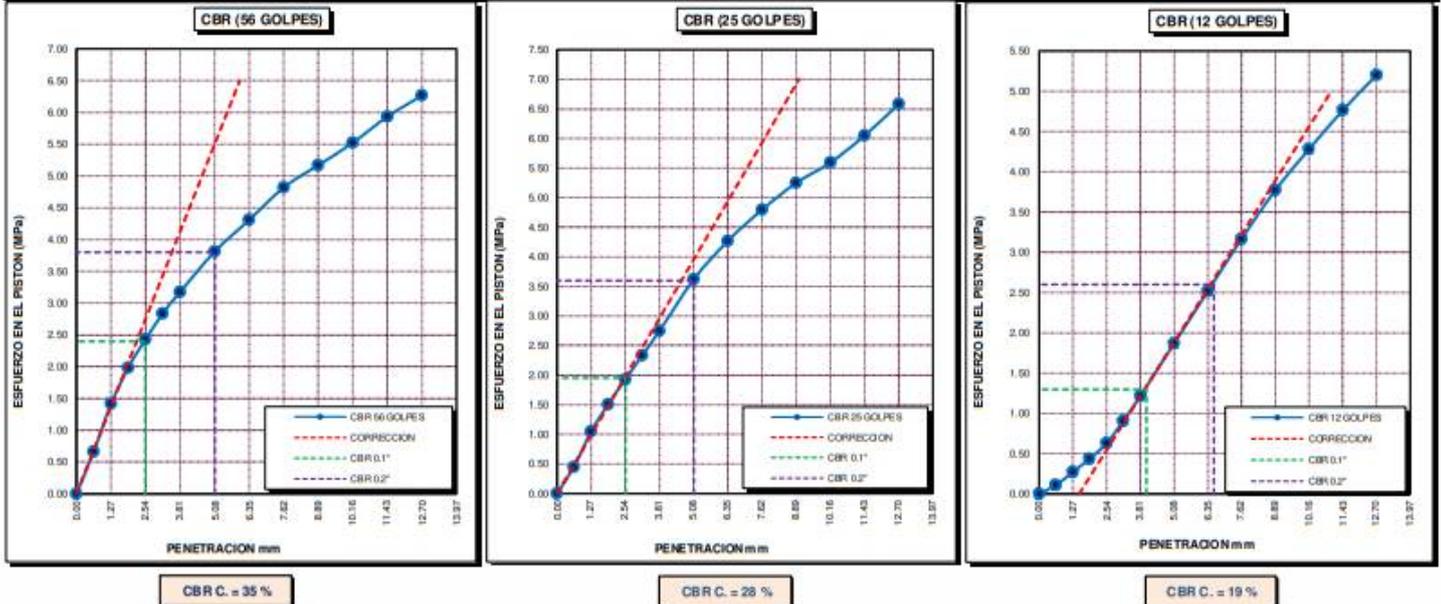
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-27-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	COORDENADAS
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	ESTE - NORTE - COTA -
	CONDICION : PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.00 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.05 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	32.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	36.30 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.80 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	27.20 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN MIA GONZALEZ Calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136330

Adición de muestra patrón + 0.30% aceite
sulfonado + 1.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

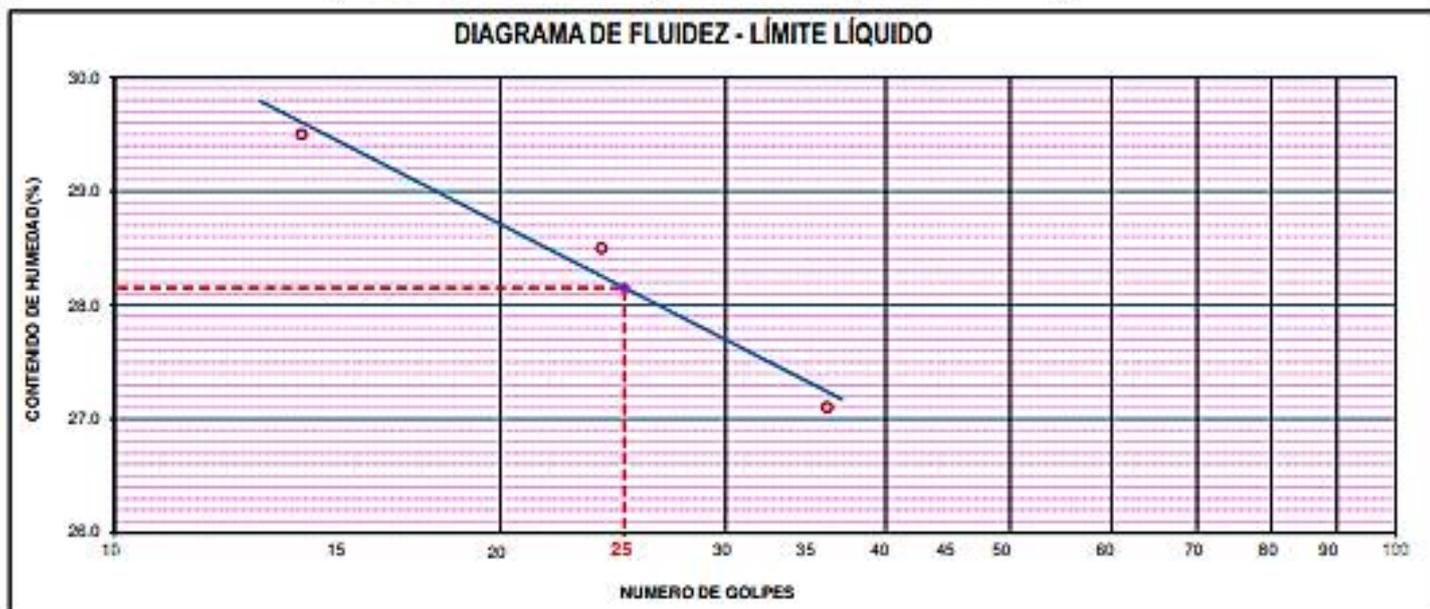
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-28-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 67	LC - 68	LC - 69	
MASA DE LA TARA	[g]	48.68	48.59	48.62	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	65.86	67.36	63.75	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61.95	63.20	60.52	
MASA DE AGUA	[g]	3.91	4.16	3.23	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.27	14.61	11.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.5	28.5	27.1	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	36	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 70	LC - 71	LC - 72	
MASA DE LA TARA	[g]	48.63	48.59	48.63	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.10	51.24	51.78	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.65	50.75	51.21	
MASA DE AGUA	[g]	0.45	0.49	0.57	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.02	2.16	2.58	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.3	22.7	22.1	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS M&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-28-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.30% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13401	13535	13470	13410
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Molde	g/cm ³	4537	4671	4606	4546
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	2.130	2.193	2.163	2.135

Capsula No	No	TP-45	TP-46	TP-47	TP-48
Masa de la Capsula	[g]	89.49	87.15	86.04	92.11
Suelo Humedo + Capsula	[g]	689.89	600.73	676.06	596.26
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	635.93	546.36	604.85	527.04
Masa del Agua	[g]	53.96	54.37	71.21	69.22
Masa del Suelo Seco	[g]	546.44	459.21	518.81	434.93
Humedad (%)	%	9.87%	11.84%	13.73%	15.92%
Promedio de Humedad (%)	%	9.87%	11.84%	13.73%	15.92%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.939	1.961	1.902	1.841
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.01	19.23	18.65	18.06

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.964 gr/cc	: 19.260 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.60 %	: 11.60 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-28-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.26 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-7		N-7		Q-7	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12823	12866	12182	12283	11950	12077
Masa del Molde	[g]	8186	8186	7767	7767	7594	7594
Masa del Suelo Humedo	[g]	4637	4680	4415	4516	4356	4483
Volumen del Suelo	cm ³	2109	2109	2123	2123	2145	2145
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.198	2.219	2.080	2.127	2.031	2.090
Capsula No	No	PC - 37	PC - 38	PC - 39	PC - 40	PC - 41	PC - 42
Masa de la Capsula	[g]	82.33	45.53	85.32	83.31	82.19	49.33
Suelo Humedo + Capsula	[g]	484.67	315.21	490.64	571.25	416.90	260.33
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	442.55	283.02	448.51	509.61	381.77	231.17
Masa del Agua	[g]	42.12	32.19	42.13	61.64	35.13	29.16
Masa del Suelo Seco	[g]	360.22	237.49	363.19	426.30	299.58	181.84
% de Humedad	%	11.69%	13.55%	11.60%	14.46%	11.73%	16.04%
Promedio de Humedad	%	11.69%	13.55%	11.60%	14.46%	11.73%	16.04%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.968	1.954	1.863	1.858	1.818	1.801
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.302	19.162	18.274	18.225	17.827	17.665

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	84.80	0.00	0.00	345.60	0.00	0.00	644.90	0.00	0.00
		24:00:00	84.90	0.00	0.00	348.30	0.07	0.05	649.40	0.11	0.09
		48:00:00	85.00	0.01	0.00	350.20	0.12	0.09	650.90	0.15	0.12
		72:00:00	85.50	0.02	0.01	351.10	0.14	0.11	651.00	0.15	0.12
		96:00:00	86.80	0.05	0.04	351.00	0.14	0.11	651.20	0.16	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-7				MOLDE No N-7				MOLDE No Q-7			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		76.4	3.95	0.39	61.1	3.16	0.31	84.4	4.36	0.43			
1.27	0.050	01:00		149.1	7.71	0.76	135.2	6.99	0.69	159.6	8.25	0.81			
1.90	0.075	01:30		237.4	12.27	1.20	223.0	11.52	1.13	218.2	11.28	1.11			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	345.1	17.83	1.75	42.03	310.7	16.06	1.57	26.09	276.1	14.27	1.40	20.29
3.17	0.125	02:30		463.5	23.95	2.35		395.2	20.42	2.00		329.5	17.03	1.67	
3.81	0.150	03:00		626.9	32.40	3.18		492.7	25.46	2.50		388.4	20.07	1.97	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	861.6	44.53	4.37	51.21	629.9	32.55	3.19	32.85	475.8	24.59	2.41	23.19
6.35	0.250	05:00		1092.9	56.48	5.54		740.4	38.26	3.75		561.4	29.01	2.85	
7.62	0.300	06:00		1296.3	66.99	6.57		806.0	41.65	4.08		638.7	33.01	3.24	
8.89	0.350	07:00		1474.6	76.21	7.47		871.7	45.05	4.42		793.8	36.37	3.57	
11.43	0.450	09:00		1645.1	85.02	8.34		923.7	47.73	4.65		834.1	39.89	3.89	
12.70	0.500	10:00		1816.1	93.86	9.20		956.8	49.45	4.85		834.1	40.23	3.92	
				1980.0	102.32	10.03		979.4	50.62	4.96		834.1	41.15	4.00	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado de calibración N° 19-23-2020 emitido el 24/08/2020

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

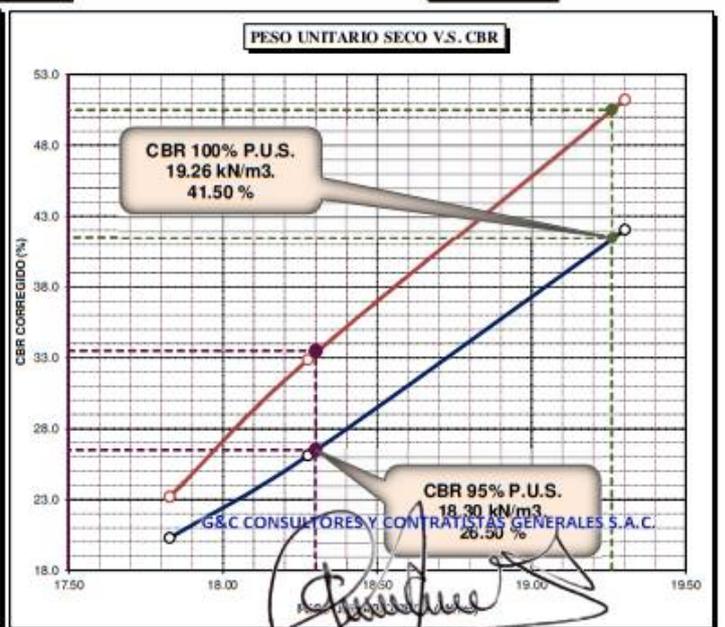
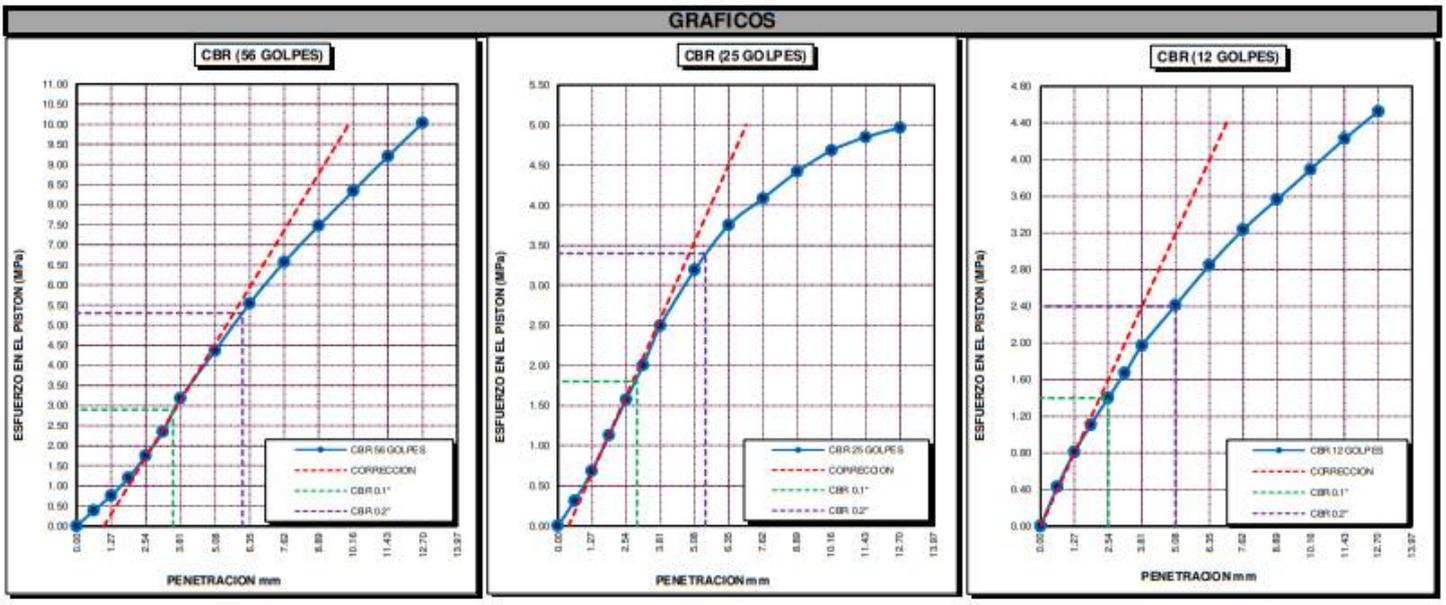
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-28-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.26 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.30 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1 "	%	41.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2 "	%	50.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1 "	%	26.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2 "	%	33.50 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.30% aceite
sulfonado + 1.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

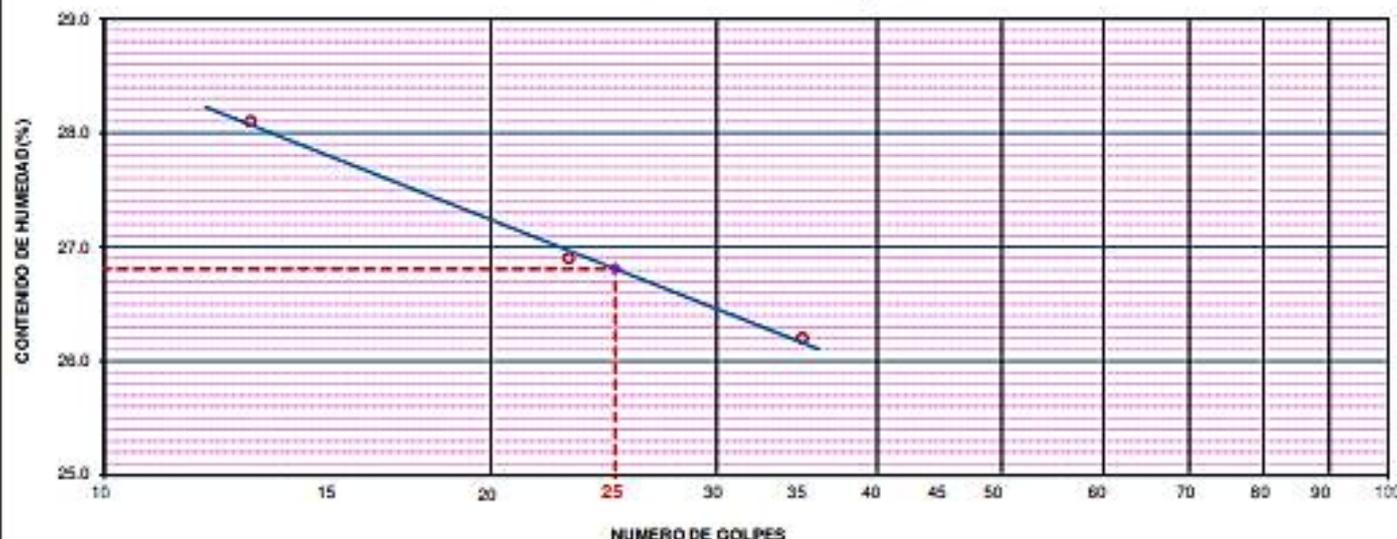
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-29-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDECENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 73	LC - 74	LC - 75	
MASA DE LA TARA	[g]	48.65	48.63	48.67	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	65.04	62.41	64.30	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61.44	59.49	61.06	
MASA DE AGUA	[g]	3.6	2.92	3.24	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.79	10.86	12.39	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.1	26.9	26.2	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	23	35	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 76	LC - 77	LC - 78	
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	48.54	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.25	51.99	52.30	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.80	51.39	51.67	
MASA DE AGUA	[g]	0.45	0.60	0.63	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.14	2.85	2.98	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.0	21.1	21.1	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-29-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRESTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICIÓN	PATRÓN + 0.30% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: (Método C)
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13444	13558	13480	13407
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4580	4694	4616	4543
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.151	2.204	2.167	2.133

Capsula No	No	TP-49	TP-50	TP-51	TP-52
Masa de la Capsula	[g]	88.60	91.11	87.36	87.23
Suelo Humedo + Capsula	[g]	721.18	801.73	760.02	775.88
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	665.92	726.75	678.59	680.94
Masa del Agua	[g]	55.26	74.98	81.43	94.94
Masa del Suelo Seco	[g]	577.32	635.64	591.23	593.71
Humedad (%)	%	9.57%	11.80%	13.77%	15.99%
Promedio de Humedad (%)	%	9.57%	11.80%	13.77%	15.99%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.963	1.971	1.905	1.839
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.25	19.33	18.68	18.04

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.976 gr/cc	: 19.380 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.30 %	: 11.30 %



OBSERVACIONES Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable de [Signature]

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. LEONARY CARMEN YANA CONDORI
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 421618

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUÑO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-29-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.38 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.30 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-8	N-8	Q-8			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12871	12915	12338	12428	11282	11372
Masa del Molde	[g]	8133	8133	7887	7887	6836	6836
Masa del Suelo Humedo	[g]	4738	4782	4451	4541	4446	4536
Volumen del Suelo	cm ³	2143	2143	2117	2117	2143	2143
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.211	2.232	2.103	2.145	2.074	2.116
Capsula No	No	PC - 43	PC - 44	PC - 45	PC - 46	PC - 47	PC - 48
Masa de la Capsula	[g]	83.59	48.27	82.85	84.42	89.83	48.48
Suelo Humedo + Capsula	[g]	378.39	287.98	459.60	534.52	419.96	277.75
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	347.65	261.56	421.53	478.73	385.06	249.85
Masa del Agua	[g]	30.74	26.42	38.07	55.79	34.90	27.90
Masa del Suelo Seco	[g]	264.06	213.29	338.68	394.31	295.23	201.37
% de Humedad	%	11.64%	12.39%	11.24%	14.15%	11.82%	13.86%
Promedio de Humedad	%	11.64%	12.39%	11.24%	14.15%	11.82%	13.86%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.981	1.986	1.890	1.879	1.855	1.859
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.424	19.474	18.535	18.428	18.191	18.228

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	57.50	0.00	0.00	345.60	0.00	0.00	298.50	0.00	0.00
		24:00:00	60.10	0.07	0.05	348.30	0.07	0.05	303.30	0.12	0.10
		48:00:00	60.50	0.08	0.06	350.20	0.12	0.09	305.00	0.17	0.13
		72:00:00	62.00	0.11	0.09	351.10	0.14	0.11	306.30	0.20	0.16
		96:00:00	61.90	0.11	0.09	351.00	0.14	0.11	305.00	0.17	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-8				MOLDE No N-8				MOLDE No Q-8			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		47.0	2.43	0.24	86.8	4.49	0.44	20.0	1.03	0.10			
1.27	0.050	01:00		133.1	6.88	0.67	172.9	8.94	0.88	52.4	2.71	0.27			
1.90	0.075	01:30		267.3	13.81	1.35	268.1	13.86	1.36	86.5	4.47	0.44			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	416.2	21.51	2.11	43.48	357.8	18.49	1.81	27.54	132.6	6.85	0.67	
3.17	0.125	02:30		570.8	29.50	2.89		437.5	22.61	2.22		191.4	9.89	0.97	
3.81	0.150	03:00		700.1	36.18	3.55		527.1	27.24	2.67		248.3	12.83	1.26	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	939.7	48.57	4.76	54.11	721.4	37.28	3.66	36.71	394.4	20.38	2.00	
6.35	0.250	05:00		1200.4	62.03	6.08		898.1	46.41	4.55		534.6	27.63	2.71	
7.62	0.300	06:00		1408.4	72.78	7.14		1080.8	55.86	5.48		681.7	35.23	3.46	
8.89	0.350	07:00		1584.1	81.87	8.03		1261.4	65.19	6.39		828.0	41.76	4.10	
11.43	0.450	09:00		1805.2	93.29	9.15		1387.8	71.72	7.03		922.9	47.95	4.70	
12.70	0.500	10:00		1968.7	101.74	9.98		1492.4	77.13	7.56		1011.4	50.88	5.03	
				2153.6	111.30	10.92		1592.2	82.29	8.07		1133.6	59.62	5.85	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Distrito de Arequipa N° 02-100-convictoria 28/08/2022

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

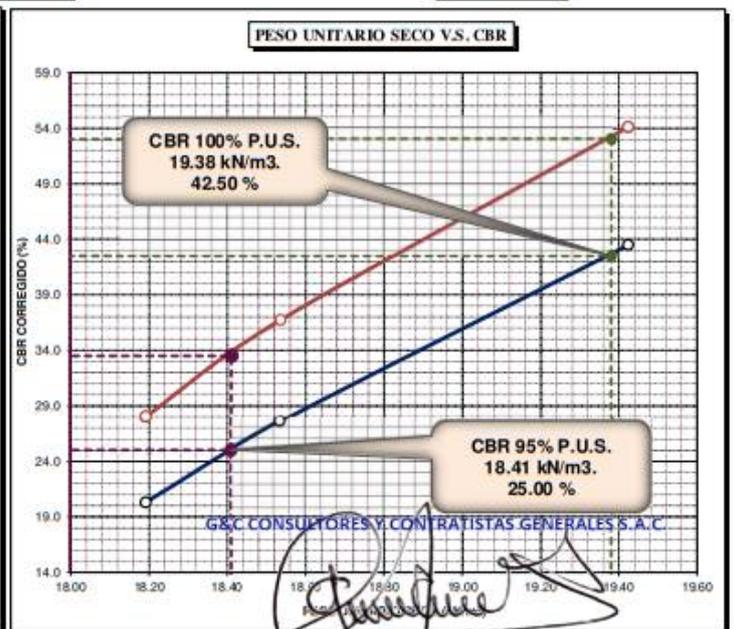
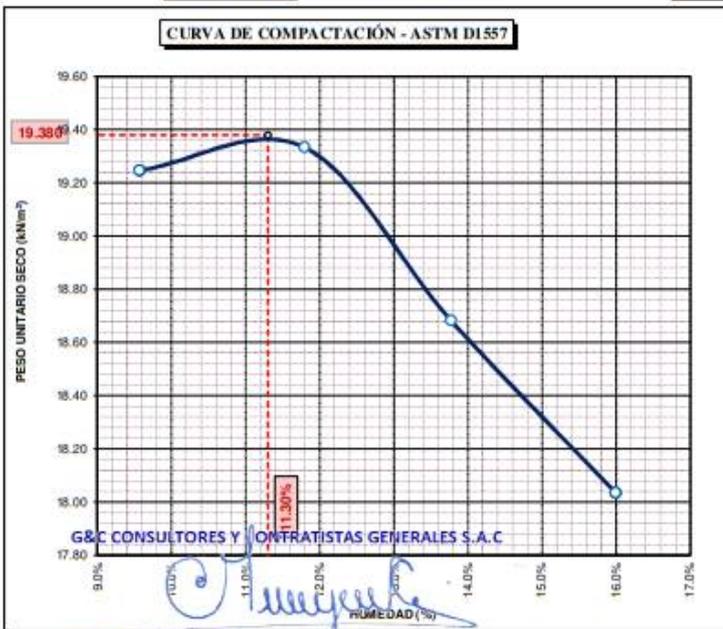
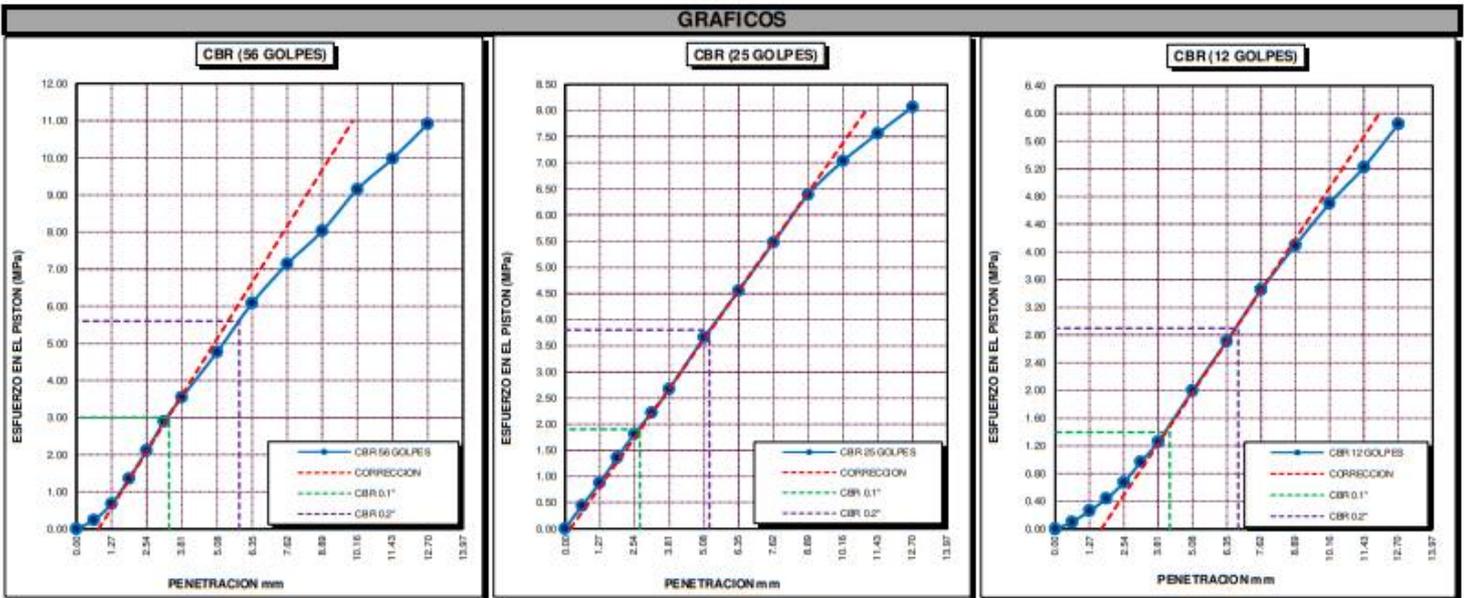
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-29-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.38 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.41 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	42.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	53.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	33.50 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.30% aceite
sulfonado + 2.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_3ML-CPM-07/22-30-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
MUESTRA : M - 01	CONDICION : PATRÓN + 0.30% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO	ESTE : -
PROGRESIVA : 63+850		NORTE : -
TEMPERATURA : AMBIENTE		COTA : -

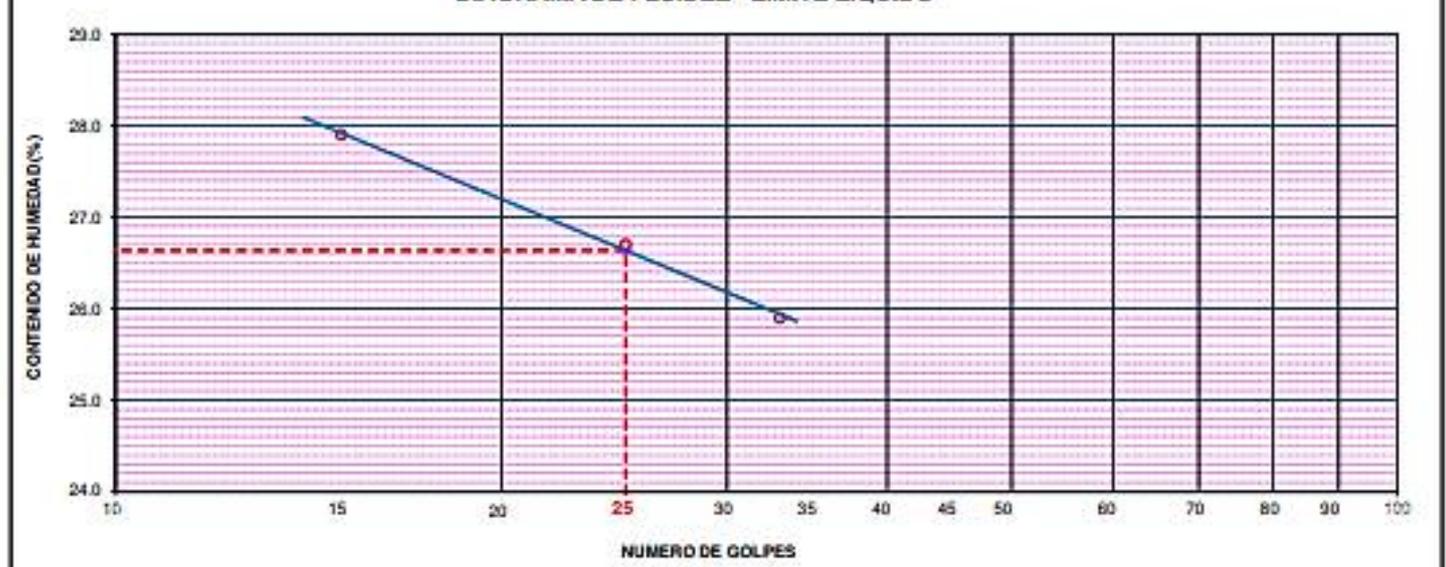
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n*	LC - 79	LC - 80	LC - 81
MASA DE LA TARA	[g]	48.61	48.63	48.61
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.88	63.29	63.38
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.77	60.20	60.34
MASA DE AGUA	[g]	3.11	3.09	3.04
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.16	11.57	11.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.9	26.7	25.9
NUMERO DE GOLPES	n*	15	25	33

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 82	LC - 83	LC - 84
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	48.67	48.64
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.81	51.26	52.33
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.25	50.80	51.67
MASA DE AGUA	[g]	0.56	0.46	0.66
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.59	2.13	3.03
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.6	21.6	21.8

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 4759310

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS Y ENSAYADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 205176



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-30-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
	CONDICION : PATRÓN + 0.30% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13370	13574	13536	13397
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4506	4710	4672	4533
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.116	2.212	2.194	2.128

Capsula No	No	TP-53	TP-54	TP-55	TP-56
Masa de la Capsula	[g]	89.06	84.06	89.31	90.64
Suelo Humedo + Capsula	[g]	689.56	651.65	750.20	700.86
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	638.99	593.98	671.08	618.62
Masa del Agua	[g]	50.57	57.67	79.12	82.24
Masa del Suelo Seco	[g]	549.93	509.92	581.77	527.98
Humedad (%)	%	9.20%	11.31%	13.60%	15.58%
Promedio de Humedad (%)	%	9.20%	11.31%	13.60%	15.58%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.938	1.987	1.931	1.842
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.00	19.48	18.94	18.06

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.988 gr/cc	: 19.500 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.30 %	: 11.30 %



OBSERVACIONES Los datos y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_ML-CPM-08/22-30-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA MUESTRA	: AFIRMADO : M - 01	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m3	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.30 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-9	N-9	Q-9	
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12315	12344	12331	12414	11465	11539
Masa del Molde	[g]	7582	7582	7866	7866	7079	7079
Masa del Suelo Humedo	[g]	4733	4762	4465	4548	4386	4460
Volumen del Suelo	cm ³	2115	2115	2101	2101	2134	2134
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.237	2.251	2.125	2.165	2.055	2.090
Capsula No	No	PC - 49	PC - 50	PC - 51	PC - 52	PC - 53	PC - 54
Masa de la Capsula	[g]	90.94	47.70	85.32	83.00	90.95	43.20
Suelo Humedo + Capsula	[g]	468.54	269.33	519.22	484.31	474.88	259.46
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	429.93	243.04	475.20	433.61	435.38	230.03
Masa del Agua	[g]	38.61	26.29	44.02	50.70	39.50	29.43
Masa del Suelo Seco	[g]	338.99	195.34	389.88	350.61	344.43	186.83
% de Humedad	%	11.39%	13.46%	11.29%	14.46%	11.47%	15.75%
Promedio de Humedad	%	11.39%	13.46%	11.29%	14.46%	11.47%	15.75%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.009	1.984	1.910	1.891	1.843	1.805
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.698	19.458	18.727	18.546	18.078	17.703

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	268.00	0.00	0.00	419.60	0.00	0.00	268.80	0.00	0.00
		24:00:00	270.60	0.07	0.05	421.60	0.05	0.04	271.00	0.06	0.04
		48:00:00	271.50	0.09	0.07	422.60	0.08	0.06	273.00	0.11	0.08
		72:00:00	272.50	0.11	0.09	423.90	0.11	0.09	274.00	0.13	0.10
		96:00:00	272.00	0.10	0.08	424.80	0.13	0.10	275.50	0.17	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kq-F/cm2 / Mpa	MOLDE No A-9				MOLDE No N-9				MOLDE No Q-9			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		52.4	2.71	0.27	67.7	3.50	0.34	15.4	0.79	0.08			
1.27	0.050	01:00		201.2	10.40	1.02	145.4	7.52	0.74	32.5	1.68	0.16			
1.90	0.075	01:30		334.6	17.29	1.70	216.0	11.16	1.09	80.5	4.16	0.41			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	467.4	24.15	2.37	37.68	288.0	14.88	1.46	21.74	136.7	7.06	0.69	18.12
3.17	0.125	02:30		548.2	28.33	2.78		353.5	18.27	1.79		197.6	10.21	1.00	
3.81	0.150	03:00		653.0	33.75	3.31		424.1	21.92	2.15		258.7	13.37	1.31	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	821.3	42.45	4.16	42.51	573.1	29.62	2.90	28.02	398.2	20.58	2.02	26.57
6.35	0.250	05:00		957.1	49.46	4.85		714.2	36.91	3.62		539.0	27.86	2.73	
7.62	0.300	06:00		1141.0	58.97	5.78		841.7	43.50	4.27		673.9	34.83	3.42	
8.89	0.350	07:00		1270.9	65.68	6.44		994.3	51.39	5.04		797.3	40.69	3.99	
11.43	0.450	09:00		1404.5	72.58	7.12		1134.0	58.60	5.75		911.5	47.11	4.62	
12.70	0.500	10:00		1560.9	80.67	7.91		1290.7	66.70	6.54		1012.7	54.57	5.33	
				1684.2	87.04	8.54		1439.1	74.37	7.29		1111.9	59.01	5.79	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Date of calibration: 19/08/2022

Bach. I.C. MARY CARMEN YAÑA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

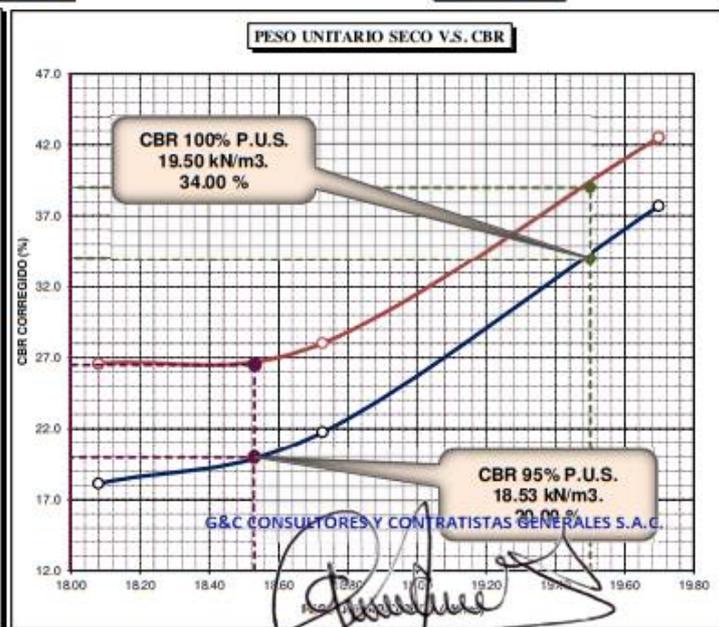
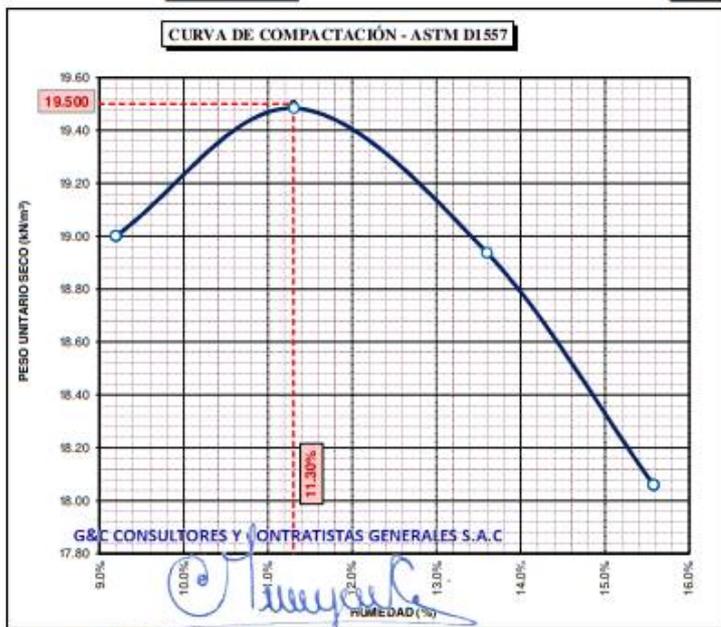
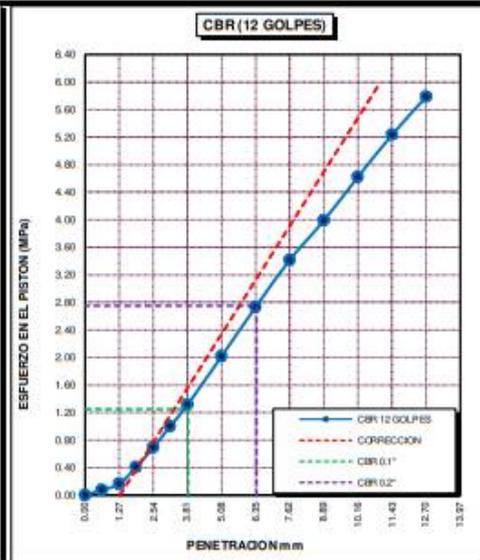
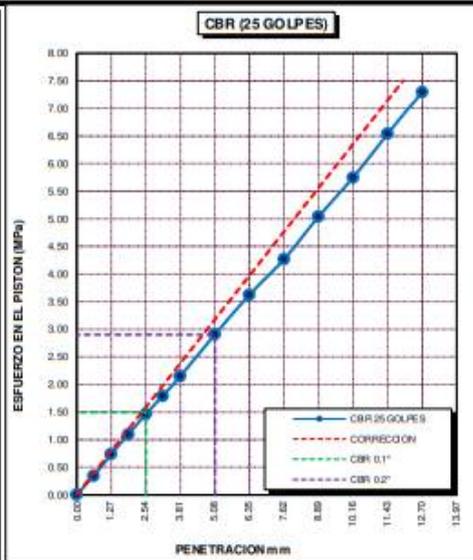
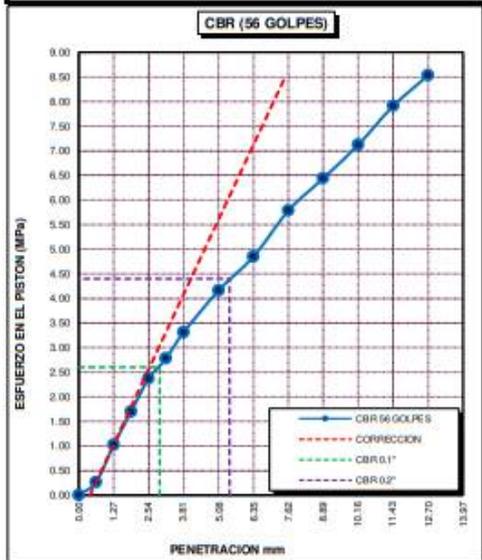
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-30-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.53 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	34.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	39.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	26.50 %

GRAFICOS



Adición de muestra patrón + 0.30% aceite
sulfonado + 2.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

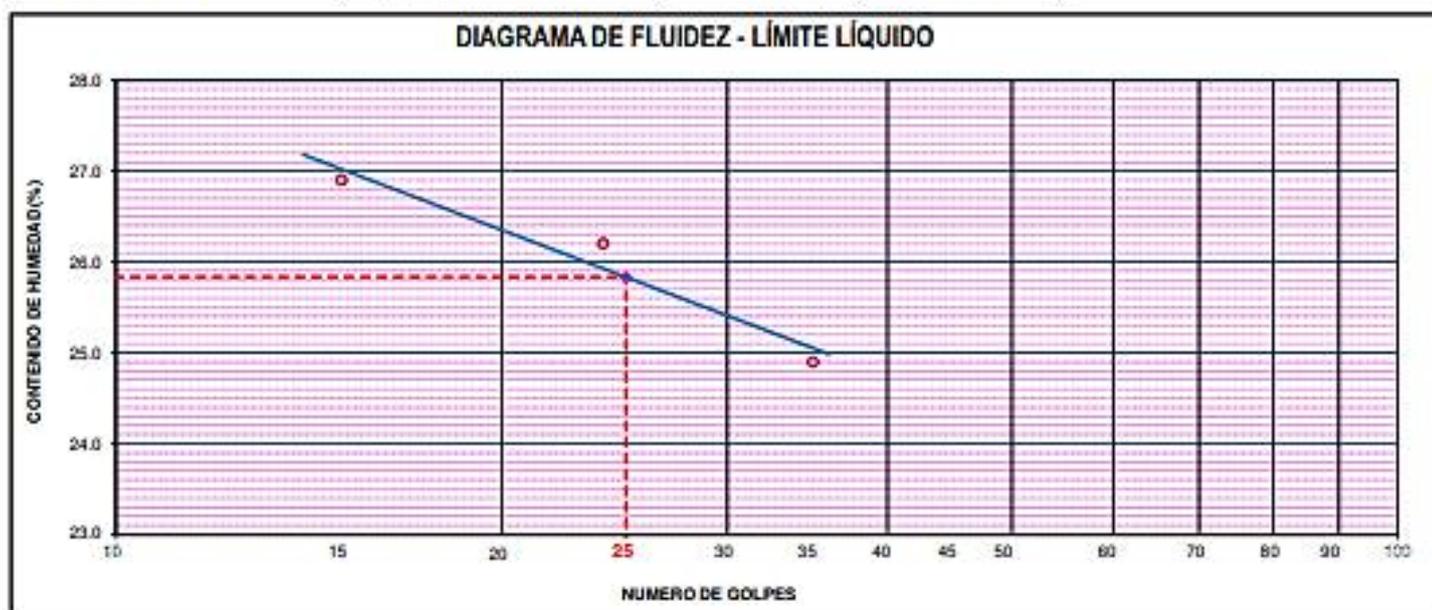
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC-JML-CPM-07/22-31-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
PROGRESIVA	: 63+850	CONDICION : PATRÓN + 0.30% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
		COORDENADAS
		ESTE : -
		NORTE : -
		COTA : -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 85	LC - 86	LC - 87	
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	48.63	48.64	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.47	62.56	64.43	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.54	59.67	61.28	
MASA DE AGUA	[g]	2.93	2.89	3.15	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.88	11.04	12.64	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.9	26.2	24.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	24	35	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 88	LC - 89	LC - 90	
MASA DE LA TARA	[g]	48.59	48.62	48.59	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.97	51.99	51.46	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.39	51.40	50.95	
MASA DE AGUA	[g]	0.58	0.59	0.51	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.80	2.78	2.36	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.7	21.2	21.6	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. LIC. MARY DARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 051 983310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
SITE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-31-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRESTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.30% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850		
TEMPERATURA	: AMBIENTE		
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4":	20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8":	37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	46.72 %
		METODO DE ENSAYO	(Método C)
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2130 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13480	13587	13469	13400
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4616	4723	4605	4536
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.167	2.218	2.162	2.130

Capsula No	No	TP-57	TP-58	TP-59	TP-60
Masa de la Capsula	[g]	88.92	94.64	89.83	89.13
Suelo Humedo + Capsula	[g]	701.56	637.22	594.10	845.00
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	648.23	581.48	533.35	743.05
Masa del Agua	[g]	53.33	55.74	60.75	101.95
Masa del Suelo Seco	[g]	559.31	486.84	443.52	653.92
Humedad (%)	%	9.53%	11.45%	13.70%	15.59%
Promedio de Humedad (%)	%	9.53%	11.45%	13.70%	15.59%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.979	1.990	1.902	1.843
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.40	19.51	18.65	18.07

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.996 gr/cc	19.570 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.00 %	11.00 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-31-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICIÓN	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)		
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.57 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-10	N-10	Q-10
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA		CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
			SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12532	12579	12066	12143	12858	12951
Masa del Molde	[g]	7805	7805	7525	7525	8455	8455
Masa del Suelo Humedo	[g]	4727	4774	4541	4618	4403	4496
Volumen del Suelo	cm ³	2131	2131	2108	2108	2114	2114
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.218	2.240	2.154	2.191	2.083	2.127

Capsula No	No	PC - 55	PC - 56	PC - 57	PC - 58	PC - 59	PC - 60
Masa de la Capsula	[g]	94.94	49.59	83.46	84.25	90.23	49.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	362.47	245.97	526.90	480.42	383.58	319.62
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	336.08	223.85	482.85	432.13	354.64	282.70
Masa del Agua	[g]	26.39	22.12	44.05	48.29	28.94	36.92
Masa del Suelo Seco	[g]	241.14	174.26	399.39	347.88	264.41	233.24
% de Humedad	%	10.94%	12.69%	11.03%	13.88%	10.95%	15.83%
Promedio de Humedad	%	10.94%	12.69%	11.03%	13.88%	10.95%	15.83%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.999	1.988	1.940	1.924	1.878	1.837
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.606	19.494	19.027	18.865	18.414	18.010

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	713.50	0.00	0.00	244.80	0.00	0.00	488.00	0.00	0.00
		24:00:00	715.50	0.05	0.04	247.30	0.06	0.05	494.80	0.17	0.14
		48:00:00	717.00	0.09	0.07	249.60	0.12	0.10	494.10	0.15	0.12
		72:00:00	717.50	0.10	0.08	250.60	0.15	0.12	495.30	0.19	0.15
		96:00:00	716.80	0.08	0.07	252.30	0.19	0.15	496.80	0.22	0.18

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-10				MOLDE No N-10				MOLDE No Q-10			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	33.1	1.71	0.17		24.7	1.28	0.13		18.2	0.94	0.09		
1.27	0.050	01:00	124.1	6.41	0.63		83.8	4.33	0.42		41.6	2.15	0.21		
1.90	0.075	01:30	219.0	11.32	1.11		156.4	8.08	0.79		86.9	4.49	0.44		
2.54	0.100	02:00	322.2	16.65	1.63	28.99	246.5	12.74	1.25	28.99	143.4	7.41	0.73	22.46	
3.17	0.125	02:30	420.5	21.73	2.13		348.6	18.02	1.77		200.1	10.34	1.01		
3.81	0.150	03:00	507.4	26.22	2.57		448.8	23.19	2.27		270.2	13.96	1.37		
5.08	0.200	04:00	677.5	35.01	3.43	35.75	597.6	30.88	3.03	34.78	428.6	22.15	2.17	30.92	
6.35	0.250	05:00	838.2	43.32	4.25		742.2	38.36	3.76		594.0	30.70	3.01		
7.62	0.300	06:00	964.1	49.82	4.89		880.8	45.52	4.46		741.5	38.32	3.76		
8.89	0.350	07:00	1121.2	57.94	5.68		1026.0	53.02	5.20		820.5	42.40	4.16		
11.43	0.450	09:00	1283.4	66.33	6.50		1149.0	59.38	5.82		988.7	45.88	4.50		
12.70	0.500	10:00	1441.9	74.52	7.31		1244.3	64.30	6.31		967.7	46.55	4.89		
			1597.9	82.58	8.10		1360.1	70.29	6.89		1011.4	53.30	5.23		

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Controlado por el Ing. Alex Luis Gomez Calla el 28/08/2022

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-31-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

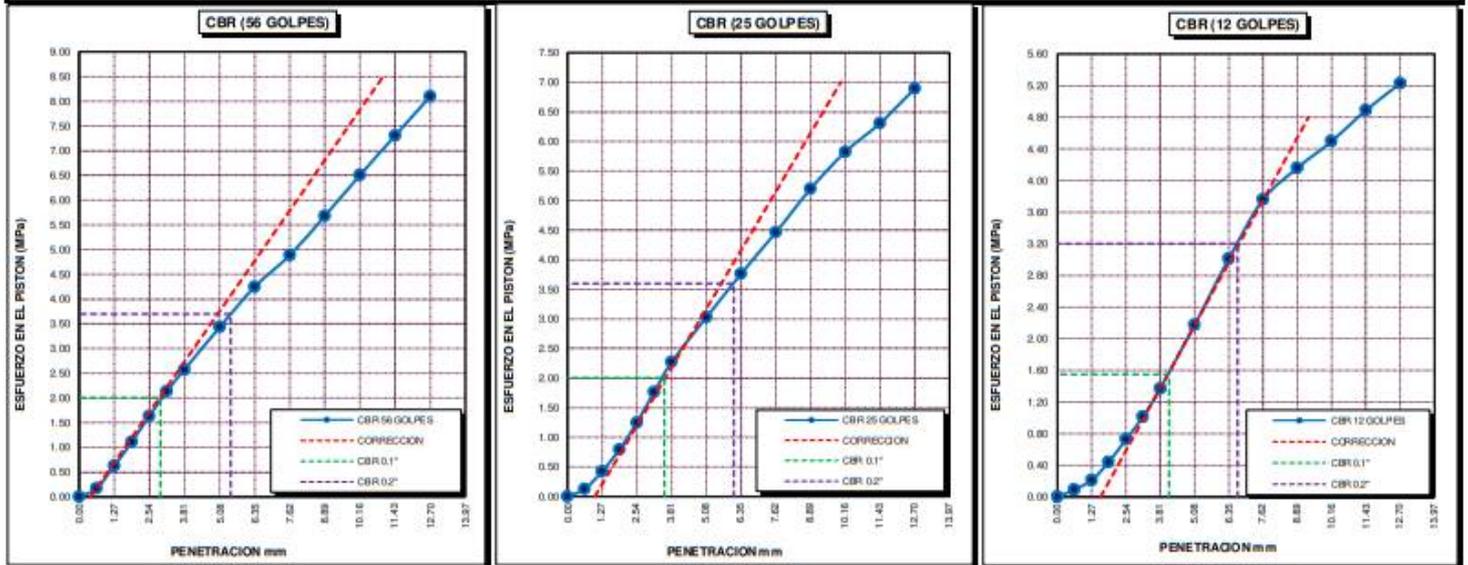
DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS	ESTE	-
PROCEDENCIA	: AFIRMADO				NORTE	-
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.30% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO	COTA	-	
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)					

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.57 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.59 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	35.70 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	24.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	32.00 %

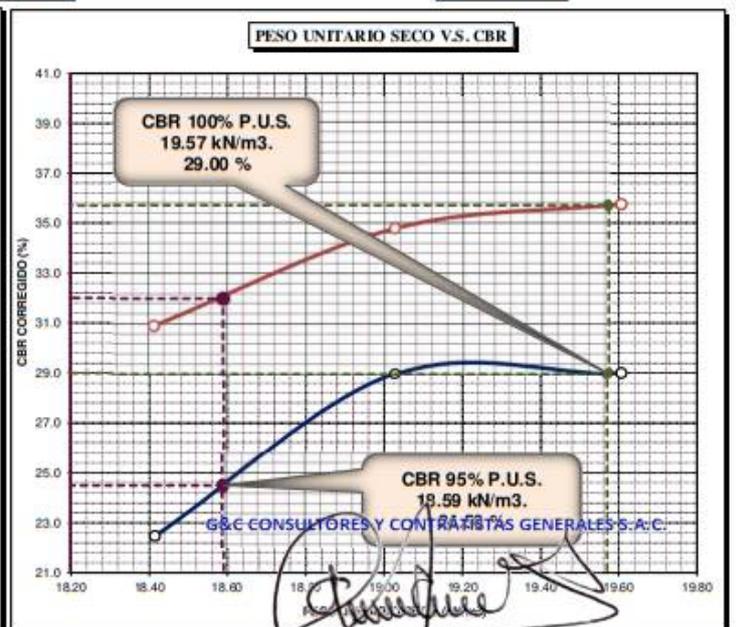
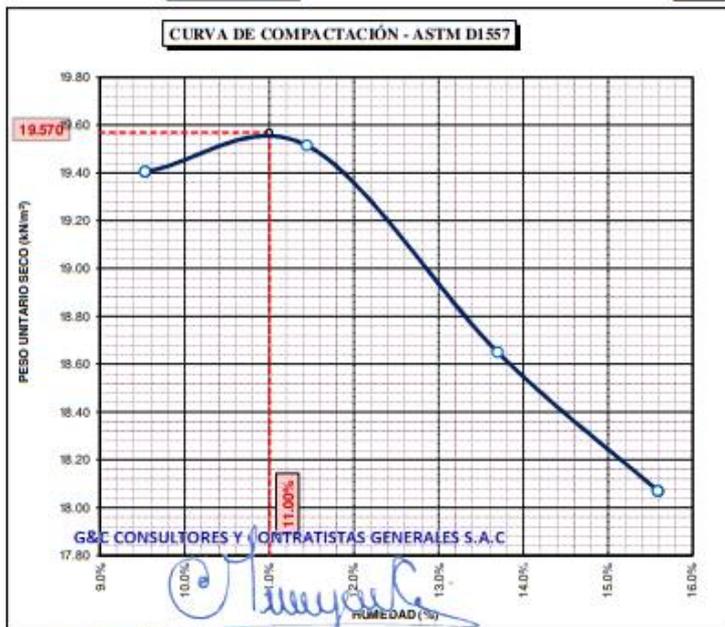
GRAFICOS



CBR C. = 29 %

CBR C. = 29 %

CBR C. = 22 %



Adición de muestra patrón + 0.35% aceite
sulfonado + 0.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-32-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.35% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

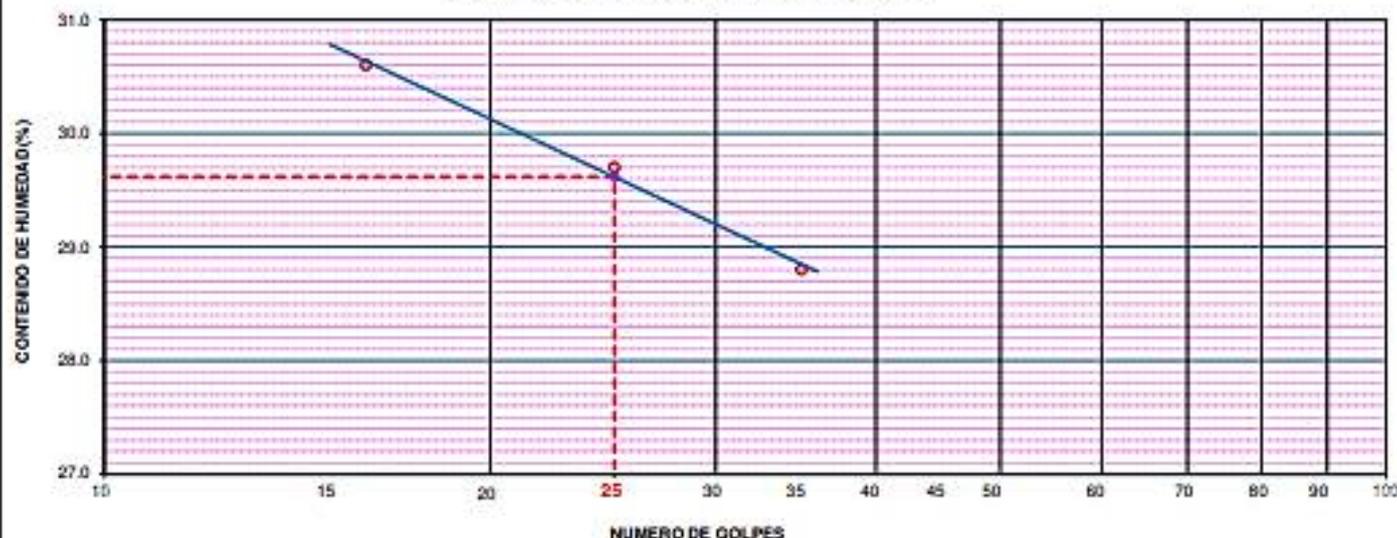
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 91	LC - 92	LC - 93
MASA DE LA TARA	[g]	48.65	48.64	48.62
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	67.63	62.18	62.29
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	63.18	59.08	59.23
MASA DE AGUA	[g]	4.45	3.10	3.06
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.53	10.44	10.61
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.6	29.7	28.8
NUMERO DE GOLPES	n°	16	25	35

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 94	LC - 95	LC - 96
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	48.7	48.68
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.05	51.48	52.36
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.43	50.96	51.66
MASA DE AGUA	[g]	0.62	0.52	0.70
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.77	2.26	2.98
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.4	23.0	23.5

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	30.00
LIMITE PLASTICO	23.00
INDICE DE PLASTICIDAD	7.00

OBSERVACIONES

LAS MEDICIONES SON LEIDAS Y REGISTRADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-32-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.35% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO (Método C)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	2118 cm ³
MASA DEL MOLDE	6,682 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11135	11318	11282	11242
Masa del Molde	[g]	6682	6682	6682	6682
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4453	4636	4600	4560
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.102	2.189	2.172	2.153

Capsula No	No	TP-61	TP-62	TP-63	TP-64
Masa de la Capsula	[g]	88.19	90.47	90.27	89.65
Suelo Humedo + Capsula	[g]	766.33	711.77	660.40	856.50
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	701.34	644.77	593.31	756.40
Masa del Agua	[g]	64.99	67.00	67.09	100.10
Masa del Suelo Seco	[g]	613.15	554.30	503.04	666.75
Humedad (%)	%	10.60%	12.09%	13.34%	15.01%
Promedio de Humedad (%)	%	10.60%	12.09%	13.34%	15.01%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.901	1.953	1.916	1.872
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.64	19.15	18.79	18.36

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.954 gr/cc	19.160 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	12.20 %	12.20 %



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-32-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA MUESTRA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.16 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.20 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-11		N-11		Q-11	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11723	11747	12479	12563	11570	11634
Masa del Molde	[g]	6999	6999	7911	7911	7178	7178
Masa del Suelo Humedo	[g]	4724	4748	4568	4652	4392	4456
Volumen del Suelo	cm ³	2136	2136	2121	2121	2122	2122
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.211	2.223	2.154	2.193	2.070	2.100

Capsula No	No	PC - 61	PC - 62	PC - 63	PC - 64	PC - 65	PC - 66
Masa de la Capsula	[g]	57.60	81.93	83.06	85.77	48.52	83.75
Suelo Humedo + Capsula	[g]	345.67	472.86	467.73	552.06	332.70	429.73
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	314.28	426.31	425.96	490.75	302.02	379.86
Masa del Agua	[g]	31.39	46.55	41.77	61.31	30.68	49.87
Masa del Suelo Seco	[g]	256.68	344.38	342.90	404.98	253.50	296.11
% de Humedad	%	12.23%	13.52%	12.18%	15.14%	12.10%	16.84%
Promedio de Humedad	%	12.23%	13.52%	12.18%	15.14%	12.10%	16.84%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.970	1.958	1.920	1.905	1.846	1.797
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.322	19.200	18.827	18.681	18.105	17.624

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	138.00	0.00	0.00	402.50	0.00	0.00	598.00	0.00	0.00
		24:00:00	139.00	0.03	0.02	404.60	0.05	0.04	602.00	0.10	0.08
		48:00:00	139.20	0.03	0.02	406.30	0.10	0.08	600.00	0.05	0.04
		72:00:00	139.50	0.04	0.03	404.80	0.06	0.05	604.10	0.15	0.12
		96:00:00	139.80	0.05	0.04	406.20	0.09	0.07	606.50	0.22	0.17

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-11			MOLDE No N-11			MOLDE No Q-11					
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30		120.1	6.21	0.61	92.5	4.78	0.47	69.2	3.58	0.35			
1.27	0.050	01:00		233.8	12.08	1.18	202.5	10.47	1.03	135.1	6.98	0.68			
1.90	0.075	01:30		325.1	16.80	1.65	300.5	15.53	1.52	218.7	11.30	1.11			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	409.8	21.18	2.08	28.99	387.0	20.00	1.96	27.54	305.6	15.79	1.55	24.64
3.17	0.125	02:30		484.7	25.05	2.46		461.5	23.85	2.34		393.3	20.33	1.99	
3.81	0.150	03:00		555.7	28.72	2.82		541.0	27.96	2.74		477.7	24.69	2.42	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	688.7	35.59	3.49	33.82	658.5	34.03	3.34	32.85	625.2	32.31	3.17	31.88
6.35	0.250	05:00		803.5	41.52	4.07		795.5	41.11	4.03		769.8	39.78	3.90	
7.62	0.300	06:00		936.7	48.41	4.75		922.0	47.65	4.67		894.7	46.24	4.53	
8.89	0.350	07:00		1076.2	55.62	5.45		1057.5	54.65	5.36		996.6	51.61	5.06	
10.16	0.400	08:00		1209.0	62.48	6.13		1174.0	60.67	5.95		1111.0	56.90	5.58	
11.43	0.450	09:00		1316.7	68.05	6.67		1316.7	68.05	6.67		1190.0	64.55	6.03	
12.70	0.500	10:00		1437.2	74.27	7.28		1437.2	74.27	7.28		1132.1	66.26	6.29	

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

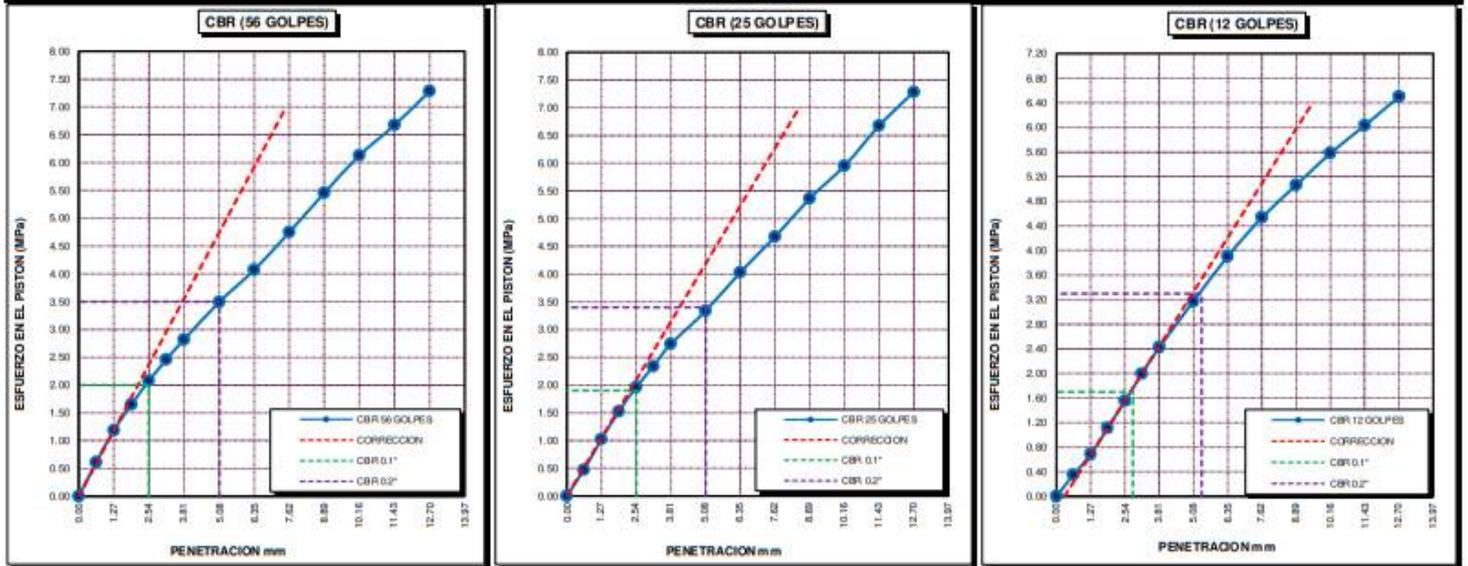
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-JC_JML-CPM-08/22-32-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.16 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.20 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	28.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	33.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	32.00 %

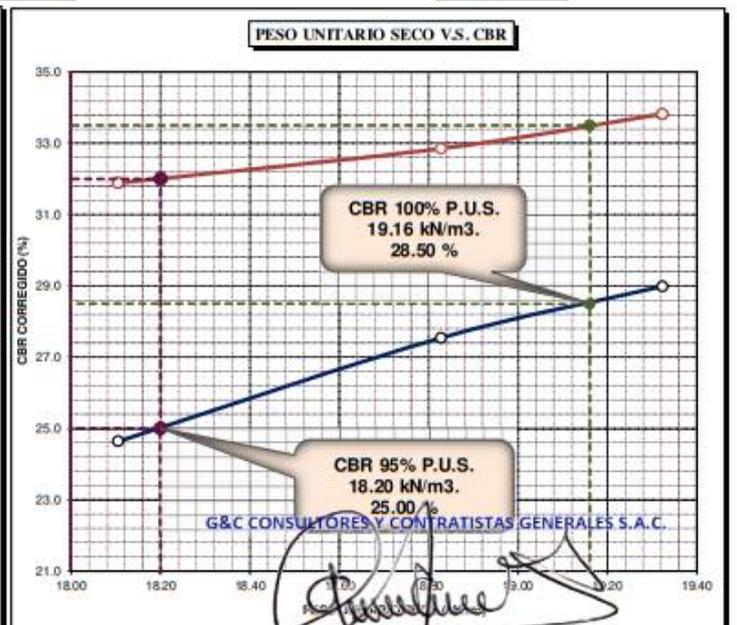
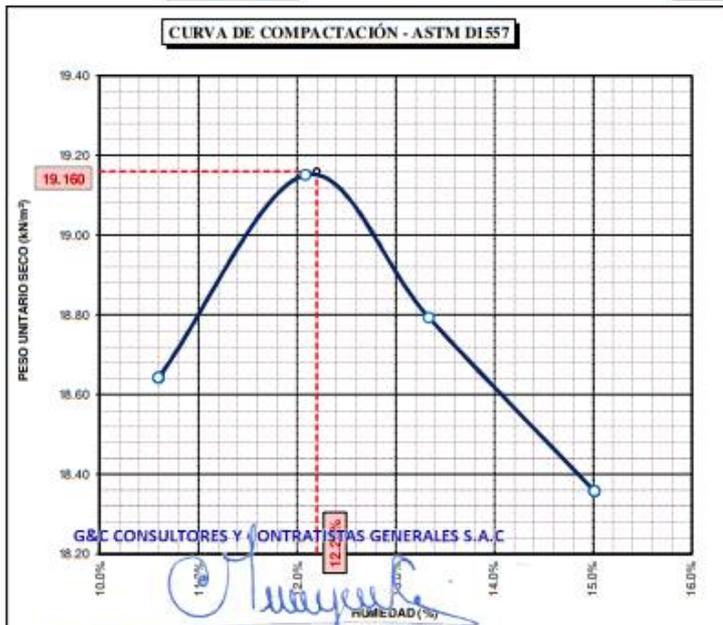
GRAFICOS



CBR C. = 29 %

CBR C. = 28 %

CBR C. = 25 %



Adición de muestra patrón + 0.35% aceite
sulfonado + 1.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

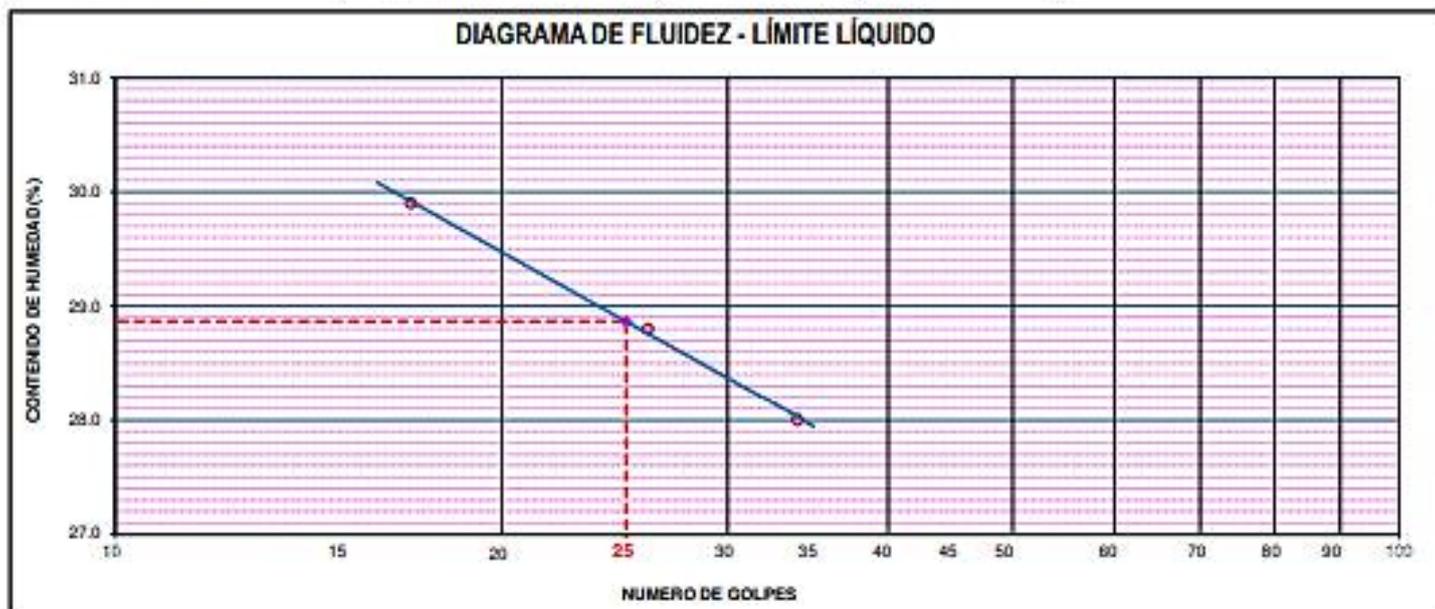
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-33-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 97	LC - 98	LC - 99	
MASA DE LA TARA	[g]	52.98	52.96	53.32	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	71.87	70.80	70.59	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	67.52	66.81	66.81	
MASA DE AGUA	[g]	4.35	3.99	3.78	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.54	13.85	13.49	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.9	28.8	28.0	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 100	LC - 101	LC - 102	
MASA DE LA TARA	[g]	53.26	61.88	53.02	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	56.91	64.42	55.56	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.25	63.96	55.10	
MASA DE AGUA	[g]	0.66	0.46	0.46	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.99	2.08	2.08	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.1	22.1	22.1	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	29.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-33-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: (Método C)
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2118 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 6,682 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11225	11347	11247	11184
Masa del Molde	[g]	6682	6682	6682	6682
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4543	4665	4565	4502
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.145	2.203	2.155	2.126

Capsula No	No	TP-65	TP-66	TP-67	TP-68
Masa de la Capsula	[g]	83.44	82.01	83.76	69.32
Suelo Humedo + Capsula	[g]	575.78	611.74	570.25	581.39
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	531.40	555.06	511.22	512.33
Masa del Agua	[g]	44.38	56.68	59.03	69.06
Masa del Suelo Seco	[g]	447.96	473.05	427.46	443.01
Humedad (%)	%	9.91%	11.98%	13.81%	15.59%
Promedio de Humedad (%)	%	9.91%	11.98%	13.81%	15.59%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.952	1.967	1.894	1.839
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.14	19.29	18.57	18.03

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.971 gr/cc	: 19.330 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.60 %	: 11.60 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE [Signature]

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-33-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.33 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MEY. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-12	N-12	Q-12			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13233	13266	12179	12256	12447	12589
Masa del Molde	[g]	8556	8556	7763	7763	8258	8258
Masa del Suelo Humedo	[g]	4677	4710	4416	4493	4189	4331
Volumen del Suelo	cm ³	2116	2116	2109	2109	2106	2106
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.211	2.226	2.094	2.130	1.989	2.057
Capsula No	No	PC - 67	PC - 68	PC - 69	PC - 70	PC - 71	PC - 72
Masa de la Capsula	[g]	46.75	89.04	82.17	84.61	46.89	89.66
Suelo Humedo + Capsula	[g]	282.46	411.22	544.91	552.49	265.01	496.09
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	257.67	372.97	496.85	493.45	242.47	435.66
Masa del Agua	[g]	24.79	38.25	48.06	59.04	22.54	60.43
Masa del Suelo Seco	[g]	210.92	283.93	414.68	408.84	195.58	346.00
% de Humedad	%	11.75%	13.47%	11.59%	14.44%	11.52%	17.47%
Promedio de Humedad	%	11.75%	13.47%	11.59%	14.44%	11.52%	17.47%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.978	1.962	1.876	1.862	1.784	1.751
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.400	19.241	18.401	18.256	17.493	17.171

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	133.60	0.00	0.00	272.20	0.00	0.00	602.90	0.00	0.00
		24:00:00	134.30	0.02	0.01	275.30	0.08	0.06	606.90	0.10	0.08
		48:00:00	135.00	0.04	0.03	275.30	0.08	0.06	607.10	0.11	0.08
		72:00:00	136.20	0.07	0.05	275.60	0.09	0.07	607.20	0.11	0.09
		96:00:00	136.00	0.06	0.05	275.70	0.09	0.07	608.00	0.13	0.10

PENETRACIÓN																
PENETRACIÓN			Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-12				MOLDE No N-12				MOLDE No Q-12				
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30	66.7	3.45	0.34		79.9	4.13	0.40		38.8	2.01	0.20			
1.27	0.050	01:00	134.5	6.95	0.68		186.2	9.62	0.94		125.7	6.50	0.64			
1.90	0.075	01:30	219.6	11.35	1.11		271.1	14.01	1.37		189.3	9.78	0.96			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	330.6	17.09	1.68	31.88	348.8	18.02	1.77	26.81	231.8	11.98	1.18	18.84	
3.17	0.125	02:30	450.1	23.26	2.28		417.9	21.60	2.12		266.4	13.77	1.35			
3.81	0.150	03:00	559.6	28.92	2.84		493.9	25.52	2.50		297.7	15.38	1.51			
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	771.8	39.89	3.91	41.55	654.8	33.84	3.32	32.85	351.1	18.15	1.78	17.87	
6.35	0.250	05:00	940.5	48.60	4.77		757.7	39.16	3.84		387.8	20.04	1.97			
7.62	0.300	06:00	1104.2	57.06	5.60		823.5	42.56	4.17		433.4	22.40	2.20			
8.89	0.350	07:00	1244.6	64.32	6.31		909.6	47.01	4.61		488.3	24.20	2.37			
10.43	0.415	08:00	1405.2	72.62	7.12		1014.8	52.44	5.14		538.9	25.76	2.53			
11.43	0.455	09:00	1544.4	79.81	7.83		1129.1	58.35	5.74		573.1	28.00	2.76			
12.70	0.500	10:00	1692.0	87.44	8.58		1266.0	65.42	6.42		617.2	28.80	2.88			

OBSERVACIONES: 1. LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 47136310
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

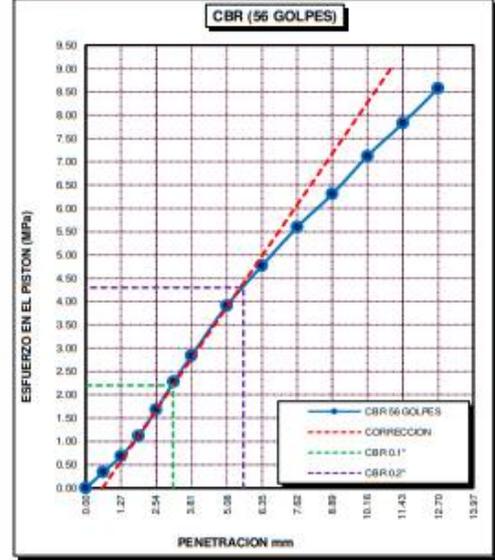
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-33-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

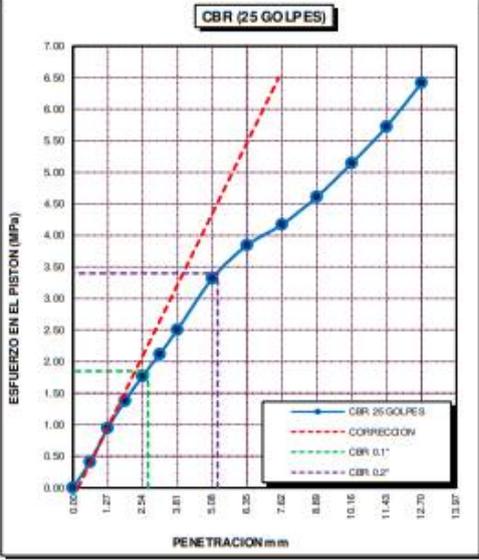
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.33 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.36 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	31.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	41.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	26.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	32.50 %

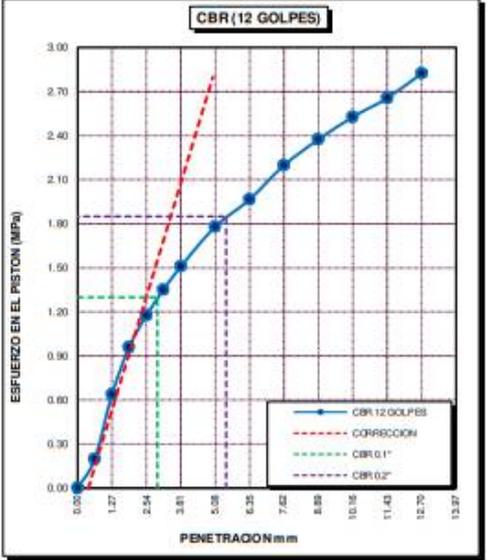
GRAFICOS



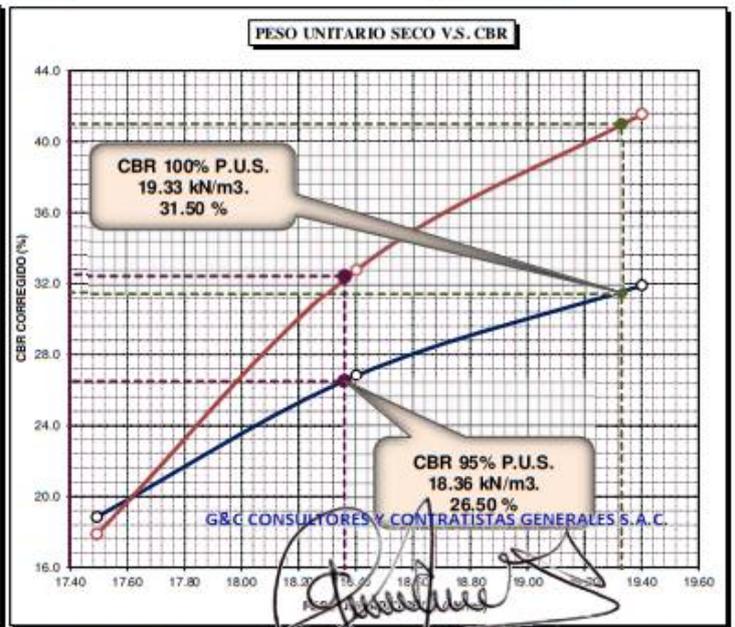
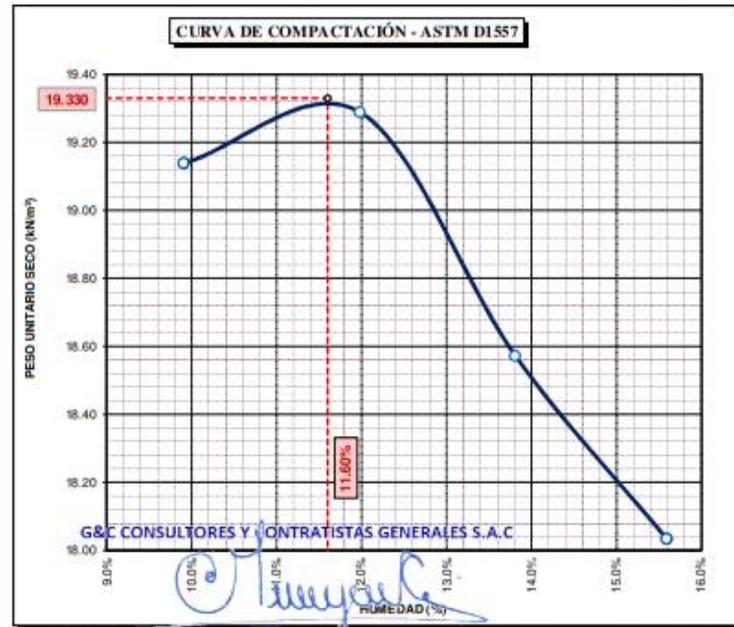
CBR C. = 32 %



CBR C. = 27 %



CBR C. = 19 %



Adición de muestra patrón + 0.35% aceite
sulfonado + 1.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

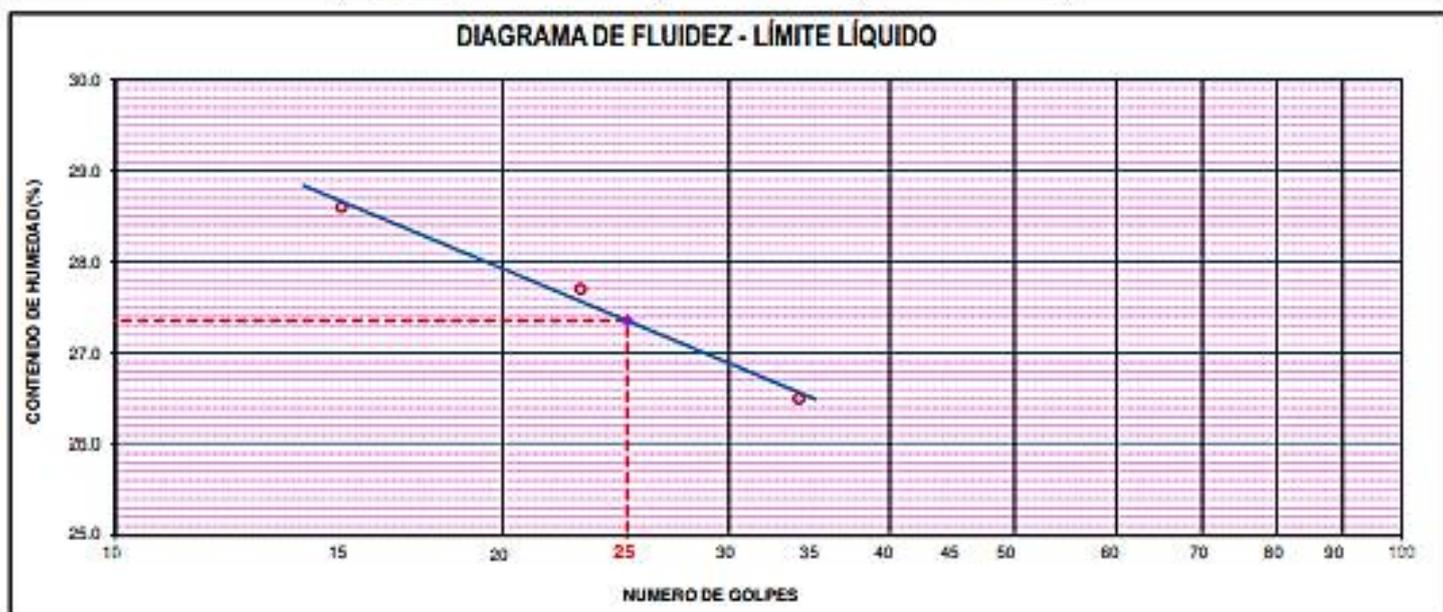
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACETIL SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC-JML-CPM-07/22-34-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	COORDENADAS ESTE : - NORTE : - COTA : -
MUESTRA	: M - 01	
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
	CONDICION :	PATRÓN + 0.35% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	45.84	45.92	45.91	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64.78	61.74	62.47	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.57	58.31	59.00	
MASA DE AGUA	[g]	4.21	3.43	3.47	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.73	12.39	13.09	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.6	27.7	26.5	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	23	34	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 04	LC - 05	LC - 06	
MASA DE LA TARA	[g]	46.94	47.87	46.83	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.68	51.01	50.46	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.20	50.47	49.83	
MASA DE AGUA	[g]	0.48	0.54	0.63	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.26	2.60	3.00	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.2	20.8	21.0	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	27.00
LIMITE PLASTICO	21.00
INDICE DE PLASTICIDAD	6.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS CONSULTADAS EN CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-34-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.35% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO

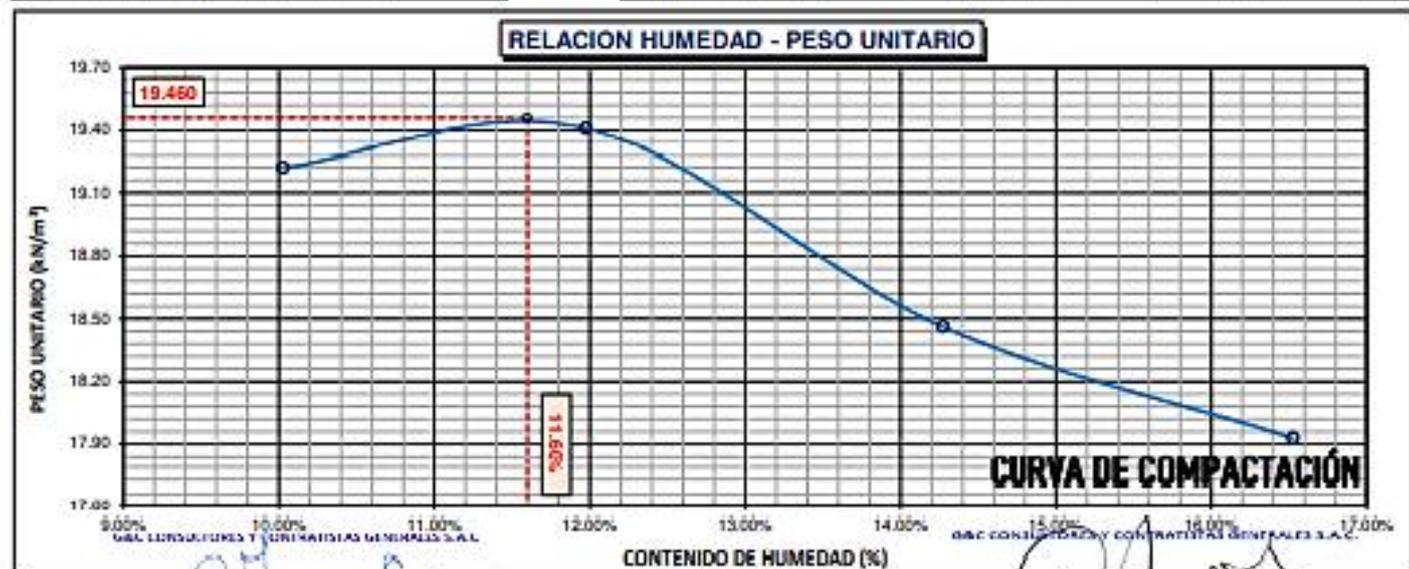
MOLDE No	: X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2118 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 6,682 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	11249	11376	11238	11194
Masa Suelo Humedo + Molde					
Masa del Molde		6682	6682	6682	6682
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4567	4694	4556	4512
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.156	2.216	2.151	2.130

Capsula No	No	TP-69	TP-70	TP-71	TP-72
Masa de la Capsula	[g]	80.77	82.32	89.62	90.42
Suelo Humedo + Capsula	[g]	562.35	527.45	727.22	744.19
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	518.46	479.84	647.57	651.46
Masa del Agua	[g]	43.89	47.61	79.65	92.73
Masa del Suelo Seco	[g]	437.69	397.52	557.95	561.04
Humedad (%)	%	10.03%	11.98%	14.28%	16.53%
Promedio de Humedad (%)	%	10.03%	11.98%	14.28%	16.53%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.960	1.979	1.882	1.828
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.22	19.41	18.46	17.93

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.984 gr/cc	: 19.460 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.60 %	: 11.60 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-34-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.46 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-13		N-13		Q-13	
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
NUMERO DE CAPAS	m ²	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	m ²	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	m ²	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	m ²	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11951	11980	12362	12453	11812	11910
Masa del Molde	[g]	7212	7212	7913	7913	7563	7563
Masa del Suelo Humedo	[g]	4739	4768	4449	4540	4249	4347
Volumen del Suelo	cm ³	2132	2132	2113	2113	2108	2108
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.223	2.236	2.106	2.149	2.016	2.062
Capsula No	No	PC - 73	PC - 74	PC - 75	PC - 76	PC - 77	PC - 78
Masa de la Capsula	[g]	47.74	83.33	84.54	82.85	43.16	83.29
Suelo Humedo + Capsula	[g]	277.82	442.02	468.66	483.90	290.47	455.74
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	253.99	401.64	428.67	432.56	264.98	403.13
Masa del Agua	[g]	23.83	40.38	39.99	51.34	25.49	52.61
Masa del Suelo Seco	[g]	206.25	318.31	344.13	349.71	221.82	319.84
% de Humedad	%	11.55%	12.69%	11.62%	14.68%	11.49%	16.45%
Promedio de Humedad	%	11.55%	12.69%	11.62%	14.68%	11.49%	16.45%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.993	1.985	1.886	1.874	1.808	1.771
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.541	19.463	18.499	18.373	17.731	17.368

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	128.00	0.00	0.00	884.70	0.00	0.00	631.70	0.00	0.00
		24:00:00	129.50	0.04	0.03	889.20	0.11	0.09	634.00	0.06	0.05
		48:00:00	131.50	0.09	0.07	888.00	0.08	0.07	636.00	0.11	0.09
		72:00:00	130.00	0.05	0.04	889.00	0.11	0.09	636.00	0.11	0.09
		96:00:00	130.50	0.06	0.05	888.80	0.10	0.08	637.60	0.15	0.12

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-13				MOLDE No N-13				MOLDE No Q-13			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		85.0	4.39	0.43	103.4	5.34	0.52	56.0	2.89	0.28			
1.27	0.050	01:00		177.7	9.18	0.90	225.5	11.65	1.14	152.9	7.90	0.77			
1.90	0.075	01:30		296.7	15.33	1.50	338.3	17.48	1.71	255.3	13.19	1.29			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	421.6	21.79	2.14	36.23	435.6	22.51	2.21	31.16	346.1	17.89	1.75	28.26
3.17	0.125	02:30		536.2	27.71	2.72		536.3	27.71	2.72		420.1	21.71	2.13	
3.81	0.150	03:00		654.0	33.80	3.31		624.3	32.26	3.16		480.9	24.85	2.44	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	855.5	44.21	4.34	44.44	794.2	41.04	4.03	38.65	580.8	30.02	2.94	29.95
6.35	0.250	05:00		1022.0	52.82	5.18		938.9	48.52	4.76		664.2	34.33	3.37	
7.62	0.300	06:00		1180.2	60.99	5.98		1072.5	55.43	5.44		734.7	37.97	3.72	
8.89	0.350	07:00		1306.5	67.52	6.62		1198.5	61.94	6.07		820.8	41.39	4.06	
11.43	0.450	09:00		1424.0	73.59	7.22		1311.2	67.76	6.62		852.2	44.25	4.31	
12.70	0.500	10:00		1556.0	80.41	7.89		1393.2	72.00	7.06		911.6	46.55	4.63	
				1660.5	85.81	8.42		1456.5	75.27	7.38		972.0	50.28	4.91	

OBSERVACIONES LAS MEDIDAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calibración N° 02-2022 con fecha 29/02/2022

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

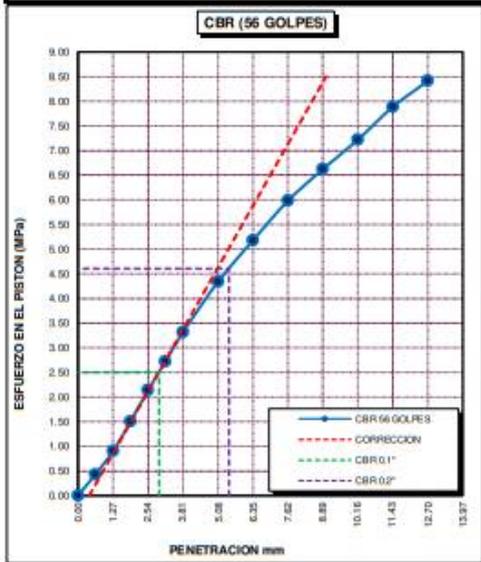
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-34-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	: ESTE - NORTE - COTA -

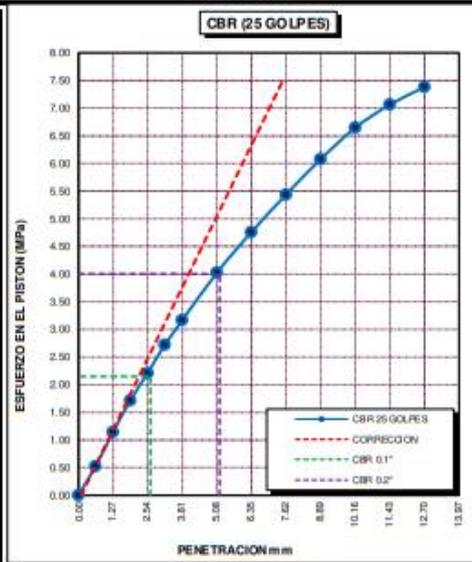
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.46 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.49 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	35.80 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	44.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	31.10 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	38.50 %

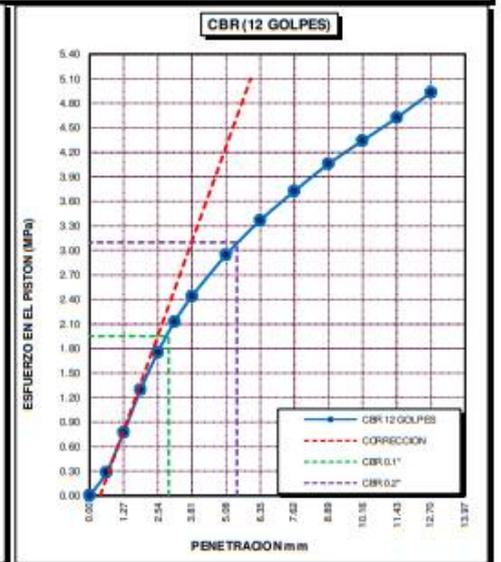
GRAFICOS



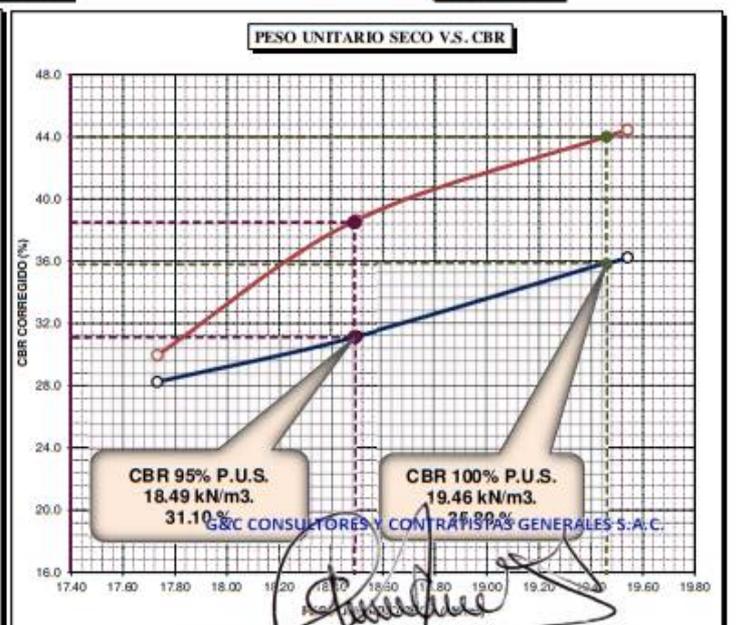
CBR C. = 36 %



CBR C. = 31 %



CBR C. = 28 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I. C. MARY CARMEN MARIACA GONZALEZ
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.35% aceite
sulfonado + 2.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

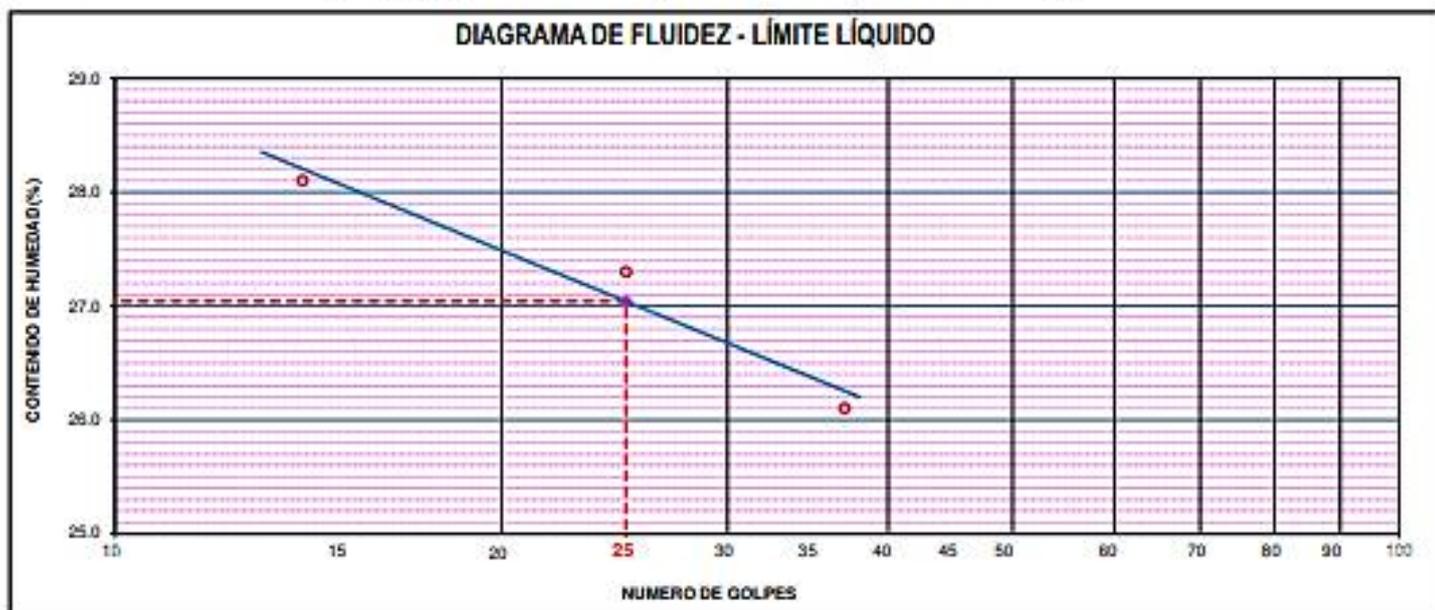
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-35-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
	CONDICION : PATRÓN + 0.35% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO	COORDENADAS
		ESTE : -
		NORTE : -
		COTA : -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 07	LC - 08	LC - 09	
MASA DE LA TARA	[g]	45.95	42.95	46.39	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.34	56.88	64.61	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.18	53.89	60.84	
MASA DE AGUA	[g]	3.16	2.99	3.77	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.23	10.94	14.45	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.1	27.3	26.1	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	25	37	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 10	LC - 11	LC - 12	
MASA DE LA TARA	[g]	49.02	45.79	48.08	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.03	49.11	50.77	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.50	48.52	50.30	
MASA DE AGUA	[g]	0.53	0.59	0.47	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.48	2.73	2.22	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.4	21.6	21.2	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS DE ACUERDO A LOS PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-35-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.35% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	(Método C)
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	2118 cm ³
MASA DEL MOLDE	6,682 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11234	11381	11251	11228
Masa del Molde	[g]	6682	6682	6682	6682
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4552	4699	4569	4546
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.149	2.219	2.157	2.146

Capsula No	No	TP-73	TP-74	TP-75	TP-76
Masa de la Capsula	[g]	73.48	71.19	71.17	88.78
Suelo Humedo + Capsula	[g]	565.59	672.05	528.65	806.80
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	521.96	607.93	472.83	707.60
Masa del Agua	[g]	43.63	64.12	55.82	99.20
Masa del Suelo Seco	[g]	448.48	536.74	401.66	618.82
Humedad (%)	%	9.73%	11.95%	13.90%	16.03%
Promedio de Humedad (%)	%	9.73%	11.95%	13.90%	16.03%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.959	1.982	1.894	1.850
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.21	19.44	18.57	18.14

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.985 gr/cc	19.470 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.60 %	11.60 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESTIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-35-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)		
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.47 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-14		N-14		Q-14	
NUMERO DE CAPAS	m ^o	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	m ^o	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	m ^o	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	m ^o	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	13064	13087	12268	12354	11336	11417
Masa del Molde	[g]	8358	8358	7766	7766	7029	7029
Masa del Suelo Húmedo	[g]	4706	4729	4502	4588	4307	4388
Volumen del Suelo	cm ³	2106	2106	2136	2136	2120	2120
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.235	2.246	2.108	2.148	2.031	2.070
Capsula No	No	PC - 79	PC - 80	PC - 81	PC - 82	PC - 83	PC - 84
Masa de la Capsula	[g]	46.05	81.90	83.76	82.88	42.18	86.22
Suelo Húmedo + Capsula	[g]	316.09	448.19	583.78	539.06	290.13	492.80
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	287.90	404.85	532.05	481.15	264.24	432.92
Masa del Agua	[g]	28.19	43.34	51.73	57.91	25.89	59.88
Masa del Suelo Seco	[g]	241.85	322.95	448.29	398.27	222.06	346.70
% de Humedad	%	11.66%	13.42%	11.54%	14.54%	11.66%	17.27%
Promedio de Humedad	%	11.66%	13.42%	11.54%	14.54%	11.66%	17.27%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.002	1.980	1.890	1.875	1.819	1.765
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.629	19.418	18.531	18.390	17.842	17.307

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	340.00	0.00	0.00	341.00	0.00	0.00	786.20	0.00	0.00
		24:00:00	341.10	0.03	0.02	342.10	0.03	0.02	790.50	0.11	0.09
		48:00:00	343.10	0.08	0.06	345.10	0.10	0.08	792.00	0.15	0.12
		72:00:00	343.20	0.08	0.06	345.20	0.11	0.08	793.00	0.17	0.14
		96:00:00	342.50	0.06	0.05	345.50	0.11	0.09	792.50	0.16	0.13

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² /Mpa	MOLDE No A-14				MOLDE No N-14				MOLDE No Q-14			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		90.3	4.67	0.46	86.5	4.47	0.44	49.4	2.55	0.25			
1.27	0.050	01:00		183.6	9.49	0.93	189.5	9.79	0.96	99.8	5.16	0.51			
1.90	0.075	01:30		272.6	14.09	1.38	273.0	14.11	1.38	156.6	8.09	0.79			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	347.5	17.96	1.76	340.0	17.57	1.72	25.36	225.0	11.63	1.14	19.57	
3.17	0.125	02:30		409.2	21.15	2.07	430.5	22.25	2.18		288.7	14.92	1.46		
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	466.7	24.12	2.37	495.0	25.58	2.51		354.0	18.29	1.79		
5.08	0.200	04:00		587.1	30.34	2.98	30.43	625.5	32.33	3.17	30.92	491.9	25.42	2.49	26.09
6.35	0.250	05:00		693.6	35.84	3.52	738.5	38.17	3.74		607.1	31.37	3.08		
7.62	0.300	06:00		795.9	41.13	4.03	827.5	42.76	4.19		716.7	37.04	3.63		
8.89	0.350	07:00		908.7	46.96	4.61	898.0	46.41	4.55		793.1	40.99	4.02		
10.16	0.400	08:00		1017.2	52.57	5.16	959.5	49.59	4.83		851.2	44.23	4.34		
11.43	0.450	09:00		1120.7	57.92	5.68	1022.3	52.83	5.18		917.0	48.58	4.65		
12.70	0.500	10:00		1220.7	63.09	6.19	1101.3	56.91	5.58		1070.5	50.16	4.92		

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

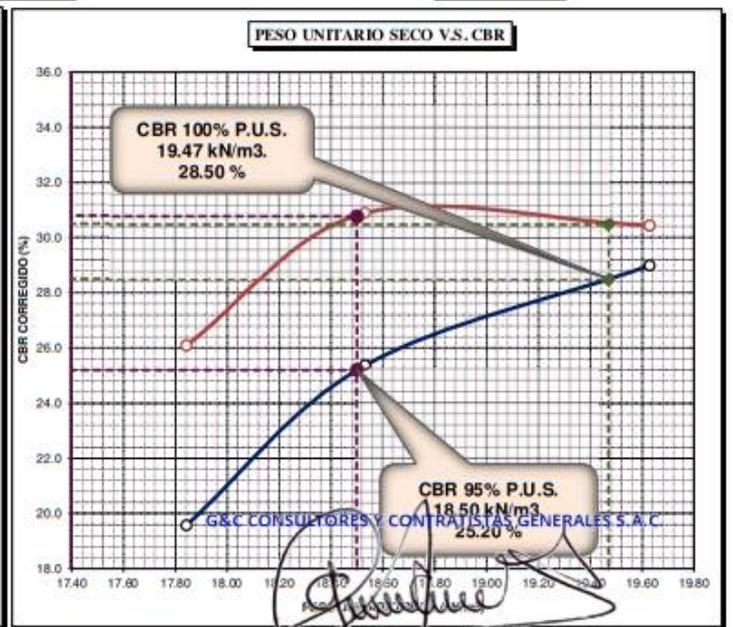
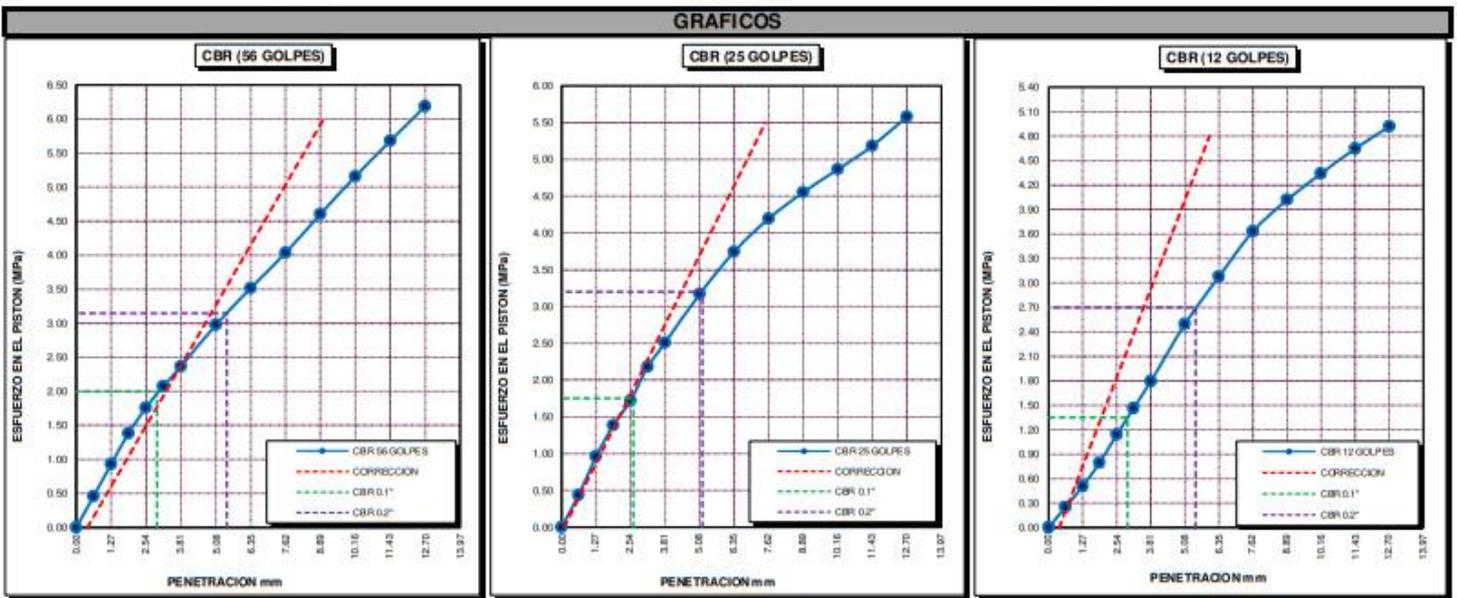
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-35-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDECIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.47 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.50 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	28.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	30.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.20 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	30.80 %



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR Calificación N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.35% aceite
sulfonado + 2.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC-IML-CPM-07/22-36-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
MUESTRA : M - 01	CONDICION : PATRÓN + 0.35% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO	ESTE : -
PROGRESIVA : 63+850		NORTE : -
TEMPERATURA : AMBIENTE		COTA : -

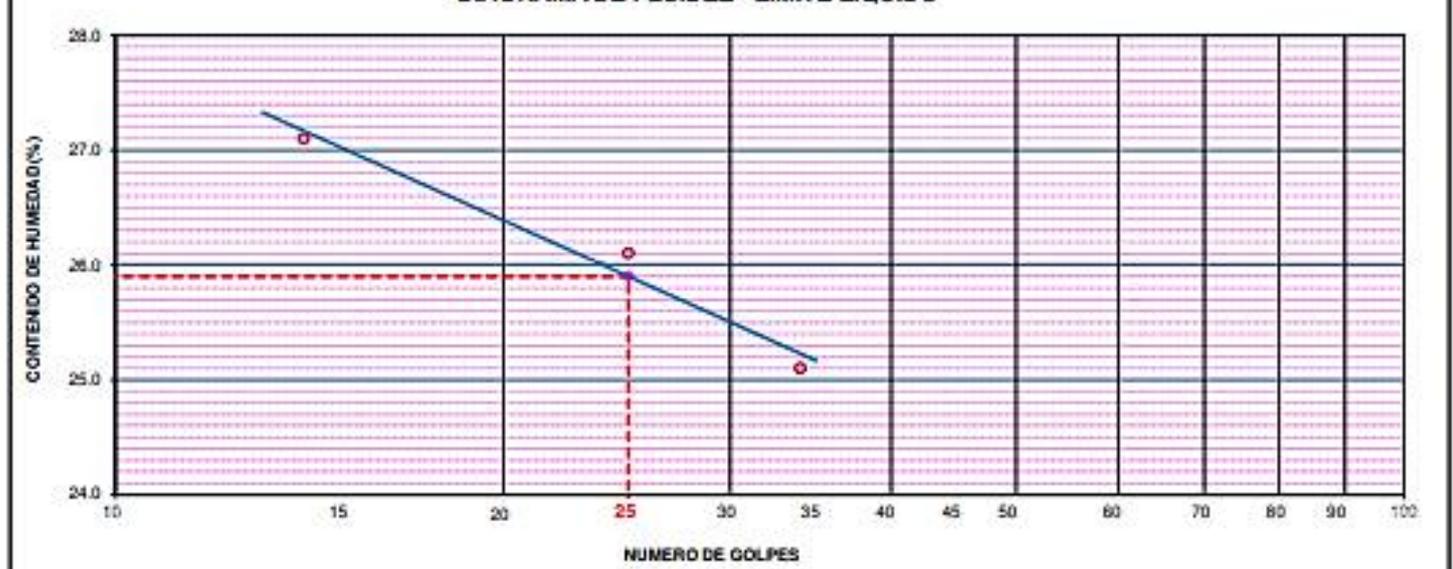
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 13	LC - 14	LC - 15
MASA DE LA TARA	[g]	34.45	45.56	46.74
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.58	63.28	63.53
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47.93	59.61	60.16
MASA DE AGUA	[g]	3.65	3.67	3.37
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.48	14.05	13.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.1	26.1	25.1
NUMERO DE GOLPES	n°	14	25	34

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 16	LC - 17	LC - 18
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	48.79	49.53	48.28
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.34	48.93	47.78
MASA DE AGUA	[g]	0.45	0.60	0.50
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.16	2.82	2.28
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.8	21.3	21.9

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS SON CONTROLADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-36-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.35% CON-AID + 2.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	(Método C)
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 03	VOLUMEN DEL MOLDE	2118 cm ³
MASA DEL MOLDE	6,682 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11265	11387	11247	11184
Masa del Molde	[g]	6682	6682	6682	6682
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4583	4705	4565	4502
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.164	2.221	2.155	2.126

Capsula No	No	TP-77	TP-78	TP-79	TP-80
Masa de la Capsula	[g]	83.44	82.01	83.76	69.32
Suelo Humedo + Capsula	[g]	575.78	611.74	570.25	581.39
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	531.40	555.06	510.22	510.83
Masa del Agua	[g]	44.38	56.68	60.03	70.56
Masa del Suelo Seco	[g]	447.96	473.05	426.46	441.51
Humedad (%)	%	9.91%	11.98%	14.08%	15.98%
Promedio de Humedad (%)	%	9.91%	11.98%	14.08%	15.98%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.969	1.984	1.889	1.833
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.31	19.45	18.53	17.97

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.988 gr/cc	19.500 kN/m3
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	11.60 %	11.60 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-36-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Modo C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-15		N-15		Q-15	
NUMERO DE CAPAS	m ^o	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	m ^o	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	m ^o	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	m ^o	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12433	12451	12193	12266	11148	11265
Masa del Molde	[g]	7705	7705	7750	7750	6827	6827
Masa del Suelo Humedo	[g]	4728	4746	4443	4516	4321	4438
Volumen del Suelo	cm ³	2116	2116	2109	2109	2126	2126
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.235	2.243	2.107	2.141	2.032	2.087
Capsula No	No	PC - 85	PC - 86	PC - 87	PC - 88	PC - 89	PC - 90
Masa de la Capsula	[g]	47.44	83.43	86.12	83.44	45.88	82.09
Suelo Humedo + Capsula	[g]	272.47	534.85	537.11	559.67	284.52	458.23
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	248.99	483.34	490.34	498.93	259.66	403.01
Masa del Agua	[g]	23.48	51.51	46.77	60.74	24.86	55.22
Masa del Suelo Seco	[g]	201.55	399.91	404.22	415.49	213.78	320.92
% de Humedad	%	11.65%	12.88%	11.57%	14.62%	11.63%	17.21%
Promedio de Humedad	%	11.65%	12.88%	11.57%	14.62%	11.63%	17.21%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.001	1.987	1.888	1.868	1.821	1.781
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.628	19.488	18.517	18.321	17.854	17.465

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	409.10	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00	13.70	0.00	0.00
		24:00:00	408.90	-0.01	0.00	12.00	0.10	0.08	19.90	0.16	0.12
		48:00:00	409.10	0.00	0.00	11.10	0.08	0.06	20.60	0.18	0.14
		72:00:00	411.20	0.05	0.04	12.90	0.13	0.10	20.10	0.16	0.13
		96:00:00	412.20	0.08	0.06	13.60	0.14	0.11	21.60	0.20	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-15				MOLDE No N-15				MOLDE No Q-15			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		61.8	3.19	0.31		81.5	4.21	0.41		47.7	2.47	0.24	
1.27	0.050	01:00		148.7	7.68	0.75		181.0	9.35	0.92		95.8	4.95	0.49	
1.90	0.075	01:30		239.1	12.36	1.21		261.5	13.51	1.33		157.9	8.16	0.80	
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	337.1	17.42	1.71	27.54	330.0	17.05	1.67	23.91	230.7	11.92	1.17	21.01
3.17	0.125	02:30		426.6	22.05	2.16		411.0	21.24	2.08		300.4	15.52	1.52	
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	506.0	26.15	2.56		487.5	25.19	2.47		381.4	19.71	1.93	
5.08	0.200	04:00		645.5	33.36	3.27	32.85	631.0	32.61	3.20	30.92	542.5	28.04	2.75	29.47
6.35	0.250	05:00		779.6	40.29	3.95		736.0	38.04	3.73		671.8	34.72	3.40	
7.62	0.300	06:00		890.6	46.03	4.51		829.1	42.85	4.20		775.9	40.10	3.93	
8.89	0.350	07:00		980.6	50.68	4.97		897.0	46.36	4.55		857.7	44.33	4.35	
11.43	0.450	09:00		1069.6	55.28	5.42		954.0	49.30	4.82		909.1	48.22	4.73	
12.70	0.500	10:00		1265.0	65.37	6.41		1101.3	56.91	5.58		1073.1	54.94	5.40	

OBSERVACIONES : LAS MEDIDAS Y DATOS FUERON CONFECCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

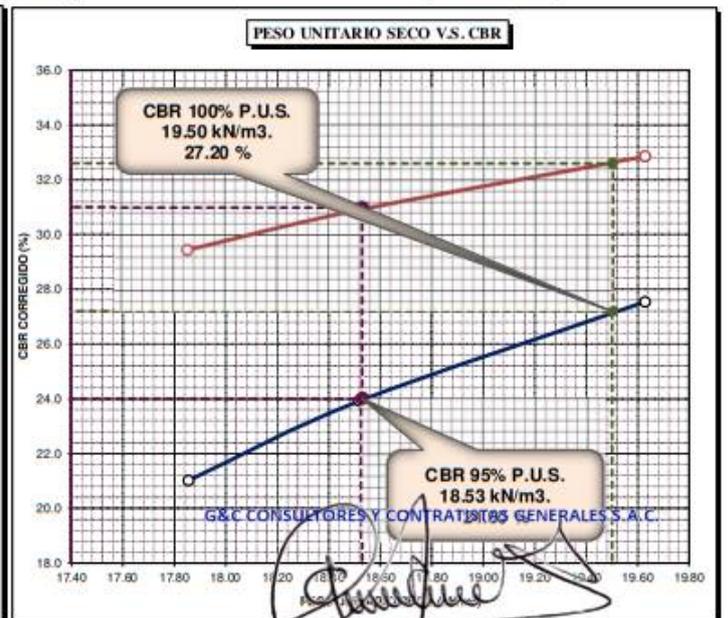
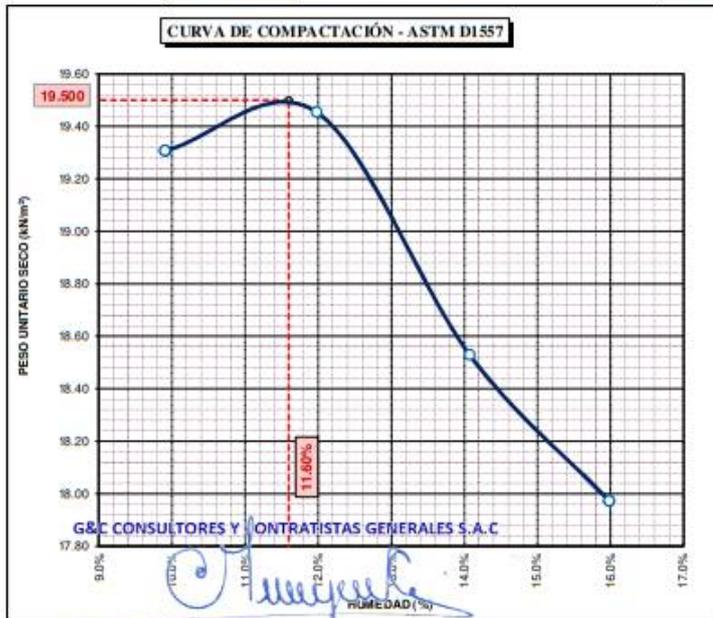
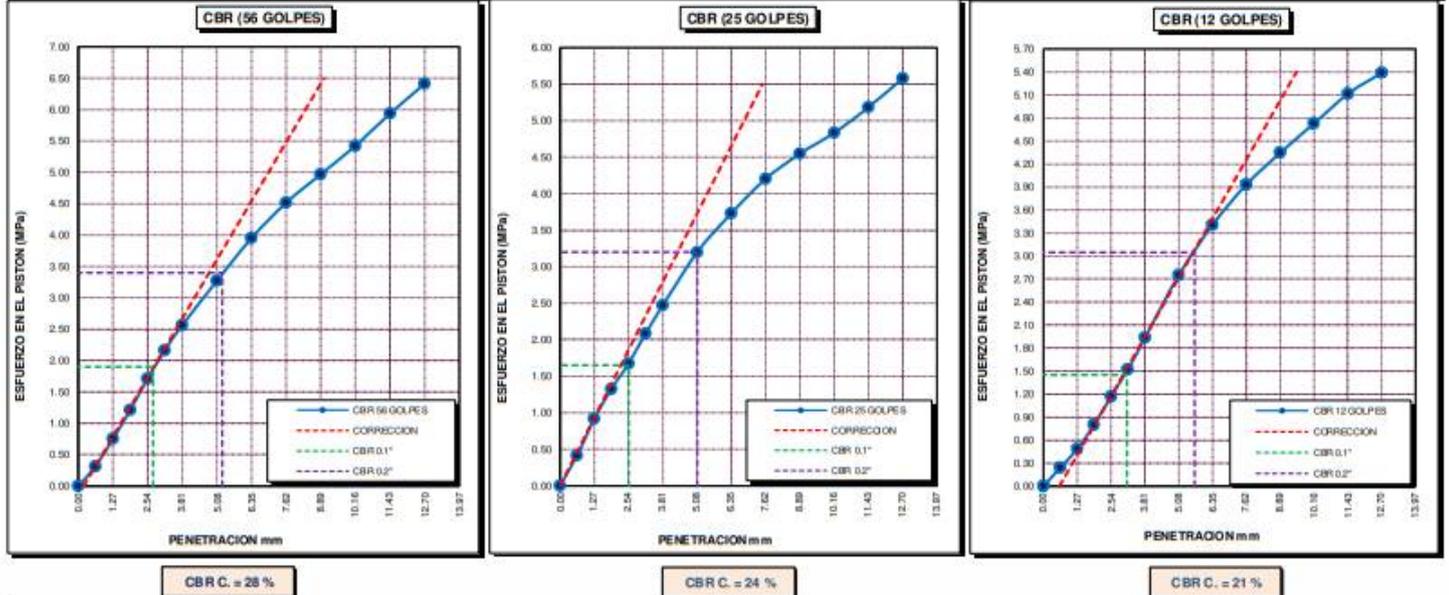
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-36-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.35% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.50 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.53 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	27.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	32.60 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	24.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	31.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Bach. I.C. MARY CARMEN MAMANI GONZALEZ, Bach. I.C. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES, JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310, CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.40% aceite
sulfonado + 0.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

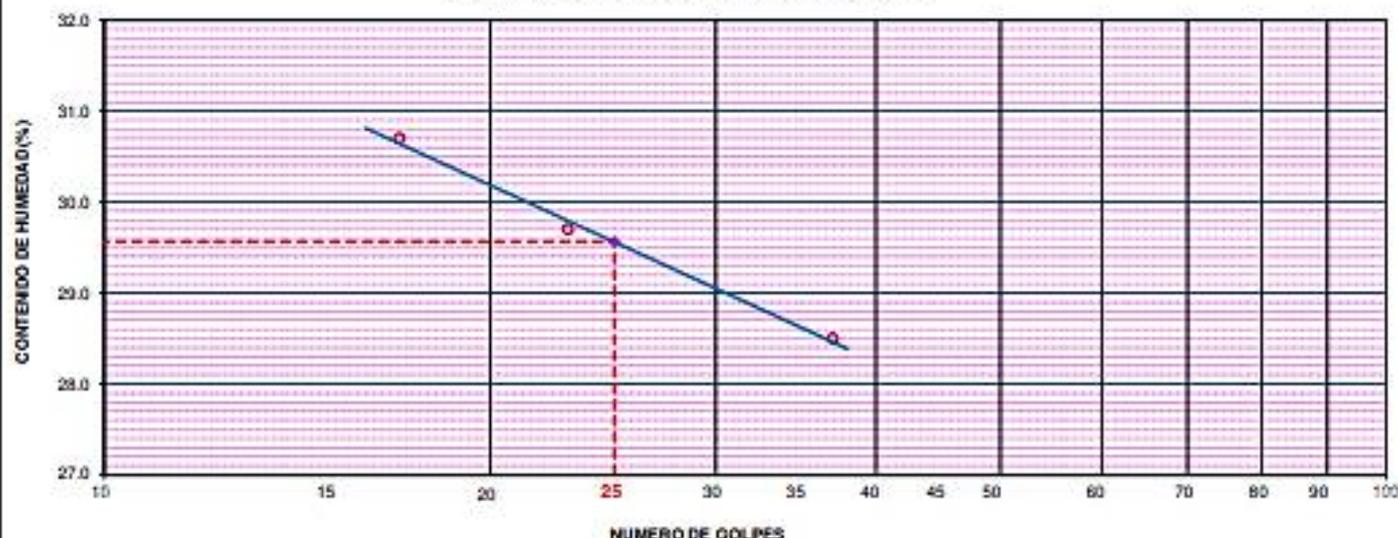
TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC-JML-CPM-07/22-37-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 19	LC - 20	LC - 21	
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47	47.34	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.18	60.77	61.57	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.30	57.27	58.41	
MASA DE AGUA	[g]	3.88	3.50	3.16	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.64	11.8	11.07	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.7	29.7	28.5	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	23	37	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 22	LC - 23	LC - 24	
MASA DE LA TARA	[g]	43.07	48.17	45.8	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	46.59	51.38	49.32	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	45.94	50.78	48.67	
MASA DE AGUA	[g]	0.65	0.60	0.65	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.87	2.61	2.87	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.6	23.0	22.6	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30.00
LÍMITE PLÁSTICO	23.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.00

Bach. I. C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47134316

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON CONSERVADAS EN BOLSAS PLÁSTICAS POR EL RESPONSALE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
SITE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°: T-UC_JML-CPM-07/22-37-G&C
		Fecha: 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.40% CON-AID + 0.5% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850		
TEMPERATURA	: AMBIENTE		
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

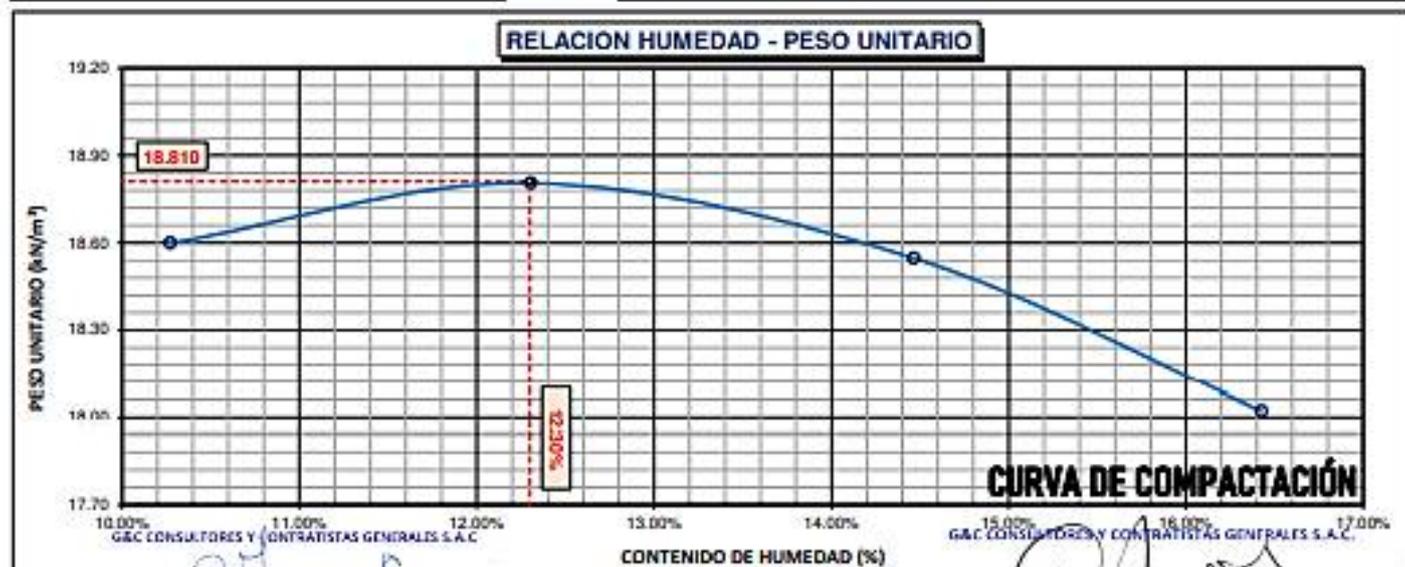
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO (Método C)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2135 cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13328	13461	13485	13431
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4464	4597	4621	4567
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.091	2.154	2.165	2.139

Capsula No	No	TP-81	TP-82	TP-83	TP-84
Masa de la Capsula	[g]	91.92	84.73	89.94	88.26
Suelo Humedo + Capsula	[g]	576.41	542.49	508.55	515.25
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	531.28	492.33	455.64	455.00
Masa del Agua	[g]	45.13	50.16	52.91	60.25
Masa del Suelo Seco	[g]	439.36	407.60	365.70	366.74
Humedad (%)	%	10.27%	12.31%	14.47%	16.43%
Promedio de Humedad (%)	%	10.27%	12.31%	14.47%	16.43%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.896	1.918	1.891	1.838
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.60	18.80	18.55	18.02

PROCTOR MODIFICADO	ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	1.918 gr/cc	18.810 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	12.30 %	12.30 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. LICHARRY CARMEN YANA CONDORY
TECNICO ESPECIALISTA LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIR: 4716118

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DIR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-37-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 18.81 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.30 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-16		N-16		Q-16	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11470	11512	12079	12158	12030	12119
Masa del Molde	[g]	6802	6802	7537	7537	7697	7697
Masa del Suelo Humedo	[g]	4668	4710	4542	4621	4333	4422
Volumen del Suelo	cm ³	2116	2116	2122	2122	2124	2124
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.206	2.226	2.140	2.178	2.040	2.082
Capsula No	No	PC - 91	PC - 92	PC - 93	PC - 94	PC - 95	PC - 96
Masa de la Capsula	[g]	87.20	47.42	83.35	82.21	88.48	46.79
Suelo Humedo + Capsula	[g]	415.71	270.99	496.02	460.70	399.63	292.86
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	379.35	243.67	450.72	410.45	365.38	256.95
Masa del Agua	[g]	36.36	27.32	45.30	50.25	34.25	35.91
Masa del Suelo Seco	[g]	292.15	196.25	367.37	328.24	276.90	210.16
% de Humedad	%	12.45%	13.92%	12.33%	15.31%	12.37%	17.09%
Promedio de Humedad	%	12.45%	13.92%	12.33%	15.31%	12.37%	17.09%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.962	1.954	1.905	1.889	1.815	1.778
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.242	19.163	18.686	18.520	17.803	17.436

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	701.50	0.00	0.00	114.30	0.00	0.00	109.00	0.00	0.00
		24:00:00	704.40	0.07	0.06	116.10	0.05	0.04	110.60	0.04	0.03
		48:00:00	704.30	0.07	0.06	117.60	0.08	0.07	113.00	0.10	0.08
		72:00:00	704.60	0.08	0.06	118.80	0.11	0.09	114.50	0.14	0.11
		96:00:00	704.30	0.07	0.06	119.50	0.13	0.10	116.20	0.18	0.14

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-16				MOLDE No N-16				MOLDE No Q-16			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		54.4	2.81	0.28		82.8	4.28	0.42		13.8	0.71	0.07	
1.27	0.050	01:00		147.6	7.63	0.75		183.4	9.48	0.93		40.3	2.08	0.20	
1.90	0.075	01:30		252.4	13.04	1.28		270.4	13.97	1.37		75.6	3.91	0.38	
2.54	0.100	02:00		342.9	17.72	1.74	28.26	338.0	17.47	1.71	24.64	126.7	6.55	0.64	21.74
3.17	0.125	02:30		437.0	22.58	2.21		416.6	21.53	2.11		189.7	9.80	0.96	
3.81	0.150	03:00		523.2	27.04	2.65		496.9	25.68	2.52		260.9	13.48	1.32	
5.08	0.200	04:00		671.0	34.67	3.40	34.78	625.3	32.32	3.17	30.92	418.7	21.64	2.12	29.47
6.35	0.250	05:00		832.4	43.02	4.22		760.5	39.30	3.85		575.4	29.74	2.92	
7.62	0.300	06:00		975.9	50.44	4.95		897.4	46.38	4.55		683.5	35.32	3.46	
8.89	0.350	07:00		1135.1	58.66	5.75		1075.7	55.59	5.45		776.4	40.12	3.93	
11.43	0.450	09:00		1302.0	67.29	6.60		1245.5	64.37	6.32		950.2	48.35	4.86	
12.70	0.500	10:00		1601.5	82.76	8.12		1577.6	81.53	8.00		1144.7	53.99	5.42	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Fecha de realización: 15-08-2022 / Versión: 2.0 / 2022

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

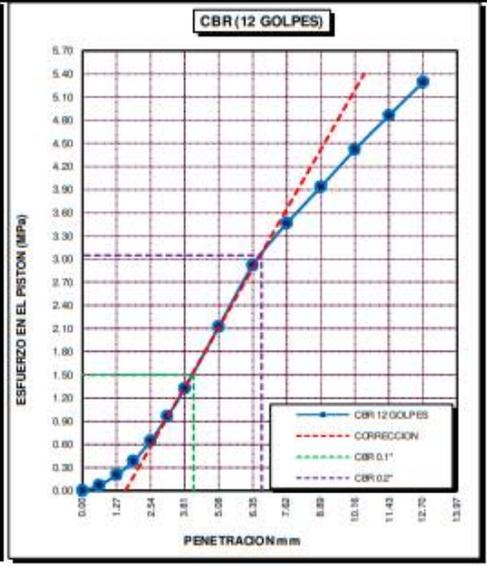
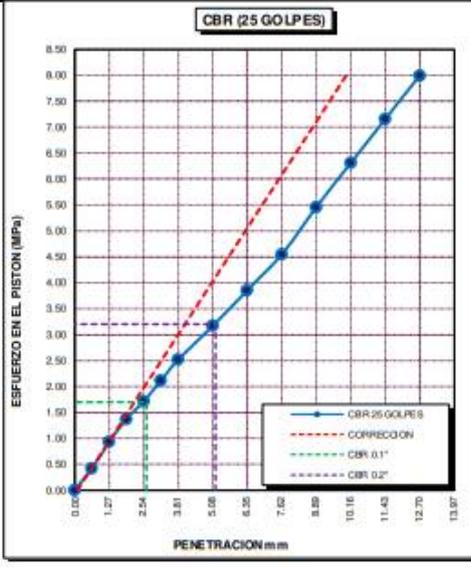
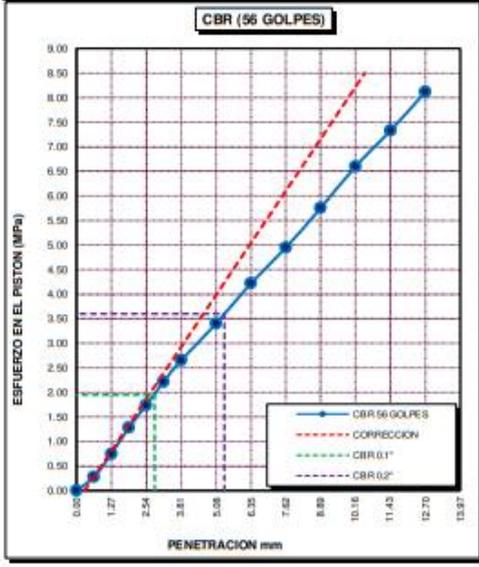
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-37-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 0.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.81 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.87 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.30 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	31.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	22.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	29.50 %

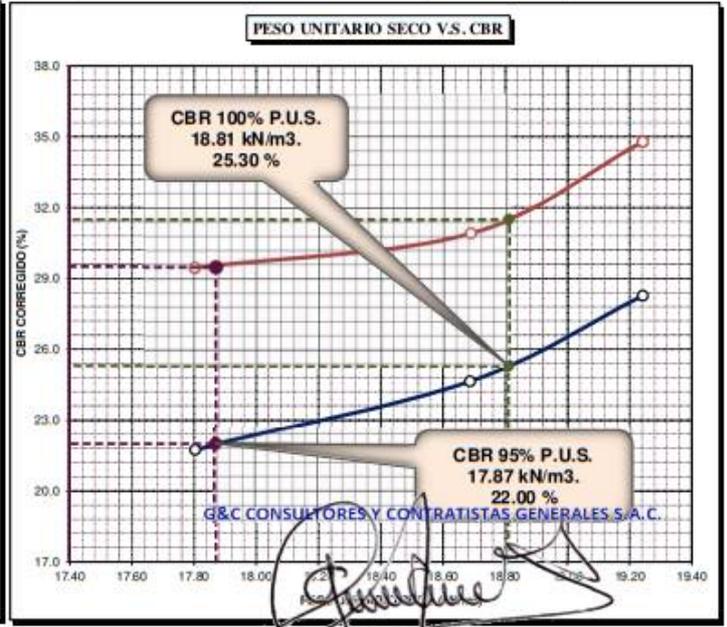
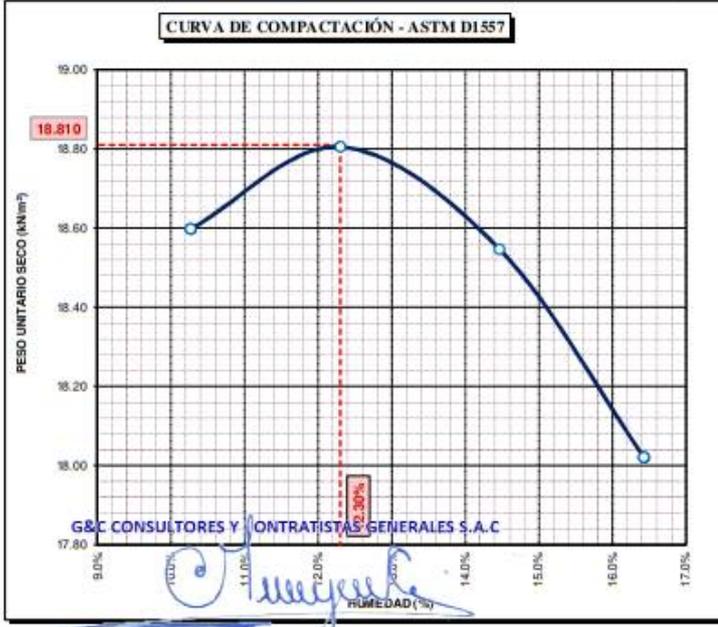
GRAFICOS



CBR C. = 28 %

CBR C. = 25 %

CBR C. = 22 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.40% aceite
sulfonado + 1.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-38-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA : AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS
MUESTRA : M - 01	CONDICION : PATRÓN + 0.40% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO	ESTE : -
PROGRESIVA : 63+850		NORTE : -
TEMPERATURA : AMBIENTE		COTA : -

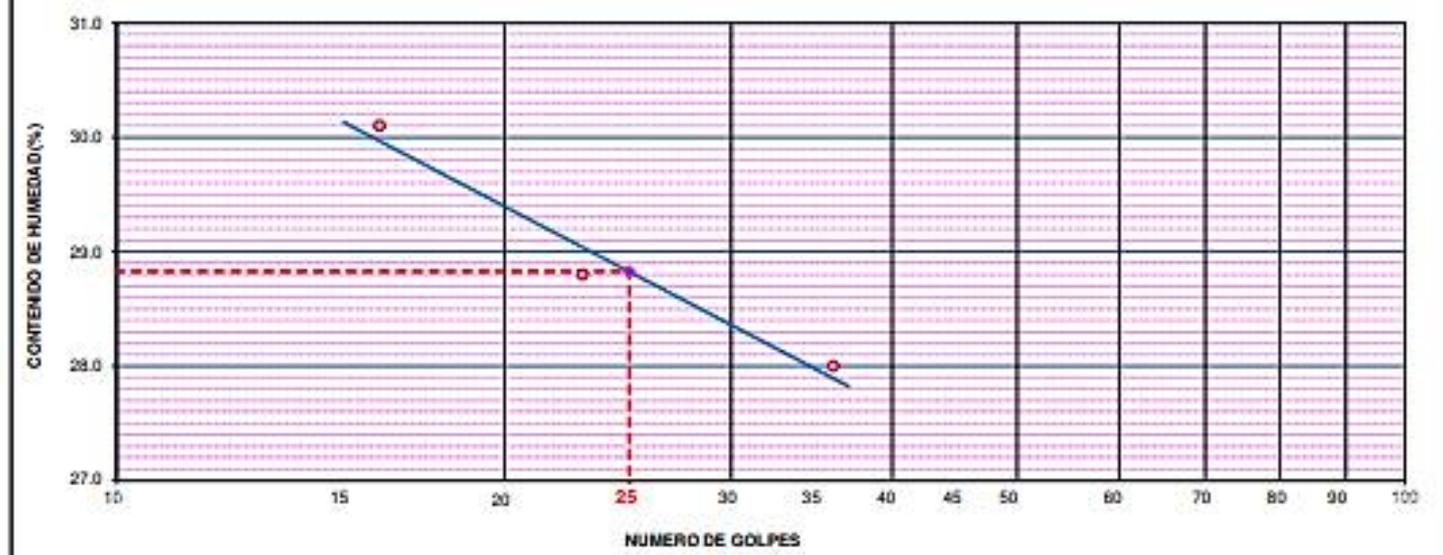
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 25	LC - 26	LC - 27
MASA DE LA TARA	[g]	42.39	48.66	46.09
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.30	67.21	64.78
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.16	63.06	60.69
MASA DE AGUA	[g]	4.14	4.15	4.09
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.77	14.4	14.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.1	28.8	28.0
NUMERO DE GOLPES	n°	16	23	36

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 28	LC - 29	LC - 30
MASA DE LA TARA	[g]	46.45	46.52	46.61
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.01	49.82	49.10
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.55	49.22	48.66
MASA DE AGUA	[g]	0.46	0.60	0.44
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.10	2.70	2.05
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.9	22.2	21.5

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	29.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS Y ENSAYADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-38-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION :	PATRÓN + 0.40% CON-AID + 1.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: (Método C)
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2135 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13307	13508	13521	13462
Masa del Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4443	4644	4657	4598
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.081	2.176	2.182	2.154

Capsula No	No	TP-85	TP-86	TP-87	TP-88
Masa de la Capsula	[g]	90.85	88.78	90.30	87.33
Suelo Humedo + Capsula	[g]	596.51	561.89	557.56	582.75
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	555.38	513.70	503.48	520.51
Masa del Agua	[g]	41.13	48.19	54.08	62.24
Masa del Suelo Seco	[g]	464.53	424.92	413.18	433.18
Humedad (%)	%	8.85%	11.34%	13.09%	14.37%
Promedio de Humedad (%)	%	8.85%	11.34%	13.09%	14.37%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.912	1.954	1.929	1.883
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.75	19.16	18.92	18.47

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.955 gr/cc	: 19.170 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.50 %	: 11.50 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESTIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-38-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)		COORDENADAS
			ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.17 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.50 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-17	N-17	Q-17	
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11318	11346	12479	12552	12225	12394
Masa del Molde	[g]	6642	6642	7972	7972	8126	8126
Masa del Suelo Humedo	[g]	4676	4704	4507	4580	4099	4268
Volumen del Suelo	cm ³	2129	2129	2125	2125	2003	2003
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.197	2.210	2.121	2.155	2.047	2.131

Capsula No	No	PC - 97	PC - 98	PC - 99	PC - 100	PC - 101	PC - 102
Masa de la Capsula	[g]	81.61	63.81	85.05	84.96	81.53	45.15
Suelo Humedo + Capsula	[g]	354.72	335.75	564.03	532.28	377.04	264.12
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	326.15	304.08	514.82	475.80	346.35	233.14
Masa del Agua	[g]	28.57	31.67	49.21	56.48	30.69	30.98
Masa del Suelo Seco	[g]	244.54	240.27	429.77	390.84	264.82	187.99
% de Humedad	%	11.68%	13.18%	11.45%	14.45%	11.59%	16.48%
Promedio de Humedad	%	11.68%	13.18%	11.45%	14.45%	11.59%	16.48%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.967	1.953	1.903	1.883	1.834	1.829
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.289	19.148	18.662	18.467	17.985	17.940

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	398.20	0.00	0.00	12.60	0.00	0.00	685.00	0.00	0.00
		24:00:00	403.90	0.14	0.11	16.10	0.09	0.07	689.50	0.11	0.09
		48:00:00	402.00	0.10	0.08	17.30	0.12	0.09	690.10	0.13	0.10
		72:00:00	402.50	0.11	0.09	18.50	0.15	0.12	689.90	0.12	0.10
		96:00:00	402.00	0.10	0.08	18.10	0.14	0.11	690.50	0.14	0.11

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-17				MOLDE No N-17				MOLDE No Q-17			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		49.5	2.56	0.25	74.5	3.85	0.38	41.6	2.15	0.21			
1.27	0.050	01:00		125.6	6.49	0.64	167.5	8.66	0.85	105.1	5.43	0.53			
1.90	0.075	01:30		209.8	10.84	1.06	240.5	12.43	1.22	178.5	9.22	0.90			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	294.1	15.20	1.49	33.33	310.0	16.02	1.57	23.91	272.1	14.06	1.38	26.09
3.17	0.125	02:30		391.6	20.24	1.98	379.5	19.61	1.92	353.2	18.25	1.79			
3.81	0.150	03:00	105.46 / 10.35	504.4	26.07	2.56	445.0	23.00	2.26	420.8	21.75	2.13			
5.08	0.200	04:00		735.7	38.02	3.73	43.48	580.5	30.00	2.94	29.47	538.0	27.80	2.73	28.99
6.35	0.250	05:00		916.3	47.35	4.64	699.0	36.12	3.54	638.4	32.99	3.24			
7.62	0.300	06:00		1099.3	56.81	5.57	797.0	41.19	4.04	745.6	38.53	3.78			
8.89	0.350	07:00		1263.5	65.30	6.40	900.5	46.54	4.56	826.6	42.67	4.18			
11.43	0.450	09:00		1392.6	71.97	7.06	987.5	51.93	5.00	987.5	46.84	4.50			
12.70	0.500	10:00		1667.3	86.17	8.45	1120.1	57.89	5.68	1076.1	54.06	5.29			

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON CONFECCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

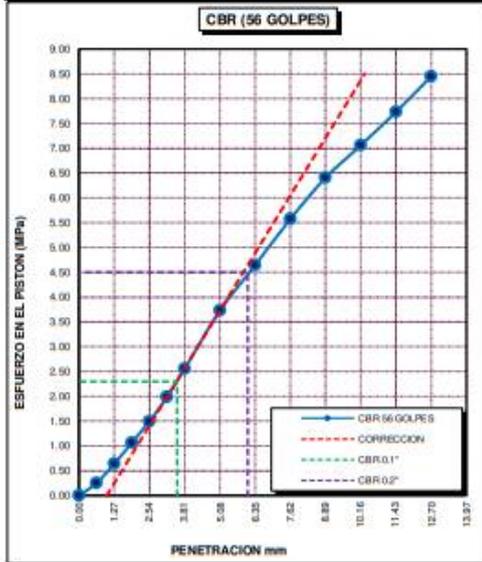
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-38-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 1.0% CLORURO DE CALCIO
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

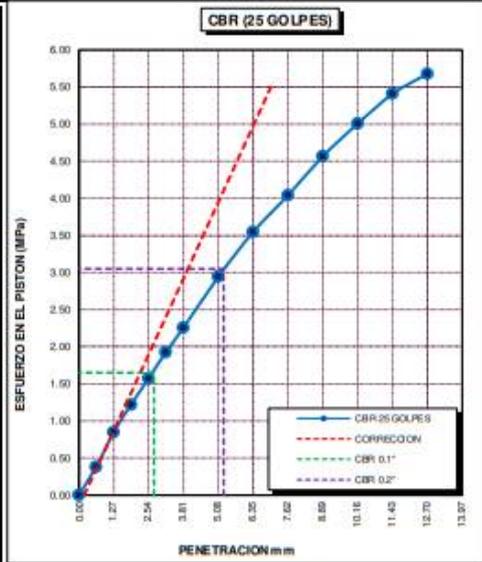
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.17 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.21 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	31.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	40.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	25.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	28.50 %

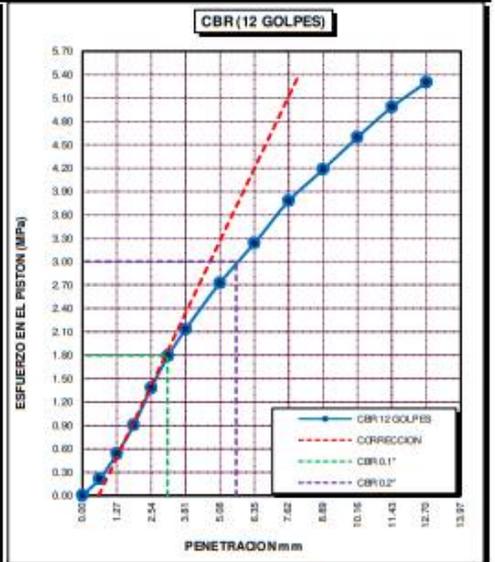
GRAFICOS



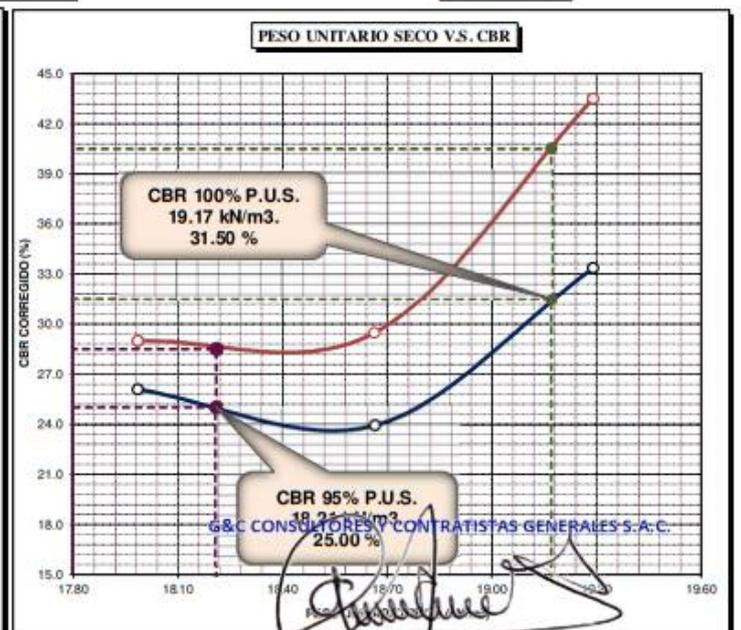
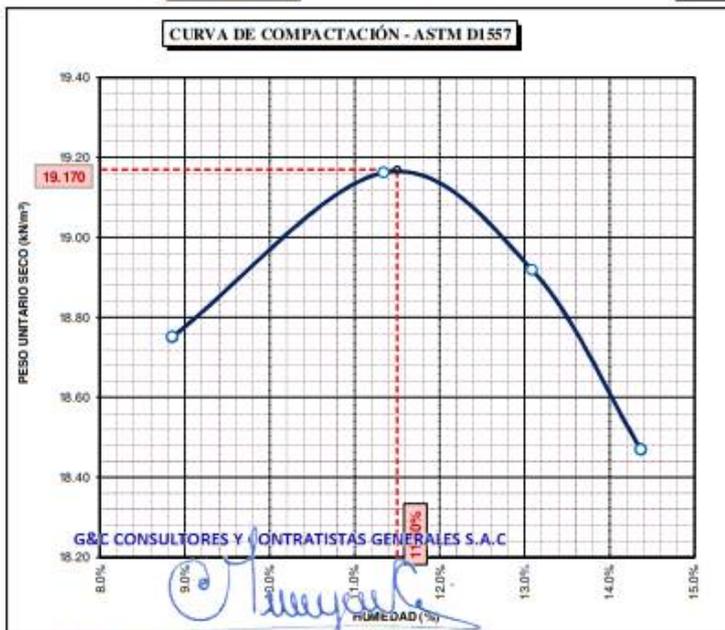
CBR C. = 33 %



CBR C. = 24 %



CBR C. = 26 %



Adición de muestra patrón + 0.40% aceite
sulfonado + 1.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-39-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		COORDENADAS
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	ESTE :
MUESTRA	: M - 01	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO -	NORTE :
PROGRESIVA	: 63+850	Bach. CRISTIAN ALBER PARJ MAMANI	COTA :
TEMPERATURA	: AMBIENTE	CONDICION :	
		PATRÓN + 0.40% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO	

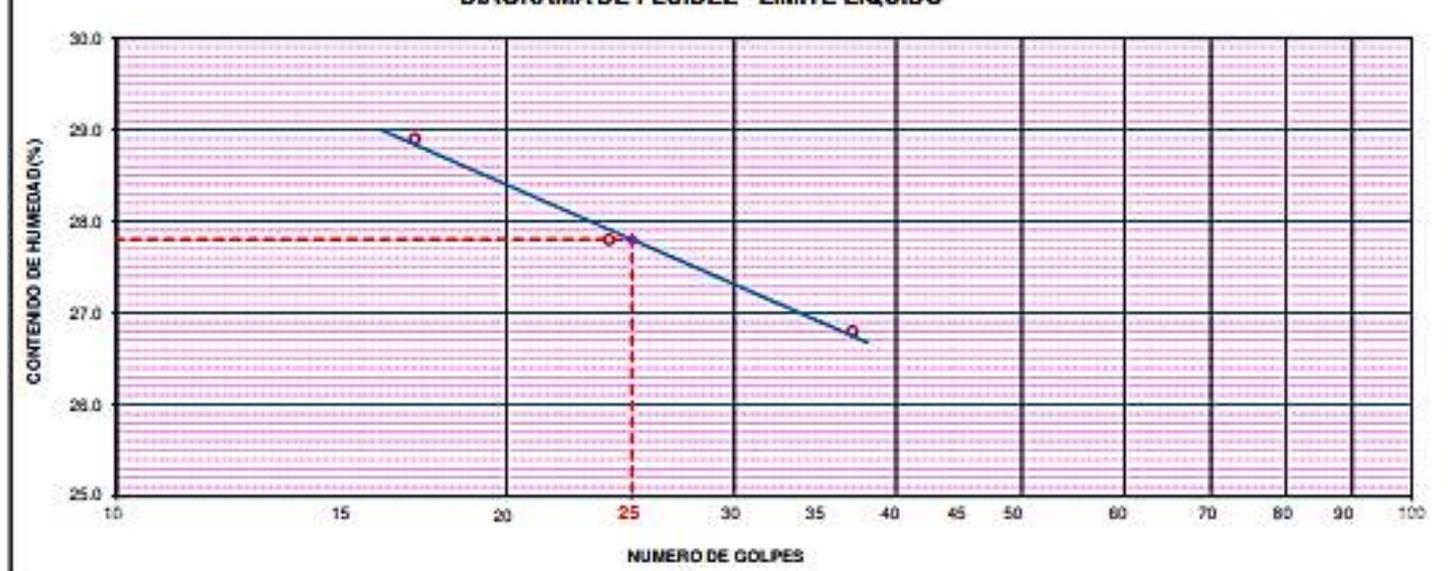
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33
MASA DE LA TARA	(g)	47.18	46.82	48.69
MASA TARA + SUELO HUMEDO	(g)	65.33	60.12	64.46
MASA TARA + SUELO SECO	(g)	61.26	57.23	61.13
MASA DE AGUA	(g)	4.07	2.89	3.33
MASA DEL SUELO SECO	(g)	14.08	10.41	12.44
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.9	27.8	26.8
NUMERO DE GOLPES	n°	17	24	37

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 34	LC - 35	LC - 36
MASA DE LA TARA	(g)	46.46	46.24	46.2
MASA TARA + SUELO HUMEDO	(g)	49.38	49.40	49.27
MASA TARA + SUELO SECO	(g)	48.87	48.84	48.73
MASA DE AGUA	(g)	0.51	0.56	0.54
MASA DEL SUELO SECO	(g)	2.41	2.60	2.53
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.2	21.5	21.3

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	28.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.00

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CÓNDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47153110

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PREPARADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-39-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	COORDENADAS ESTE - NORTE - COTA -
PROGRESIVA	: 63+850	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	
		CONDICION : PATRÓN + 0.40% CON-AID + 1.5% CLORURO DE CALCIO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4": 20.29 %	METODO DE ENSAYO (Método C)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8": 37.75 %	No DE CAPAS 5
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4: 46.72 %	GOLPES POR CAPA REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2135 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,862 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13360	13500	13540	13440
Masa del Molde	[g]	8862	8862	8862	8862
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4498	4638	4678	4578
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.107	2.173	2.191	2.145

Capsula No	No	TP-89	TP-90	TP-91	TP-92
Masa de la Capsula	[g]	90.47	87.96	89.70	87.12
Suelo Humedo + Capsula	[g]	562.17	573.32	522.40	528.70
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	523.62	525.36	472.73	471.41
Masa del Agua	[g]	38.55	47.96	49.67	57.29
Masa del Suelo Seco	[g]	433.15	437.40	383.03	384.29
Humedad (%)	%	8.90%	10.95%	12.97%	14.91%
Promedio de Humedad (%)	%	8.90%	10.95%	12.97%	14.91%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.935	1.958	1.940	1.866
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.98	19.20	19.02	18.30

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.959 gr/cc	: 19.210 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.20 %	: 11.20 %



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE [Signature]

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-39-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)		
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO			
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	METODO DE ENSAYO	: [Método C]	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.21 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO	: Manual
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.20 %	MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-18		N-18		Q-18	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13231	13268	12300	12385	11530	11632
Masa del Molde	[g]	8540	8540	7781	7781	7175	7175
Masa del Suelo Humedo	[g]	4691	4728	4519	4604	4355	4457
Volumen del Suelo	cm ³	2116	2116	2139	2139	2122	2122
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.217	2.235	2.113	2.152	2.052	2.100
Capsula No	No	PC - 103	PC - 104	PC - 105	PC - 106	PC - 107	PC - 108
Masa de la Capsula	[g]	80.89	51.30	83.65	83.09	91.95	46.30
Suelo Humedo + Capsula	[g]	367.58	282.32	440.98	512.86	395.72	258.95
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	338.32	256.64	404.82	459.72	365.06	230.57
Masa del Agua	[g]	29.26	25.68	36.16	53.14	30.66	28.38
Masa del Suelo Seco	[g]	257.43	205.34	321.17	376.63	273.11	184.27
% de Humedad	%	11.37%	12.51%	11.26%	14.11%	11.23%	15.40%
Promedio de Humedad	%	11.37%	12.51%	11.26%	14.11%	11.23%	15.40%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.991	1.986	1.899	1.886	1.845	1.820
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.526	19.481	18.622	18.498	18.094	17.848

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	5.40	0.00	0.00	201.00	0.00	0.00	571.10	0.00	0.00
		24:00:00	9.00	0.09	0.07	210.30	0.24	0.19	582.00	0.28	0.22
		48:00:00	11.00	0.14	0.11	208.50	0.19	0.15	580.10	0.23	0.18
		72:00:00	10.00	0.12	0.09	209.60	0.22	0.17	579.20	0.21	0.16
		96:00:00	11.10	0.14	0.11	210.00	0.23	0.18	581.50	0.26	0.21

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-18				MOLDE No N-18				MOLDE No Q-18			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	140.0	7.24	0.71		74.4	3.84	0.38		39.8	2.06	0.20		
1.27	0.050	01:00	259.3	13.40	1.31		168.6	8.71	0.85		79.7	4.12	0.40		
1.90	0.075	01:30	359.4	18.57	1.82		247.8	12.81	1.26		131.6	6.80	0.67		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	444.2	22.96	2.25	31.88	319.6	16.51	1.62	24.64	180.2	9.31	0.91	19.57
3.17	0.125	02:30		528.4	27.31	2.68		384.0	19.84	1.95		238.1	12.30	1.21	
3.81	0.150	03:00		602.5	31.14	3.05		451.2	23.32	2.29		295.7	15.28	1.50	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	730.1	37.73	3.70	35.27	583.2	30.14	2.96	28.99	433.4	22.40	2.20	26.57
6.35	0.250	05:00		839.6	43.39	4.26		699.0	36.12	3.54		571.9	29.56	2.90	
7.62	0.300	06:00		940.9	48.63	4.77		796.2	41.15	4.04		692.4	35.78	3.51	
8.89	0.350	07:00		1030.9	53.28	5.22		871.8	45.05	4.42		821.9	42.11	4.13	
11.43	0.450	09:00		1107.6	57.24	5.61		957.0	49.46	4.85		933.4	48.24	4.73	
12.70	0.500	10:00		1179.0	60.93	5.98		1040.3	53.76	5.27		1072.1	54.24	5.23	
				1253.6	64.79	6.35		1163.5	60.13	5.90		1100.0	57.36	5.59	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Certificado de calificación N° 0-22-1200 con fecha 29/02/2020

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

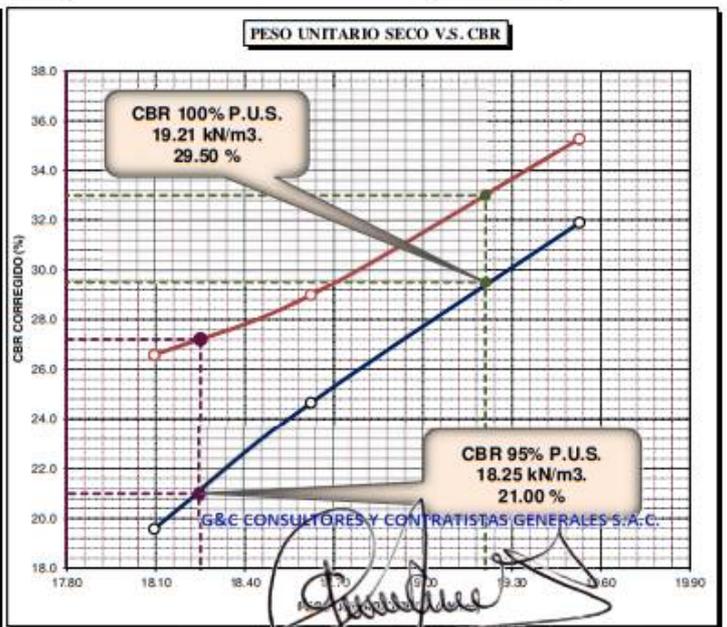
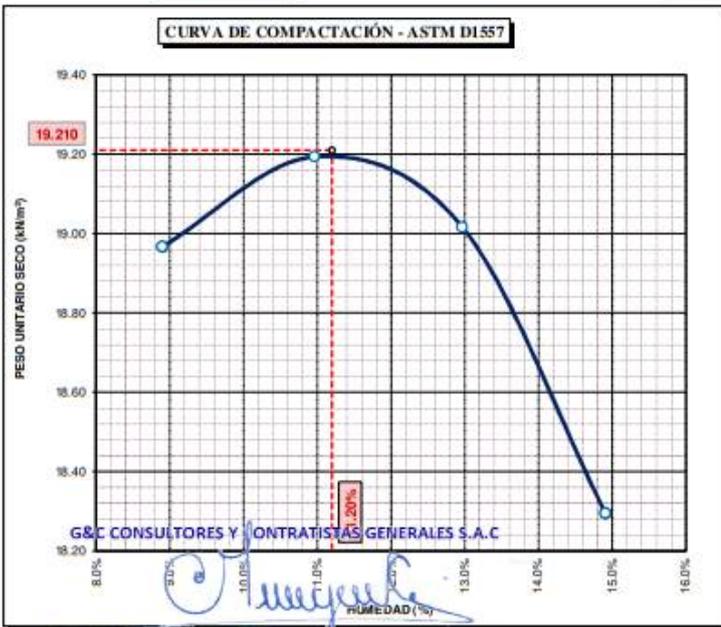
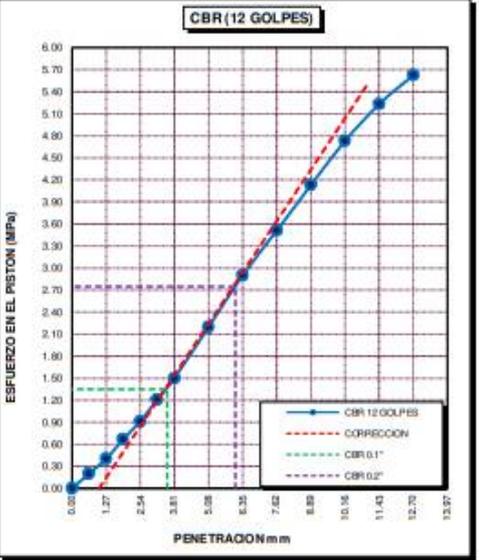
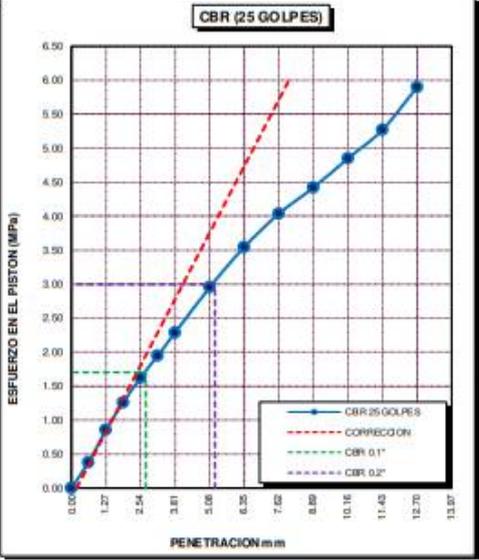
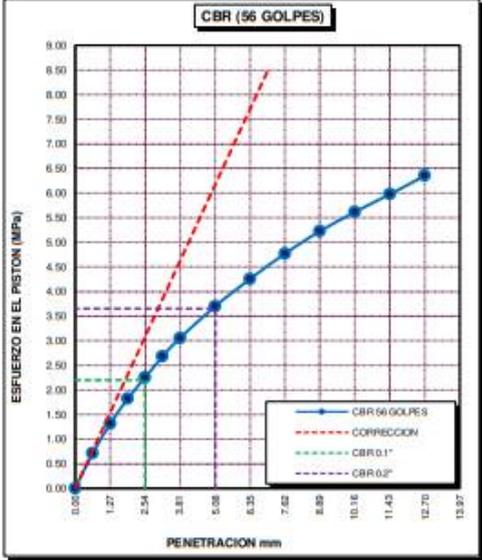
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-39-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 1.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-2-4 (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.21 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.25 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	29.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	33.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	21.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	27.20 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR, Librición N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA, JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES, CIP: 209176

Adición de muestra patrón + 0.40% aceite
sulfonado + 2.0% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

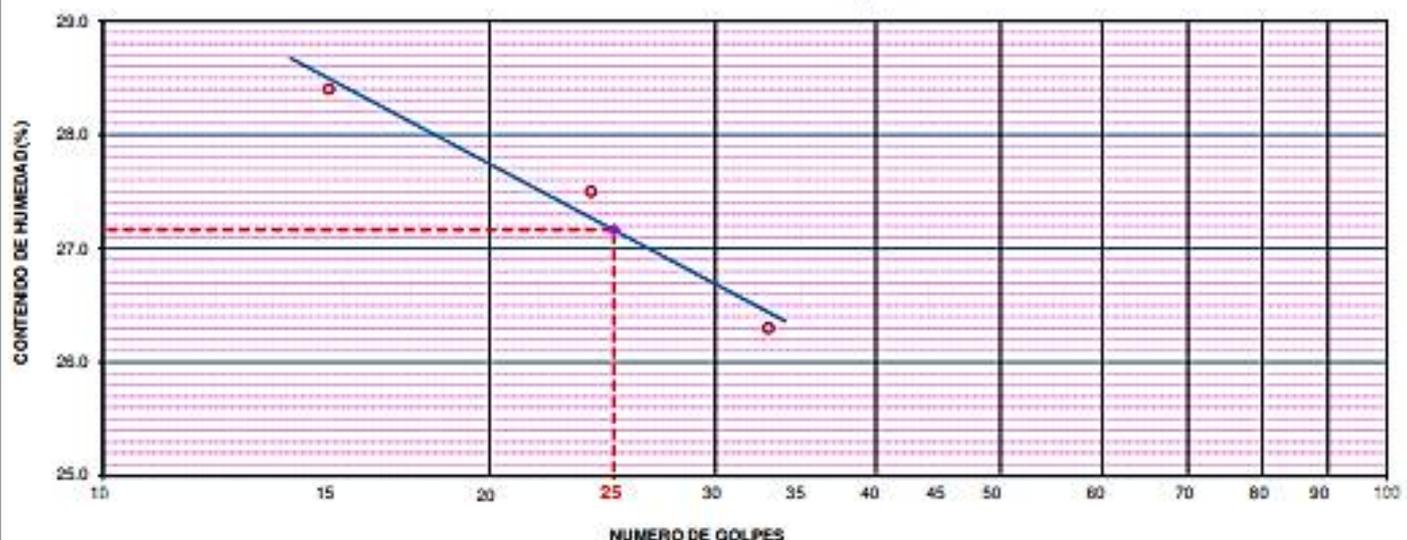
TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC-JML-CPM-07/22-40-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	
TEMPERATURA	: AMBIENTE	ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 37	LC - 38	LC - 39	
MASA DE LA TARA	[g]	46.54	46.81	48.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.69	64.72	67.53	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.34	60.86	63.59	
MASA DE AGUA	[g]	3.35	3.86	3.94	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.8	14.05	14.98	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	28.4	27.5	26.3	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	24	33	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 40	LC - 41	LC - 42	
MASA DE LA TARA	[g]	48.58	46.71	47.02	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.06	49.63	50.65	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.45	49.12	50.03	
MASA DE AGUA	[g]	0.61	0.51	0.62	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.87	2.41	3.01	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.3	21.2	20.6	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	27.00
LÍMITE PLÁSTICO	21.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	6.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS SON CONSERVADAS EN BOLSAS PLÁSTICAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N° : T-UC_JML-CPM-07/22-40-G&C
		Fecha : 14 de Julio del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: C - 01	CONDICION	PATRÓN + 0.40% CON-AID + 2.0% CLORURO DE CALCIO
PROGRESIVA	: 63+850	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
TEMPERATURA	: AMBIENTE		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limosa con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 46.72 %
		METODO DE ENSAYO	: [Método C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: REVISAR

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2135 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 8,862 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	13390	13551	13500	13420
Masa del Molde	[g]	8862	8862	8862	8862
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4528	4689	4638	4558
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.121	2.197	2.173	2.135

Capsula No	No	TP-93	TP-94	TP-95	TP-96
Masa de la Capsula	[g]	88.94	90.30	89.68	87.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	539.63	548.55	525.94	502.42
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	501.51	502.05	473.38	446.77
Masa del Agua	[g]	38.12	46.50	52.56	55.65
Masa del Suelo Seco	[g]	412.57	411.75	383.70	359.31
Humedad (%)	%	9.24%	11.29%	13.70%	15.49%
Promedio de Humedad (%)	%	9.24%	11.29%	13.70%	15.49%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.942	1.974	1.911	1.849
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.04	19.36	18.74	18.13

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 1.974 gr/cc	: 19.360 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.10 %	: 11.10 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL AFIRMADO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. LIDMARRY CARMEN YANA CONDORY
COORDINADORA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 4216110

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESTIS	*INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022*	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-40-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICIÓN	: PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.36 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.10 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-19		N-19		Q-19	
NUMERO DE CAPAS	n°	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56		25		12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1		1		1	
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1		1		1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	11980	12006	12135	12216	11120	11291
Masa del Molde	[g]	7122	7122	7627	7627	6827	6827
Masa del Suelo Humedo	[g]	4858	4884	4508	4589	4293	4464
Volumen del Suelo	cm ³	2147	2147	2112	2112	2126	2126
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.263	2.275	2.134	2.173	2.019	2.100
Capsula No	No	PC - 109	PC - 110	PC - 111	PC - 112	PC - 113	PC - 114
Masa de la Capsula	[g]	87.15	47.36	82.05	85.96	89.67	45.84
Suelo Humedo + Capsula	[g]	409.06	256.20	535.26	565.31	423.36	260.53
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	376.95	232.66	489.98	506.04	389.96	231.14
Masa del Agua	[g]	32.11	23.54	45.28	59.27	33.40	29.39
Masa del Suelo Seco	[g]	289.80	185.30	407.93	420.08	300.29	185.30
% de Humedad	%	11.08%	12.70%	11.10%	14.11%	11.12%	15.86%
Promedio de Humedad	%	11.08%	12.70%	11.10%	14.11%	11.12%	15.86%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.037	2.019	1.921	1.904	1.817	1.812
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.977	19.795	18.841	18.673	17.820	17.772

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	53.60	0.00	0.00	546.20	0.00	0.00	732.40	0.00	0.00
		24:00:00	54.70	0.03	0.02	549.30	0.08	0.06	740.90	0.22	0.17
		48:00:00	55.00	0.04	0.03	553.10	0.18	0.14	741.20	0.22	0.18
		72:00:00	55.20	0.04	0.03	551.30	0.13	0.10	739.10	0.17	0.13
		96:00:00	57.10	0.09	0.07	552.30	0.15	0.12	740.50	0.21	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-19				MOLDE No N-19				MOLDE No Q-19			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	61.0	3.15	0.31		86.0	4.44	0.44		26.2	1.36	0.13		
1.27	0.050	01:00	151.0	7.81	0.77		198.0	10.23	1.00		50.4	2.60	0.26		
1.90	0.075	01:30	248.0	12.82	1.26		284.0	14.68	1.44		76.6	3.96	0.39		
2.54	0.100	02:00	345.8	17.87	1.75	28.99	360.0	18.60	1.82	26.09	107.2	5.54	0.54	13.33	
3.17	0.125	02:30	442.2	22.85	2.24		448.0	23.15	2.27		139.4	7.20	0.71		
3.81	0.150	03:00	533.6	27.58	2.70		528.0	27.29	2.68		172.8	8.93	0.88		
5.08	0.200	04:00	705.1	36.44	3.57	36.23	694.0	35.87	3.52	33.82	253.8	13.11	1.29	17.39	
6.35	0.250	05:00	871.2	45.02	4.42		818.0	42.27	4.15		341.8	17.66	1.73		
7.62	0.300	06:00	1011.0	52.25	5.12		937.0	48.42	4.75		438.6	22.66	2.22		
8.89	0.350	07:00	1152.2	59.54	5.84		1051.0	54.32	5.33		522.6	27.53	2.70		
11.43	0.450	09:00	1264.2	65.33	6.41		1134.0	58.60	5.75		628.0	32.45	3.16		
12.70	0.500	10:00	1369.8	70.79	6.94		1179.2	60.94	5.96		727.5	36.85	3.65		
			1480.2	76.49	7.50		1224.6	63.29	6.21		830.0	41.76	4.14		

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 Controlada por el personal de G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-40-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

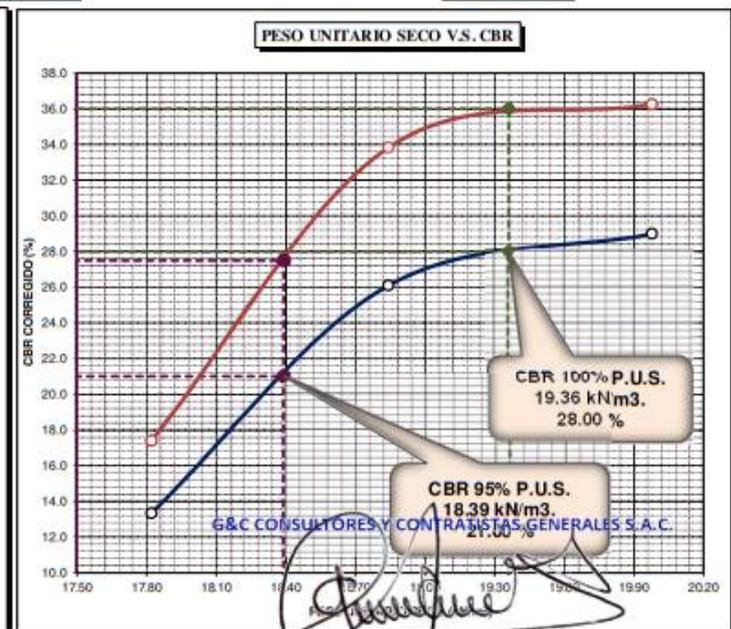
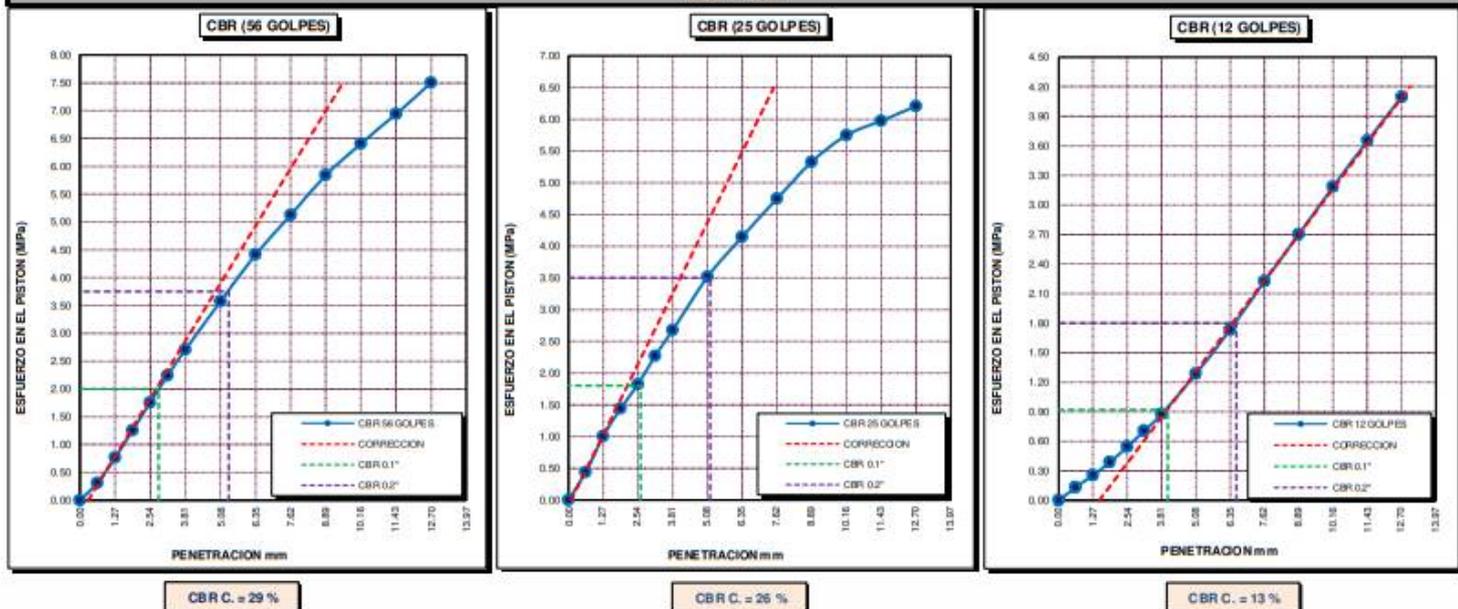
DATOS GENERALES

UBICACIÓN : CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI	COORDENADAS	
PROCEDENCIA : AFIRMADO		ESTE -	NORTE -
MUESTRA : M - 01	CONDICION : PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 2.0% CLORURO DE CALCIO		
TEMPERATURA : CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)			

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : GC - GM	NORMA : ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO : 19.36 kN/m ³	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO : [Método C]	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 18.39 kN/m ³	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.10 %	

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	28.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	36.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	21.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	27.50 %

GRAFICOS



OBSERVACION: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YMA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Calibrado de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

Adición de muestra patrón + 0.40% aceite
sulfonado + 2.5% cloruro de calcio

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

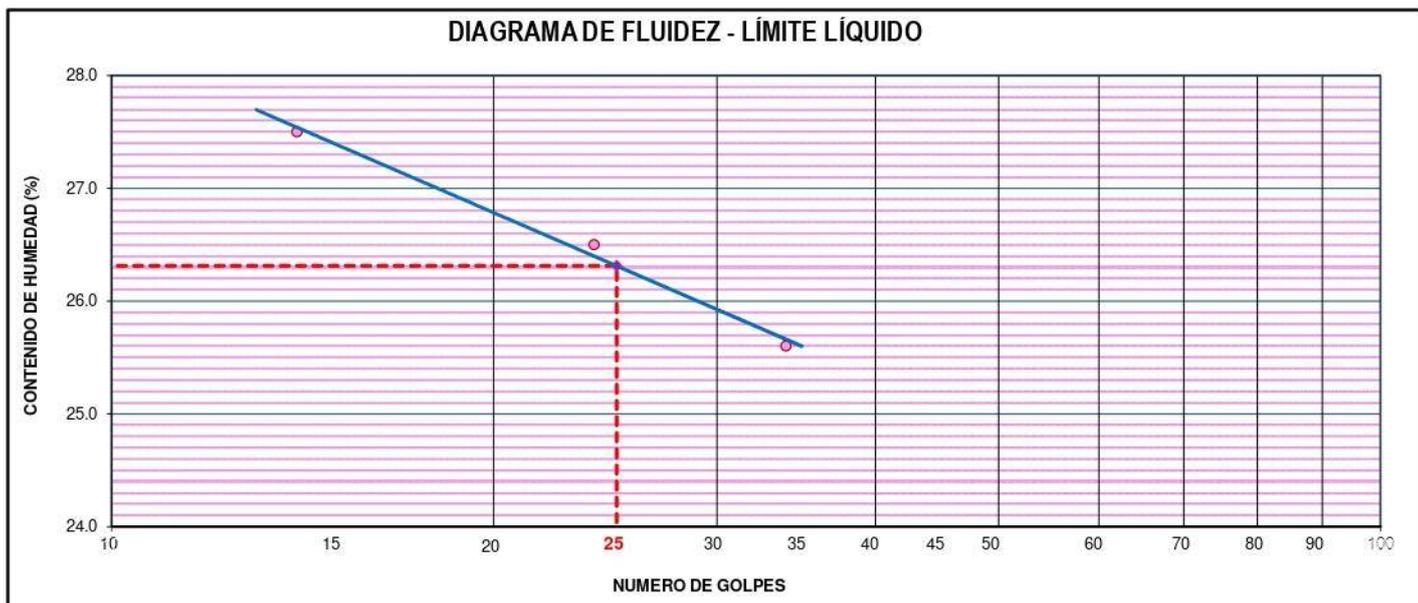
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-41-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 43	LC - 44	LC - 45	
MASA DE LA TARA	[g]	46.64	47.04	48.58	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.31	63.00	66.96	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.15	59.66	63.21	
MASA DE AGUA	[g]	3.16	3.34	3.75	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.51	12.62	14.63	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.5	26.5	25.6	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	34	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 46	LC - 47	LC - 48	
MASA DE LA TARA	[g]	46.79	46.62	46.7	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.55	49.23	49.85	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.07	48.77	49.30	
MASA DE AGUA	[g]	0.48	0.46	0.55	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.28	2.15	2.60	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21.1	21.4	21.2	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26.00
LIMITE PLASTICO	21.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-41-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE :	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION :	PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	GC - GM	% Ret. Tamiz 3/4" :	20.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-1-b (0)	% Ret. Tamiz 3/8" :	37.75 %
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Grava limo arcillosa con arena	% Ret. Tamiz N°4 :	46.72 %
		METODO DE ENSAYO	[Método C]
		No DE CAPAS	5
		GOLPES POR CAPA	56

EQUIPO EMPLEADO

MOLDE No	X - 02	VOLUMEN DEL MOLDE	2135	cm ³
MASA DEL MOLDE	8,864 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual	

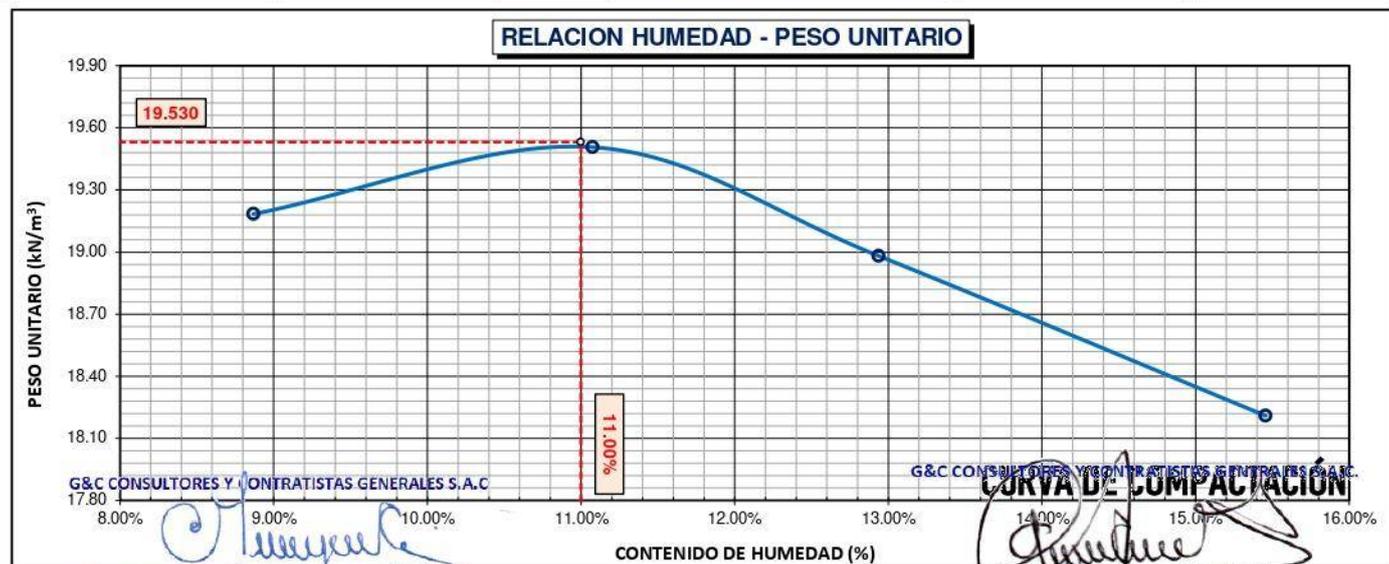
REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	[g]	13410	13580	13530	13440
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	8864	8864	8864	8864
Masa del Molde	g/cm ³	4546	4716	4666	4576
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	2.130	2.209	2.186	2.144
Densidad del Suelo Humedo					

Capsula No	No	TP-97	TP-98	TP-99	TP-100
Masa de la Capsula	[g]	89.48	89.87	86.11	89.43
Suelo Humedo + Capsula	[g]	536.35	522.61	522.97	540.90
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	499.94	479.46	472.92	480.46
Masa del Agua	[g]	36.41	43.15	50.05	60.44
Masa del Suelo Seco	[g]	410.46	389.59	386.81	391.03
Humedad (%)	%	8.87%	11.08%	12.94%	15.46%
Promedio de Humedad (%)	%	8.87%	11.08%	12.94%	15.46%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.956	1.989	1.935	1.857
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.18	19.51	18.98	18.21

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

PESO UNITARIO SECO	1.992	gr/cc	19.530	kN/m ³
HUMEDAD OPTIMA	11.00	%	11.00	%



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDOY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-08/22-41-G&C
		Fecha	: 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-35Q		
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach, CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01		
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION	: PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	PESO UNITARIO SECO	: 19.53 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	A-20		N-20		Q-20	
		NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA	NUMERO DE CAPAS	NUMERO DE GOLPES POR CAPA
	n°	5	56	5	25	5	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1	1	1	1

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12869	12888	12252	12331	11486	11534
Masa del Molde	[g]	8210	8210	7701	7701	7201	7201
Masa del Suelo Humedo	[g]	4659	4678	4551	4630	4285	4333
Volumen del Suelo	cm ³	2086	2086	2120	2120	2119	2119
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.234	2.243	2.147	2.184	2.023	2.045
Capsula No	No	PC - 115	PC - 116	PC - 117	PC - 118	PC - 119	PC - 120
Masa de la Capsula	[g]	86.71	46.64	83.65	85.91	87.04	47.30
Suelo Humedo + Capsula	[g]	473.97	271.70	532.16	460.07	387.08	304.53
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	435.12	246.06	487.93	414.24	357.08	267.58
Masa del Agua	[g]	38.85	25.64	44.23	45.83	30.00	36.95
Masa del Suelo Seco	[g]	348.41	199.42	404.28	328.33	270.04	220.28
% de Humedad	%	11.15%	12.86%	10.94%	13.96%	11.11%	16.77%
Promedio de Humedad	%	11.15%	12.86%	10.94%	13.96%	11.11%	16.77%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.010	1.988	1.935	1.916	1.820	1.751
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.710	19.491	18.976	18.794	17.851	17.176

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	10.20	0.00	0.00	412.60	0.00	0.00	258.80	0.00	0.00
		24:00:00	11.30	0.03	0.02	414.60	0.05	0.04	260.30	0.04	0.03
		48:00:00	12.60	0.06	0.05	415.90	0.08	0.07	262.30	0.09	0.07
		72:00:00	13.80	0.09	0.07	417.50	0.12	0.10	264.10	0.13	0.11
		96:00:00	14.00	0.10	0.08	417.30	0.12	0.09	265.00	0.16	0.12

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-20				MOLDE No N-20				MOLDE No Q-20			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		65.4	3.38	0.33	69.3	3.58	0.35		48.6	2.51	0.25		
1.27	0.050	01:00		151.8	7.84	0.77	154.0	7.96	0.78		79.8	4.12	0.40		
1.90	0.075	01:30		241.6	12.49	1.22	221.2	11.43	1.12		118.4	6.12	0.60		
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	328.7	16.99	1.67	26.09	280.0	14.47	1.42	21.01	162.4	8.39	0.82	20.29
3.17	0.125	02:30		412.9	21.34	2.09		346.5	17.91	1.76		213.6	11.04	1.08	
3.81	0.150	03:00		489.7	25.31	2.48		412.3	21.31	2.09		271.5	14.03	1.38	
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	635.5	32.84	3.22	32.85	514.5	26.59	2.61	25.12	401.4	20.74	2.03	26.09
6.35	0.250	05:00		766.8	39.63	3.89		611.1	31.58	3.10		534.2	27.61	2.71	
7.62	0.300	06:00		886.8	45.83	4.49		693.0	35.81	3.51		662.3	34.23	3.36	
8.89	0.350	07:00		992.6	51.30	5.03		770.0	39.79	3.90		790.2	40.84	4.00	
10.15	0.400	08:00		1112.4	57.49	5.64		860.3	44.50	4.36		830.5	46.82	4.59	
11.43	0.450	09:00		1199.9	62.01	6.08		965.4	49.89	4.89		1016.4	50.85	5.05	
12.70	0.500	10:00		1293.3	66.84	6.55		1042.4	53.87	5.28		1130.7	59.47	5.80	

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prensa de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Certificado de validación N° 12-2021 con fecha 21/12/2021

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

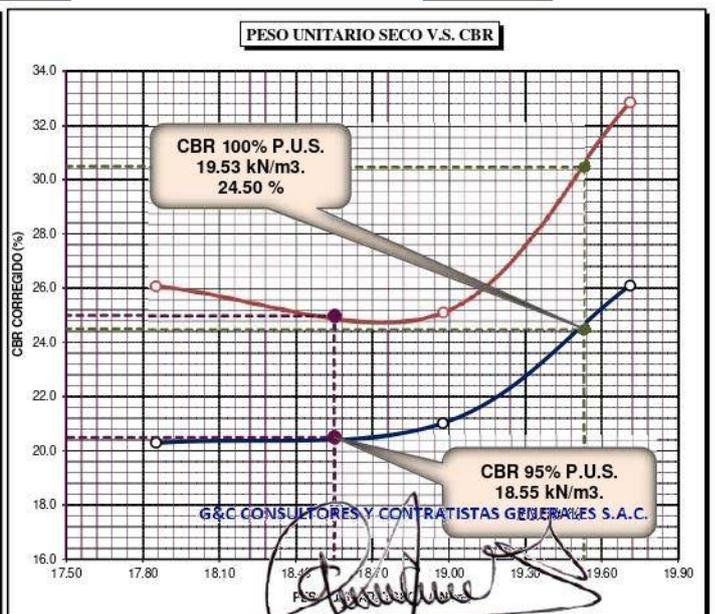
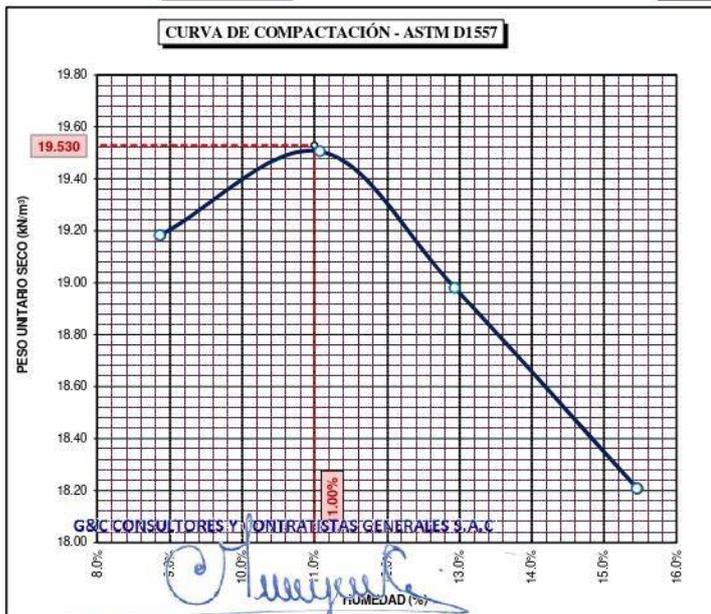
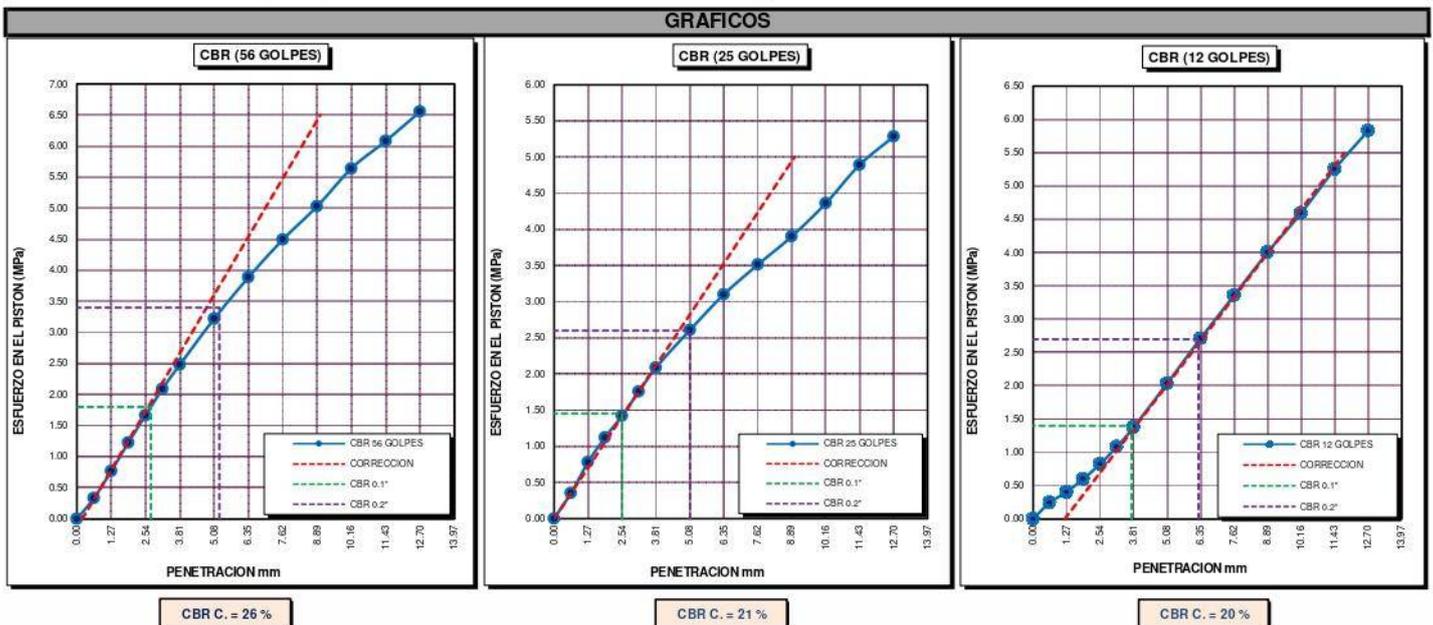
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 21)

TESIS	"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFONADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL AFIRMADO DE UNA VÍA EN ESTADO DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N° : T-UC_JML-CPM-08/22-41-G&C
		Fecha : 28 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CANTERA KM 63+850 DE LA RUTA NACIONAL PE-3SQ	
PROCEDENCIA	: AFIRMADO	SOLICITANTE : Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO - Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
MUESTRA	: M - 01	
TEMPERATURA	: CONGELAMIENTO (MENORES A 0°C)	CONDICION : PATRÓN + 0.40% ACEITE SULFONADO + 2.5% CLORURO DE CALCIO
		COORDENADAS
		ESTE -
		NORTE -
		COTA -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GC - GM	NORMA	: ASTM D1557-12(2021)
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-b (0)	METODO DE ENSAYO	: [Método C]
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava limo arcillosa con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 19.53 kN/m3
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 18.55 kN/m3
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 11.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	24.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	30.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	25.00 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. I.C. MARY CARMEN YANACOBO Alibrición N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

Anexo G. Ficha: Reporte del Control de
Temperatura – Ensayos CBR

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESIS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01-G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO
POZA	: P - 01		: Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TIEMPO	: 11D 22H 30M 0S	ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05
RANGO LEC.	: 15 min	COORDENADAS	
		ESTE	-
		NORTE	-
		COTA	-

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 0S
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	-8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	38.3 %

REGISTRO DE DATOS															
N°. LEC.	TIEMPO		TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°. LEC.	TIEMPO		TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°. LEC.	TIEMPO		TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	
	FECHA	HORA				FECHA	HORA				FECHA	HORA			
1	1/08/2022	18h : 46m : 40s	8.4	35.3	61	2/08/2022	09h : 46m : 40s	0.7	37	121	3/08/2022	00h : 46m : 40s	-0.3	65.2	
2	1/08/2022	19h : 01m : 40s	4.8	44	62	2/08/2022	10h : 01m : 40s	1.4	33.9	122	3/08/2022	01h : 01m : 40s	-0.4	66.1	
3	1/08/2022	19h : 16m : 40s	4.6	43.8	63	2/08/2022	10h : 16m : 40s	2	32.5	123	3/08/2022	01h : 16m : 40s	-0.5	66.6	
4	1/08/2022	19h : 31m : 40s	4.3	37.7	64	2/08/2022	10h : 31m : 40s	2.6	34.8	124	3/08/2022	01h : 31m : 40s	-0.6	67.2	
5	1/08/2022	19h : 46m : 40s	4	30.3	65	2/08/2022	10h : 46m : 40s	3.3	33	125	3/08/2022	01h : 46m : 40s	-0.8	67.2	
6	1/08/2022	20h : 01m : 40s	3.7	28.1	66	2/08/2022	11h : 01m : 40s	4	33.1	126	3/08/2022	02h : 01m : 40s	-1	66.5	
7	1/08/2022	20h : 16m : 40s	3.5	30.3	67	2/08/2022	11h : 16m : 40s	4.7	32.1	127	3/08/2022	02h : 16m : 40s	-1.1	64.7	
8	1/08/2022	20h : 31m : 40s	3.2	27.5	68	2/08/2022	11h : 31m : 40s	5.2	31.9	128	3/08/2022	02h : 31m : 40s	-1.3	62.3	
9	1/08/2022	20h : 46m : 40s	2.9	27.5	69	2/08/2022	11h : 46m : 40s	5.8	31.9	129	3/08/2022	02h : 46m : 40s	-1.4	61.5	
10	1/08/2022	21h : 01m : 40s	2.7	28.1	70	2/08/2022	12h : 01m : 40s	6.4	32	130	3/08/2022	03h : 01m : 40s	-1.6	61.9	
11	1/08/2022	21h : 16m : 40s	2.4	29	71	2/08/2022	12h : 16m : 40s	6.9	30.9	131	3/08/2022	03h : 16m : 40s	-1.6	56.6	
12	1/08/2022	21h : 31m : 40s	2.3	28.1	72	2/08/2022	12h : 31m : 40s	7.4	34.1	132	3/08/2022	03h : 31m : 40s	-1.9	57.9	
13	1/08/2022	21h : 46m : 40s	2	28.7	73	2/08/2022	12h : 46m : 40s	7.7	34.8	133	3/08/2022	03h : 46m : 40s	-2	58.8	
14	1/08/2022	22h : 01m : 40s	1.8	28.5	74	2/08/2022	13h : 01m : 40s	8.1	36	134	3/08/2022	04h : 01m : 40s	-2.1	63.9	
15	1/08/2022	22h : 16m : 40s	1.5	28.8	75	2/08/2022	13h : 16m : 40s	8.3	32.7	135	3/08/2022	04h : 16m : 40s	-2.3	61.5	
16	1/08/2022	22h : 31m : 40s	1.3	28.9	76	2/08/2022	13h : 31m : 40s	8.7	35.5	136	3/08/2022	04h : 31m : 40s	-2.4	62.4	
17	1/08/2022	22h : 46m : 40s	1.1	29.9	77	2/08/2022	13h : 46m : 40s	8.9	35.4	137	3/08/2022	04h : 46m : 40s	-2.5	60.4	
18	1/08/2022	23h : 01m : 40s	0.9	30.3	78	2/08/2022	14h : 01m : 40s	9.2	32.5	138	3/08/2022	05h : 01m : 40s	-2.7	57.9	
19	1/08/2022	23h : 16m : 40s	0.7	29.5	79	2/08/2022	14h : 16m : 40s	9.4	31.5	139	3/08/2022	05h : 16m : 40s	-2.9	60.4	
20	1/08/2022	23h : 31m : 40s	0.5	30.2	80	2/08/2022	14h : 31m : 40s	9.6	31.1	140	3/08/2022	05h : 31m : 40s	-3	59.8	
21	1/08/2022	23h : 46m : 40s	0.3	30.2	81	2/08/2022	14h : 46m : 40s	9.4	33.8	141	3/08/2022	05h : 46m : 40s	-3.1	60.5	
22	2/08/2022	00h : 01m : 40s	0.1	29.6	82	2/08/2022	15h : 01m : 40s	9.5	32.5	142	3/08/2022	06h : 01m : 40s	-3.2	60.7	
23	2/08/2022	00h : 16m : 40s	0	32.1	83	2/08/2022	15h : 16m : 40s	9.5	31.5	143	3/08/2022	06h : 16m : 40s	-3.4	62.2	
24	2/08/2022	00h : 31m : 40s	-0.2	33	84	2/08/2022	15h : 31m : 40s	9.5	33.1	144	3/08/2022	06h : 31m : 40s	-3.4	55.6	
25	2/08/2022	00h : 46m : 40s	-0.4	32.4	85	2/08/2022	15h : 46m : 40s	9.2	37.6	145	3/08/2022	06h : 46m : 40s	-3.5	50.8	
26	2/08/2022	01h : 01m : 40s	-0.5	32.4	86	2/08/2022	16h : 01m : 40s	9	42.4	146	3/08/2022	07h : 01m : 40s	-3.5	48.7	
27	2/08/2022	01h : 16m : 40s	-0.7	32.8	87	2/08/2022	16h : 16m : 40s	8.7	41.8	147	3/08/2022	07h : 16m : 40s	-3.4	43	
28	2/08/2022	01h : 31m : 40s	-1	31.3	88	2/08/2022	16h : 31m : 40s	8.5	41.5	148	3/08/2022	07h : 31m : 40s	-3.2	41.9	
29	2/08/2022	01h : 46m : 40s	-1.1	33	89	2/08/2022	16h : 46m : 40s	8.2	34.4	149	3/08/2022	07h : 46m : 40s	-2.9	42.5	
30	2/08/2022	02h : 01m : 40s	-1.3	32.9	90	2/08/2022	17h : 01m : 40s	7.9	47	150	3/08/2022	08h : 01m : 40s	-2.6	42.8	
31	2/08/2022	02h : 16m : 40s	-1.4	33	91	2/08/2022	17h : 16m : 40s	7.6	52.1	151	3/08/2022	08h : 16m : 40s	-2.1	43	
32	2/08/2022	02h : 31m : 40s	-1.6	32.1	92	2/08/2022	17h : 31m : 40s	7.3	51.4	152	3/08/2022	08h : 31m : 40s	-1.6	42.7	
33	2/08/2022	02h : 46m : 40s	-1.7	32.9	93	2/08/2022	17h : 46m : 40s	7	39.1	153	3/08/2022	08h : 46m : 40s	-1.1	50.5	
34	2/08/2022	03h : 01m : 40s	-1.9	34.7	94	2/08/2022	18h : 01m : 40s	6.7	40.2	154	3/08/2022	09h : 01m : 40s	-0.5	50.9	
35	2/08/2022	03h : 16m : 40s	-2.1	33.4	95	2/08/2022	18h : 16m : 40s	6.5	37.5	155	3/08/2022	09h : 16m : 40s	-0.1	46.6	
36	2/08/2022	03h : 31m : 40s	-2.2	34.3	96	2/08/2022	18h : 31m : 40s	6.1	38.2	156	3/08/2022	09h : 31m : 40s	0.5	41.5	
37	2/08/2022	03h : 46m : 40s	-2.3	34.2	97	2/08/2022	18h : 46m : 40s	5.9	37.6	157	3/08/2022	09h : 46m : 40s	1.1	39.8	
38	2/08/2022	04h : 01m : 40s	-2.5	33.7	98	2/08/2022	19h : 01m : 40s	5.6	38	158	3/08/2022	10h : 01m : 40s	1.8	37.4	
39	2/08/2022	04h : 16m : 40s	-2.7	34.5	99	2/08/2022	19h : 16m : 40s	5.3	57.7	159	3/08/2022	10h : 16m : 40s	2.5	37.6	
40	2/08/2022	04h : 31m : 40s	-2.9	35.7	100	2/08/2022	19h : 31m : 40s	5	66.2	160	3/08/2022	10h : 31m : 40s	3.2	37.1	
41	2/08/2022	04h : 46m : 40s	-3	35.7	101	2/08/2022	19h : 46m : 40s	4.8	66.8	161	3/08/2022	10h : 46m : 40s	3.8	35.6	
42	2/08/2022	05h : 01m : 40s	-3.2	36.4	102	2/08/2022	20h : 01m : 40s	4.6	67.6	162	3/08/2022	11h : 01m : 40s	4.2	34.9	
43	2/08/2022	05h : 16m : 40s	-3.3	36.9	103	2/08/2022	20h : 16m : 40s	4.4	67.7	163	3/08/2022	11h : 16m : 40s	4.8	34.9	
44	2/08/2022	05h : 31m : 40s	-3.4	36.2	104	2/08/2022	20h : 31m : 40s	4.1	67	164	3/08/2022	11h : 31m : 40s	5.4	33.2	
45	2/08/2022	05h : 46m : 40s	-3.5	38.4	105	2/08/2022	20h : 46m : 40s	4	68.6	165	3/08/2022	11h : 46m : 40s	6	33.7	
46	2/08/2022	06h : 01m : 40s	-3.6	37.1	106	2/08/2022	21h : 01m : 40s	3.7	69.6	166	3/08/2022	12h : 01m : 40s	6.5	33.1	
47	2/08/2022	06h : 16m : 40s	-3.6	34	107	2/08/2022	21h : 16m : 40s	3.5	70.1	167	3/08/2022	12h : 16m : 40s	7	30.8	
48	2/08/2022	06h : 31m : 40s	-3.8	30.3	108	2/08/2022	21h : 31m : 40s	3.3	69.3	168	3/08/2022	12h : 31m : 40s	7.4	32	
49	2/08/2022	06h : 46m : 40s	-3.7	31.6	109	2/08/2022	21h : 46m : 40s	3.2	63.8	169	3/08/2022	12h : 46m : 40s	8	28.4	
50	2/08/2022	07h : 01m : 40s	-3.8	29.5	110	2/08/2022	22h : 01m : 40s	3	64.7	170	3/08/2022	13h : 01m : 40s	8.3	29.8	
51	2/08/2022	07h : 16m : 40s	-3.9	29	111	2/08/2022	22h : 16m : 40s	1.8	63	171	3/08/2022	13h : 16m : 40s	8.5	39.5	
52	2/08/2022	07h : 31m : 40s	-3.7	33.5	112	2/08/2022	22h : 31m : 40s	1.5	62.2	172	3/08/2022	13h : 31m : 40s	8.7	40.5	
53	2/08/2022	07h : 46m : 40s	-3.4	33	113	2/08/2022	22h : 46m : 40s	1.2	63.8	173	3/08/2022	13h : 46m : 40s	9	39.3	
54	2/08/2022	08h : 01m : 40s	-3	28.4	114	2/08/2022	23h : 01m : 40s	1	62.5	174	3/08/2022	14h : 01m : 40s	9.2	36.9	
55	2/08/2022	08h : 16m : 40s	-2.6	34.8	115	2/08/2022	23h : 16m : 40s	0.8	65.6	175	3/08/2022	14h : 16m : 40s	9.3	35.8	
56	2/08/2022	08h : 31m : 40s	-2.1	41.1	116	2/08/2022	23h : 31m : 40s	0.6	63.9	176	3/08/2022	14h : 31m : 40s	9.3	36.5	
57	2/08/2022	08h : 46m : 40s	-1.8	38.5	117	2/08/2022	23h : 46m : 40s	0.5	64	177	3/08/2022	14h : 46m : 40s	9.4	39	
58	2/08/2022	09h : 01m : 40s	-1.1	38.4	118	3/08/2022	00h : 01m : 40s	0.3	63.2	178	3/08/2022	15h : 01m : 40s	9.5	38.9	
59	2/08/2022	09h : 16m : 40s	-0.5	35.4	119	3/08/2022	00h : 16m : 40s	0.1	64.6	179	3/08/2022	15h : 16m : 40s	9.5	37.8	
60	2/08/2022	09h : 31m : 40s	0.5	34.3	120	3/08/2022	00h : 31m : 40s	-0.1	65.7	180					

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESIS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01-G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TESTS LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO
POZA	: P - 01		: Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TIEMPO	: 11D 22H 30M 0S	ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05
RANGO LEC.	: 15 min	COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 0S
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	: 11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	: 95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	: -8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	: 14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	: 0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	: 38.3 %

REGISTRO DE DATOS																	
N°.	TIEMPO			TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°.	TIEMPO			TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°.	TIEMPO			TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %
	LEC.	FECHA	HORA				LEC.	FECHA	HORA				LEC.	FECHA	HORA		
181	3/08/2022	15h:46m:40s	9.4	35.4	241	4/08/2022	06h:46m:40s	-5.8	24.7	301	4/08/2022	21h:46m:40s	2.3	42.7			
182	3/08/2022	16h:01m:40s	9.2	42.8	242	4/08/2022	07h:01m:40s	-5.7	27.3	302	4/08/2022	22h:01m:40s	2	39.8			
183	3/08/2022	16h:16m:40s	8.9	43.6	243	4/08/2022	07h:16m:40s	-5.7	34.7	303	4/08/2022	22h:16m:40s	1.7	35.3			
184	3/08/2022	16h:31m:40s	8.6	46.2	244	4/08/2022	07h:31m:40s	-5.5	33.9	304	4/08/2022	22h:31m:40s	1.5	33.1			
185	3/08/2022	16h:46m:40s	8.1	46.9	245	4/08/2022	07h:46m:40s	-5.3	30.6	305	4/08/2022	22h:46m:40s	1.2	31.5			
186	3/08/2022	17h:01m:40s	7.9	49	246	4/08/2022	08h:01m:40s	-5	32.7	306	4/08/2022	23h:01m:40s	0.9	34.9			
187	3/08/2022	17h:16m:40s	7.3	53.3	247	4/08/2022	08h:16m:40s	-4.7	30.4	307	4/08/2022	23h:16m:40s	0.6	34.5			
188	3/08/2022	17h:31m:40s	6.9	54.7	248	4/08/2022	08h:31m:40s	-4.4	37.3	308	4/08/2022	23h:31m:40s	0.5	34.9			
189	3/08/2022	17h:46m:40s	6.6	54.1	249	4/08/2022	08h:46m:40s	-3.7	33.8	309	4/08/2022	23h:46m:40s	0.2	36.8			
190	3/08/2022	18h:01m:40s	3.2	49.4	250	4/08/2022	09h:01m:40s	-2.9	26.3	310	5/08/2022	00h:01m:40s	0.1	34.9			
191	3/08/2022	18h:16m:40s	2.6	45.1	251	4/08/2022	09h:16m:40s	-2.1	26.6	311	5/08/2022	00h:16m:40s	-0.2	36			
192	3/08/2022	18h:31m:40s	1	42.5	252	4/08/2022	09h:31m:40s	-1.3	26.4	312	5/08/2022	00h:31m:40s	-0.4	36.8			
193	3/08/2022	18h:46m:40s	0.8	33.5	253	4/08/2022	09h:46m:40s	-0.5	30.1	313	5/08/2022	00h:46m:40s	-0.5	37.5			
194	3/08/2022	19h:01m:40s	0.9	32.7	254	4/08/2022	10h:01m:40s	0.5	35.2	314	5/08/2022	01h:01m:40s	-0.7	39			
195	3/08/2022	19h:16m:40s	1.9	32	255	4/08/2022	10h:16m:40s	1.4	41.6	315	5/08/2022	01h:16m:40s	-0.9	39.7			
196	3/08/2022	19h:31m:40s	2	32.1	256	4/08/2022	10h:31m:40s	2.2	37.2	316	5/08/2022	01h:31m:40s	-1.1	39.9			
197	3/08/2022	19h:46m:40s	1.9	32.7	257	4/08/2022	10h:46m:40s	2.9	36.2	317	5/08/2022	01h:46m:40s	-1.3	39.8			
198	3/08/2022	20h:01m:40s	1.8	32.1	258	4/08/2022	11h:01m:40s	3.6	36.5	318	5/08/2022	02h:01m:40s	-1.5	38.5			
199	3/08/2022	20h:16m:40s	1.4	31.3	259	4/08/2022	11h:16m:40s	4.3	32.5	319	5/08/2022	02h:16m:40s	-1.7	38.3			
200	3/08/2022	20h:31m:40s	1.2	32.1	260	4/08/2022	11h:31m:40s	4.9	37.1	320	5/08/2022	02h:31m:40s	-1.9	38.4			
201	3/08/2022	20h:46m:40s	0.9	30.9	261	4/08/2022	11h:46m:40s	5.4	34.3	321	5/08/2022	02h:46m:40s	-2.1	38.8			
202	3/08/2022	21h:01m:40s	0.7	31.7	262	4/08/2022	12h:01m:40s	6	25.9	322	5/08/2022	03h:01m:40s	-2.3	38.8			
203	3/08/2022	21h:16m:40s	0.5	31.4	263	4/08/2022	12h:16m:40s	6.5	35.5	323	5/08/2022	03h:16m:40s	-2.5	39.3			
204	3/08/2022	21h:31m:40s	0.3	29.9	264	4/08/2022	12h:31m:40s	6.9	34.1	324	5/08/2022	03h:31m:40s	-2.6	40.2			
205	3/08/2022	21h:46m:40s	0	29.4	265	4/08/2022	12h:46m:40s	7.4	36	325	5/08/2022	03h:46m:40s	-2.8	38.1			
206	3/08/2022	22h:01m:40s	-0.2	29.7	266	4/08/2022	13h:01m:40s	7.8	36.3	326	5/08/2022	04h:01m:40s	-2.9	37.6			
207	3/08/2022	22h:16m:40s	-0.4	28.9	267	4/08/2022	13h:16m:40s	8	36.5	327	5/08/2022	04h:16m:40s	-3.1	36.5			
208	3/08/2022	22h:31m:40s	-0.6	30.4	268	4/08/2022	13h:31m:40s	8.2	36.7	328	5/08/2022	04h:31m:40s	-3.3	37.3			
209	3/08/2022	22h:46m:40s	-0.7	32.3	269	4/08/2022	13h:46m:40s	8.5	34	329	5/08/2022	04h:46m:40s	-3.4	37.4			
210	3/08/2022	23h:01m:40s	-1	33.2	270	4/08/2022	14h:01m:40s	8.6	33.7	330	5/08/2022	05h:01m:40s	-3.4	36.7			
211	3/08/2022	23h:16m:40s	-1.2	37	271	4/08/2022	14h:16m:40s	8.7	31.9	331	5/08/2022	05h:16m:40s	-3.5	37.1			
212	3/08/2022	23h:31m:40s	-1.3	35.4	272	4/08/2022	14h:31m:40s	8.7	28.2	332	5/08/2022	05h:31m:40s	-3.5	39.1			
213	3/08/2022	23h:46m:40s	-1.4	29.4	273	4/08/2022	14h:46m:40s	8.7	27.2	333	5/08/2022	05h:46m:40s	-3.6	40.3			
214	4/08/2022	00h:01m:40s	-1.6	32.7	274	4/08/2022	15h:01m:40s	8.7	28	334	5/08/2022	06h:01m:40s	-3.7	42.5			
215	4/08/2022	00h:16m:40s	-1.8	31.2	275	4/08/2022	15h:16m:40s	8.6	27.3	335	5/08/2022	06h:16m:40s	-3.7	44			
216	4/08/2022	00h:31m:40s	-2	31.6	276	4/08/2022	15h:31m:40s	8.5	30.3	336	5/08/2022	06h:31m:40s	-3.8	42.8			
217	4/08/2022	00h:46m:40s	-2.2	30.3	277	4/08/2022	15h:46m:40s	8.3	29.6	337	5/08/2022	06h:46m:40s	-3.9	40.9			
218	4/08/2022	01h:01m:40s	-2.4	29.2	278	4/08/2022	16h:01m:40s	8.1	26.9	338	5/08/2022	07h:01m:40s	-4	36.6			
219	4/08/2022	01h:16m:40s	-2.6	30.4	279	4/08/2022	16h:16m:40s	7.9	30	339	5/08/2022	07h:16m:40s	-4	38.3			
220	4/08/2022	01h:31m:40s	-2.9	26	280	4/08/2022	16h:31m:40s	7.6	30.3	340	5/08/2022	07h:31m:40s	-4	40.5			
221	4/08/2022	01h:46m:40s	-3.1	26	281	4/08/2022	16h:46m:40s	7.4	32.8	341	5/08/2022	07h:46m:40s	-4	34.8			
222	4/08/2022	02h:01m:40s	-3.3	33.4	282	4/08/2022	17h:01m:40s	7	34.2	342	5/08/2022	08h:01m:40s	-3.7	38.2			
223	4/08/2022	02h:16m:40s	-3.4	25.6	283	4/08/2022	17h:16m:40s	6.7	34.7	343	5/08/2022	08h:16m:40s	-3.1	36.6			
224	4/08/2022	02h:31m:40s	-3.6	24.6	284	4/08/2022	17h:31m:40s	6.2	32.1	344	5/08/2022	08h:31m:40s	-2.4	32			
225	4/08/2022	02h:46m:40s	-3.6	33	285	4/08/2022	17h:46m:40s	5.9	31.3	345	5/08/2022	08h:46m:40s	-1.5	29.1			
226	4/08/2022	03h:01m:40s	-3.6	28	286	4/08/2022	18h:01m:40s	5.6	36.6	346	5/08/2022	09h:01m:40s	-0.5	34			
227	4/08/2022	03h:16m:40s	-3.5	27.6	287	4/08/2022	18h:16m:40s	5.3	35.8	347	5/08/2022	09h:16m:40s	0.1	37.1			
228	4/08/2022	03h:31m:40s	-3.6	28.9	288	4/08/2022	18h:31m:40s	5.1	37.7	348	5/08/2022	09h:31m:40s	1	37.6			
229	4/08/2022	03h:46m:40s	-3.7	30.5	289	4/08/2022	18h:46m:40s	4.9	41.5	349	5/08/2022	09h:46m:40s	2.1	32.4			
230	4/08/2022	04h:01m:40s	-3.7	30.3	290	4/08/2022	19h:01m:40s	4.8	48.2	350	5/08/2022	10h:01m:40s	3	30.6			
231	4/08/2022	04h:16m:40s	-3.9	31.4	291	4/08/2022	19h:16m:40s	4.7	68.9	351	5/08/2022	10h:16m:40s	3.6	34.3			
232	4/08/2022	04h:31m:40s	-4	30.8	292	4/08/2022	19h:31m:40s	4.4	69.7	352	5/08/2022	10h:31m:40s	3.9	35.5			
233	4/08/2022	04h:46m:40s	-4.3	30.8	293	4/08/2022	19h:46m:40s	4.2	68.2	353	5/08/2022	10h:46m:40s	4	33.6			
234	4/08/2022	05h:01m:40s	-4.5	31.9	294	4/08/2022	20h:01m:40s	4	69.7	354	5/08/2022	11h:01m:40s	4.4	31.7			
235	4/08/2022	05h:16m:40s	-4.8	30.3	295	4/08/2022	20h:16m:40s	3.8	69.7	355	5/08/2022	11h:16m:40s	5.1	30.4			
236	4/08/2022	05h:31m:40s	-5	28.4	296	4/08/2022	20h:31m:40s	3.6	65.1	356	5/08/2022	11h:31m:40s	5.9	35			
237	4/08/2022	06h:01m:40s	-5.4	29.9	298	4/08/2022	21h:01m:40s	3.2	48.3	358	5/08/2022	12h:01m:40s	6.5	33.5			
238	4/08/2022	06h:16m:40s	-5.5	29.2	299	4/08/2022	21h:16m:40s	2.9	45.7	359	5/08/2022	12h:16m:40s	6.2	32.5			
240	4/08/2022	06h:31m:40s	-5.1	27.7	300	4/08/2022	21h:31m:40s	2.6	43.4	360	5/08/2022	12h:31m:40s	5.1	33.4			

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESIS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01-G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TESTS LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO
POZA	: P - 01		: Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TIEMPO	: 11D 22H 30M 0S	ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05
RANGO LEC.	: 15 min		
		COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 0S
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	: 11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	: 95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	: -8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	: 14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	: 0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	: 38.3 %

REGISTRO DE DATOS															
N°.	TIEMPO			TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°.	TIEMPO			TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°.	TIEMPO		
	LEC.	FECHA	HORA				LEC.	FECHA	HORA				LEC.	FECHA	HORA
361	5/08/2022	12h : 46m : 40s	6	32.1	421	6/08/2022	03h : 46m : 40s	-4	42.2	481	6/08/2022	18h : 46m : 40s	2.4	25.1	
362	5/08/2022	13h : 01m : 40s	6	32.6	422	6/08/2022	04h : 01m : 40s	-4	42.8	482	6/08/2022	19h : 01m : 40s	2.2	24.8	
363	5/08/2022	13h : 16m : 40s	6.1	30.9	423	6/08/2022	04h : 16m : 40s	-4	43.4	483	6/08/2022	19h : 16m : 40s	1.9	25.4	
364	5/08/2022	13h : 31m : 40s	6.4	32.6	424	6/08/2022	04h : 31m : 40s	-4.1	44.4	484	6/08/2022	19h : 31m : 40s	1.8	25.4	
365	5/08/2022	13h : 46m : 40s	6.3	31.8	425	6/08/2022	04h : 46m : 40s	-4.1	44.4	485	6/08/2022	19h : 46m : 40s	1.6	26.5	
366	5/08/2022	14h : 01m : 40s	6.4	33.7	426	6/08/2022	05h : 01m : 40s	-4.2	44.3	486	6/08/2022	20h : 01m : 40s	1.5	25.5	
367	5/08/2022	14h : 16m : 40s	6.4	33	427	6/08/2022	05h : 16m : 40s	-4.2	44.8	487	6/08/2022	20h : 16m : 40s	1.3	25.9	
368	5/08/2022	14h : 31m : 40s	6.4	31.8	428	6/08/2022	05h : 31m : 40s	-4.3	44.9	488	6/08/2022	20h : 31m : 40s	1.1	25.5	
369	5/08/2022	14h : 46m : 40s	6.3	31.7	429	6/08/2022	05h : 46m : 40s	-4.3	45.4	489	6/08/2022	20h : 46m : 40s	0.9	20.6	
370	5/08/2022	15h : 01m : 40s	6.2	33.1	430	6/08/2022	06h : 01m : 40s	-4.4	45.2	490	6/08/2022	21h : 01m : 40s	0.7	22.2	
371	5/08/2022	15h : 16m : 40s	6.1	33.5	431	6/08/2022	06h : 16m : 40s	-4.4	45.3	491	6/08/2022	21h : 16m : 40s	0.5	20.7	
372	5/08/2022	15h : 31m : 40s	6	33.4	432	6/08/2022	06h : 31m : 40s	-4.5	45.1	492	6/08/2022	21h : 31m : 40s	0.3	20.7	
373	5/08/2022	15h : 46m : 40s	5.9	33.2	433	6/08/2022	06h : 46m : 40s	-4.5	45.4	493	6/08/2022	21h : 46m : 40s	0.2	21.6	
374	5/08/2022	16h : 01m : 40s	5.7	33.8	434	6/08/2022	07h : 01m : 40s	-4.5	42.5	494	6/08/2022	22h : 01m : 40s	0.1	20.2	
375	5/08/2022	16h : 16m : 40s	5.5	33.9	435	6/08/2022	07h : 16m : 40s	-4.5	44.4	495	6/08/2022	22h : 16m : 40s	-0.1	21.5	
376	5/08/2022	16h : 31m : 40s	5.6	32.5	436	6/08/2022	07h : 31m : 40s	-4.5	41.8	496	6/08/2022	22h : 31m : 40s	-0.3	21.1	
377	5/08/2022	16h : 46m : 40s	4.9	32	437	6/08/2022	07h : 46m : 40s	-4.4	38.8	497	6/08/2022	22h : 46m : 40s	-0.4	21.8	
378	5/08/2022	17h : 01m : 40s	4.1	31	438	6/08/2022	08h : 01m : 40s	-4.3	40.4	498	6/08/2022	23h : 01m : 40s	-0.5	23.8	
379	5/08/2022	17h : 16m : 40s	3.2	32.7	439	6/08/2022	08h : 16m : 40s	-4.1	37.1	499	6/08/2022	23h : 16m : 40s	-0.6	23.2	
380	5/08/2022	17h : 31m : 40s	1.4	33.2	440	6/08/2022	08h : 31m : 40s	-3.8	37.8	500	6/08/2022	23h : 31m : 40s	-0.7	24.5	
381	5/08/2022	17h : 46m : 40s	-0.1	32.7	441	6/08/2022	08h : 46m : 40s	-3.5	35.6	501	6/08/2022	23h : 46m : 40s	-0.8	21.9	
382	5/08/2022	18h : 01m : 40s	-0.7	33.1	442	6/08/2022	09h : 01m : 40s	-2.9	33.8	502	7/08/2022	00h : 01m : 40s	-1	22.5	
383	5/08/2022	18h : 16m : 40s	-1.2	33.7	443	6/08/2022	09h : 16m : 40s	-2.3	33.3	503	7/08/2022	00h : 16m : 40s	-1.1	22	
384	5/08/2022	18h : 31m : 40s	-1.6	34.1	444	6/08/2022	09h : 31m : 40s	-1.7	33.3	504	7/08/2022	00h : 31m : 40s	-1.3	23.5	
385	5/08/2022	18h : 46m : 40s	-1.8	34.4	445	6/08/2022	09h : 46m : 40s	-1	32.9	505	7/08/2022	00h : 46m : 40s	-1.5	24.8	
386	5/08/2022	19h : 01m : 40s	-2	33.9	446	6/08/2022	10h : 01m : 40s	0	31.3	506	7/08/2022	01h : 01m : 40s	-1.6	27.2	
387	5/08/2022	19h : 16m : 40s	-2.1	34.4	447	6/08/2022	10h : 16m : 40s	0.7	32	507	7/08/2022	01h : 16m : 40s	-1.7	27.7	
388	5/08/2022	19h : 31m : 40s	-2.3	35.1	448	6/08/2022	10h : 31m : 40s	1.8	31	508	7/08/2022	01h : 31m : 40s	-1.8	27.5	
389	5/08/2022	19h : 46m : 40s	-2.4	35.5	449	6/08/2022	10h : 46m : 40s	2.4	30.3	509	7/08/2022	01h : 46m : 40s	-1.9	27.7	
390	5/08/2022	20h : 01m : 40s	-2.5	38.1	450	6/08/2022	11h : 01m : 40s	2.8	29.6	510	7/08/2022	02h : 01m : 40s	-2.1	26.7	
391	5/08/2022	20h : 16m : 40s	-2.5	40	451	6/08/2022	11h : 16m : 40s	3.9	26.7	511	7/08/2022	02h : 16m : 40s	-2.2	26.7	
392	5/08/2022	20h : 31m : 40s	-2.6	40	452	6/08/2022	11h : 31m : 40s	4.7	27.2	512	7/08/2022	02h : 31m : 40s	-2.3	26.4	
393	5/08/2022	20h : 46m : 40s	-2.6	39	453	6/08/2022	11h : 46m : 40s	5.3	24.9	513	7/08/2022	02h : 46m : 40s	-2.5	27.6	
394	5/08/2022	21h : 01m : 40s	-2.7	39.8	454	6/08/2022	12h : 01m : 40s	5.7	23.4	514	7/08/2022	03h : 01m : 40s	-2.6	26.9	
395	5/08/2022	21h : 16m : 40s	-2.7	40.6	455	6/08/2022	12h : 16m : 40s	6.2	23.3	515	7/08/2022	03h : 16m : 40s	-2.7	30.1	
396	5/08/2022	21h : 31m : 40s	-2.8	41.1	456	6/08/2022	12h : 31m : 40s	6.5	23.4	516	7/08/2022	03h : 31m : 40s	-2.9	30.7	
397	5/08/2022	21h : 46m : 40s	-2.9	42.4	457	6/08/2022	12h : 46m : 40s	7.2	23.4	517	7/08/2022	03h : 46m : 40s	-3	29.3	
398	5/08/2022	22h : 01m : 40s	-2.9	42.6	458	6/08/2022	13h : 01m : 40s	7.7	21.9	518	7/08/2022	04h : 01m : 40s	-3.1	30	
399	5/08/2022	22h : 16m : 40s	-3	42.5	459	6/08/2022	13h : 16m : 40s	8.4	23.5	519	7/08/2022	04h : 16m : 40s	-3.2	29.8	
400	5/08/2022	22h : 31m : 40s	-3	41.9	460	6/08/2022	13h : 31m : 40s	9.1	21.6	520	7/08/2022	04h : 31m : 40s	-3.3	29.7	
401	5/08/2022	22h : 46m : 40s	-3.1	41.9	461	6/08/2022	13h : 46m : 40s	9.2	19.1	521	7/08/2022	04h : 46m : 40s	-3.4	27.9	
402	5/08/2022	23h : 01m : 40s	-3.1	41.2	462	6/08/2022	14h : 01m : 40s	9.2	18.4	522	7/08/2022	05h : 01m : 40s	-3.5	28.9	
403	5/08/2022	23h : 16m : 40s	-3.2	40.9	463	6/08/2022	14h : 16m : 40s	8.7	19	523	7/08/2022	05h : 16m : 40s	-3.7	29.9	
404	5/08/2022	23h : 31m : 40s	-3.2	40.8	464	6/08/2022	14h : 31m : 40s	8.4	18.2	524	7/08/2022	05h : 31m : 40s	-3.7	31.1	
405	5/08/2022	23h : 46m : 40s	-3.3	41.1	465	6/08/2022	14h : 46m : 40s	8.3	15.9	525	7/08/2022	05h : 46m : 40s	-3.8	31.2	
406	6/08/2022	00h : 01m : 40s	-3.3	41.1	466	6/08/2022	15h : 01m : 40s	8.1	16.2	526	7/08/2022	06h : 01m : 40s	-3.9	30.8	
407	6/08/2022	00h : 16m : 40s	-3.4	40.9	467	6/08/2022	15h : 16m : 40s	8.2	16.5	527	7/08/2022	06h : 16m : 40s	-3.9	30.5	
408	6/08/2022	00h : 31m : 40s	-3.5	41	468	6/08/2022	15h : 31m : 40s	7.8	16.2	528	7/08/2022	06h : 31m : 40s	-3.9	29.7	
409	6/08/2022	00h : 46m : 40s	-3.5	41.7	469	6/08/2022	15h : 46m : 40s	7.5	16	529	7/08/2022	06h : 46m : 40s	-4	28.3	
410	6/08/2022	01h : 01m : 40s	-3.6	41.5	470	6/08/2022	16h : 01m : 40s	7.1	14.6	530	7/08/2022	07h : 01m : 40s	-4	26.2	
411	6/08/2022	01h : 16m : 40s	-3.6	41.1	471	6/08/2022	16h : 16m : 40s	6.6	14.8	531	7/08/2022	07h : 16m : 40s	-4	28	
412	6/08/2022	01h : 31m : 40s	-3.7	41.5	472	6/08/2022	16h : 31m : 40s	6.5	16	532	7/08/2022	07h : 31m : 40s	-4.1	30.2	
413	6/08/2022	01h : 46m : 40s	-3.7	41.7	473	6/08/2022	16h : 46m : 40s	6	16.7	533	7/08/2022	07h : 46m : 40s	-4.1	28.3	
414	6/08/2022	02h : 01m : 40s	-3.7	42.3	474	6/08/2022	17h : 01m : 40s	5.4	18.6	534	7/08/2022	08h : 01m : 40s	-4.2	26.9	
415	6/08/2022	02h : 16m : 40s	-3.8	41.4	475	6/08/2022	17h : 16m : 40s	5	18.3	535	7/08/2022	08h : 16m : 40s	-3.4	24.5	
416	6/08/2022	02h : 31m : 40s	-3.8	41.5	476	6/08/2022	17h : 31m : 40s	4.4	18.3	536	7/08/2022	08h : 31m : 40s	-3.1	34.9	
417	6/08/2022	02h : 46m : 40s	-3.9	41.4	477	6/08/2022	17h : 46m : 40s	4	19.4	537	7/08/2022	08h : 46m : 40s	-3.1	33.8	
418	6/08/2022	03h : 01m : 40s	-3.9	41.2	478	6/08/2022	18h : 01m : 40s	3.5	20.4	538	7/08/2022	09h : 01m : 40s	-2.6	31.5	
419	6/08/2022	03h : 16m : 40s	-3.9	41.7	479	6/08/2022	18h : 16m : 40s								

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESIS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01-G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TESTS LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
POZA	: P - 01	ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05
TIEMPO	: 11D 22H 30M 05	COORDENADAS	ESTE - NORTE - COTA -
RANGO LEC.	: 15 min		

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 05
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	-8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	38.3 %

REGISTRO DE DATOS															
N°.	TIEMPO		TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	
	LEC.	FECHA				HORA	LEC.				FECHA	HORA			LEC.
541	7/08/2022	09h:46m:40s	-0.9	33.2	601	8/08/2022	00h:46m:40s	-1.6	32.9	661	8/08/2022	15h:46m:40s	6	30.8	
542	7/08/2022	10h:01m:40s	-0.3	31.5	602	8/08/2022	01h:01m:40s	-1.6	33.2	662	8/08/2022	16h:01m:40s	6	30	
543	7/08/2022	10h:16m:40s	0.2	34.5	603	8/08/2022	01h:16m:40s	-1.7	32.4	663	8/08/2022	16h:16m:40s	5.7	28.2	
544	7/08/2022	10h:31m:40s	0.8	33.6	604	8/08/2022	01h:31m:40s	-1.8	31.8	664	8/08/2022	16h:31m:40s	5.5	37.9	
545	7/08/2022	10h:46m:40s	1.4	38.4	605	8/08/2022	01h:46m:40s	-1.9	35.1	665	8/08/2022	16h:46m:40s	5.3	46.5	
546	7/08/2022	11h:01m:40s	1.9	38	606	8/08/2022	02h:01m:40s	-2	33.3	666	8/08/2022	17h:01m:40s	4.9	44.4	
547	7/08/2022	11h:16m:40s	2.4	40.5	607	8/08/2022	02h:16m:40s	-2.1	34.2	667	8/08/2022	17h:16m:40s	4.7	48.7	
548	7/08/2022	11h:31m:40s	3	34.5	608	8/08/2022	02h:31m:40s	-2.1	34.2	668	8/08/2022	17h:31m:40s	4.3	48.2	
549	7/08/2022	11h:46m:40s	3.4	35.3	609	8/08/2022	02h:46m:40s	-2.2	36	669	8/08/2022	17h:46m:40s	4	47	
550	7/08/2022	12h:01m:40s	3.9	37.4	610	8/08/2022	03h:01m:40s	-2.3	37.3	670	8/08/2022	18h:01m:40s	3.7	34.5	
551	7/08/2022	12h:16m:40s	4.2	43.4	611	8/08/2022	03h:16m:40s	-2.4	38.2	671	8/08/2022	18h:16m:40s	3.4	33.2	
552	7/08/2022	12h:31m:40s	4.6	39.5	612	8/08/2022	03h:31m:40s	-2.5	38.6	672	8/08/2022	18h:31m:40s	3.2	33.4	
553	7/08/2022	12h:46m:40s	5	34.7	613	8/08/2022	03h:46m:40s	-2.6	39.4	673	8/08/2022	18h:46m:40s	2.8	34	
554	7/08/2022	13h:01m:40s	5.5	26.2	614	8/08/2022	04h:01m:40s	-2.7	40.6	674	8/08/2022	19h:01m:40s	2.5	34.1	
555	7/08/2022	13h:16m:40s	5.8	31.8	615	8/08/2022	04h:16m:40s	-2.7	39.4	675	8/08/2022	19h:16m:40s	2.3	33.6	
556	7/08/2022	13h:31m:40s	6	32.9	616	8/08/2022	04h:31m:40s	-2.8	40.6	676	8/08/2022	19h:31m:40s	2.1	34.9	
557	7/08/2022	13h:46m:40s	6.2	23.4	617	8/08/2022	04h:46m:40s	-2.9	41.2	677	8/08/2022	19h:46m:40s	1.8	36.8	
558	7/08/2022	14h:01m:40s	6.3	20.2	618	8/08/2022	05h:01m:40s	-2.9	41.6	678	8/08/2022	20h:01m:40s	1.6	38.1	
559	7/08/2022	14h:16m:40s	6.5	23.4	619	8/08/2022	05h:16m:40s	-3	43.2	679	8/08/2022	20h:16m:40s	1.4	37.7	
560	7/08/2022	14h:31m:40s	6.5	24.9	620	8/08/2022	05h:31m:40s	-3	42.5	680	8/08/2022	20h:31m:40s	1.2	37.5	
561	7/08/2022	14h:46m:40s	6.5	33.7	621	8/08/2022	05h:46m:40s	-3.1	43.9	681	8/08/2022	20h:46m:40s	1	38.5	
562	7/08/2022	15h:01m:40s	6.4	28.2	622	8/08/2022	06h:01m:40s	-3.1	43.2	682	8/08/2022	21h:01m:40s	0.8	36.9	
563	7/08/2022	15h:16m:40s	6.3	26	623	8/08/2022	06h:16m:40s	-3.2	42.6	683	8/08/2022	21h:16m:40s	0.5	36.9	
564	7/08/2022	15h:31m:40s	6.1	38.6	624	8/08/2022	06h:31m:40s	-3.2	42.1	684	8/08/2022	21h:31m:40s	0.3	36.9	
565	7/08/2022	15h:46m:40s	6	34.1	625	8/08/2022	06h:46m:40s	-3.3	38.1	685	8/08/2022	21h:46m:40s	0.1	38.2	
566	7/08/2022	16h:01m:40s	5.9	37.8	626	8/08/2022	07h:01m:40s	-3.3	38.9	686	8/08/2022	22h:01m:40s	0.1	37.2	
567	7/08/2022	16h:16m:40s	5.6	42.2	627	8/08/2022	07h:16m:40s	-3.2	39.5	687	8/08/2022	22h:16m:40s	-0.1	35.8	
568	7/08/2022	16h:31m:40s	5.4	38.1	628	8/08/2022	07h:31m:40s	-3.2	40.5	688	8/08/2022	22h:31m:40s	-0.3	32	
569	7/08/2022	16h:46m:40s	5	48.2	629	8/08/2022	07h:46m:40s	-3.1	40.4	689	8/08/2022	22h:46m:40s	-0.5	30.9	
570	7/08/2022	17h:01m:40s	4.8	55.7	630	8/08/2022	08h:01m:40s	-2.9	37.5	690	8/08/2022	23h:01m:40s	-0.7	32	
571	7/08/2022	17h:16m:40s	4.5	51.6	631	8/08/2022	08h:16m:40s	-2.7	40.9	691	8/08/2022	23h:16m:40s	-0.7	34.4	
572	7/08/2022	17h:31m:40s	4.3	53.8	632	8/08/2022	08h:31m:40s	-2.5	43.1	692	8/08/2022	23h:31m:40s	-1	34.2	
573	7/08/2022	17h:46m:40s	4	55.4	633	8/08/2022	08h:46m:40s	-2.3	47.6	693	8/08/2022	23h:46m:40s	-1.1	33.1	
574	7/08/2022	18h:01m:40s	3.8	60.2	634	8/08/2022	09h:01m:40s	-2.1	48.8	694	8/08/2022	00h:01m:40s	-1.3	34.7	
575	7/08/2022	18h:16m:40s	3.6	55.8	635	8/08/2022	09h:16m:40s	-1.8	48.2	695	9/08/2022	00h:16m:40s	-1.4	35.9	
576	7/08/2022	18h:31m:40s	3.3	56.6	636	8/08/2022	09h:31m:40s	-1.5	44.9	696	9/08/2022	00h:31m:40s	-1.6	36.3	
577	7/08/2022	18h:46m:40s	3.1	56.9	637	8/08/2022	09h:46m:40s	-0.9	48	697	9/08/2022	00h:46m:40s	-1.9	35.8	
578	7/08/2022	19h:01m:40s	2.9	54.1	638	8/08/2022	10h:01m:40s	-0.4	46.8	698	9/08/2022	01h:01m:40s	-1.9	35.3	
579	7/08/2022	19h:16m:40s	2.7	56.5	639	8/08/2022	10h:16m:40s	0	49	699	9/08/2022	01h:16m:40s	-2.1	35.3	
580	7/08/2022	19h:31m:40s	2.5	57.1	640	8/08/2022	10h:31m:40s	0.2	56	700	9/08/2022	01h:31m:40s	-2.3	35.2	
581	7/08/2022	19h:46m:40s	2.3	57.5	641	8/08/2022	10h:46m:40s	1.3	50	701	9/08/2022	01h:46m:40s	-2.2	35.2	
582	7/08/2022	20h:01m:40s	2.2	50.1	642	8/08/2022	11h:01m:40s	1.9	49	702	9/08/2022	02h:01m:40s	-2.1	35.7	
583	7/08/2022	20h:16m:40s	1.9	51	643	8/08/2022	11h:16m:40s	2.2	46.8	703	9/08/2022	02h:16m:40s	-2.2	35.2	
584	7/08/2022	20h:31m:40s	1.7	47.2	644	8/08/2022	11h:31m:40s	2.7	48.9	704	9/08/2022	02h:31m:40s	-2.5	34.2	
585	7/08/2022	20h:46m:40s	1.5	42.7	645	8/08/2022	11h:46m:40s	3.1	46.6	705	9/08/2022	02h:46m:40s	-2.7	35.2	
586	7/08/2022	21h:01m:40s	1.3	40.3	646	8/08/2022	12h:01m:40s	3.2	46.2	706	9/08/2022	03h:01m:40s	-2.9	39.5	
587	7/08/2022	21h:16m:40s	1.1	35.7	647	8/08/2022	12h:16m:40s	3.9	37.5	707	9/08/2022	03h:16m:40s	-3	34.9	
588	7/08/2022	21h:31m:40s	0.6	25.5	648	8/08/2022	12h:31m:40s	3.6	32.6	708	9/08/2022	03h:31m:40s	-2.9	39	
589	7/08/2022	21h:46m:40s	0.2	25.3	649	8/08/2022	12h:46m:40s	3.9	31.7	709	9/08/2022	03h:46m:40s	-3.1	41.2	
590	7/08/2022	22h:01m:40s	-0.1	26	650	8/08/2022	13h:01m:40s	4.5	29.9	710	9/08/2022	04h:01m:40s	-3.4	39.1	
591	7/08/2022	22h:16m:40s	-0.3	26	651	8/08/2022	13h:16m:40s	5.1	29.2	711	9/08/2022	04h:16m:40s	-3.3	38.6	
592	7/08/2022	22h:31m:40s	-0.5	27.7	652	8/08/2022	13h:31m:40s	5.7	31	712	9/08/2022	04h:31m:40s	-3.3	38.2	
593	7/08/2022	22h:46m:40s	-0.6	29.1	653	8/08/2022	13h:46m:40s	6.3	37.8	713	9/08/2022	04h:46m:40s	-3.3	41.5	
594	7/08/2022	23h:01m:40s	-0.7	28	654	8/08/2022	14h:01m:40s	6.4	37.8	714	9/08/2022	05h:01m:40s	-3.2	40.3	
595	7/08/2022	23h:16m:40s	-0.9	28.7	655	8/08/2022	14h:16m:40s	6.4	37	715	9/08/2022	05h:16m:40s	-3.3	41.4	
596	7/08/2022	23h:31m:40s	-1	28.6	656	8/08/2022	14h:31m:40s	6.2	33.2	716	9/08/2022	05h:31m:40s	-3.4	41	
597	8/08/2022	00h:01m:40s	-1.3	29.8	657	8/08/2022	14h:46m:40s	6.2	28.3	717	9/08/2022	05h:46m:40s	-3.2	39.2	
598	8/08/2022	00h:16m:40s	-1.4	30.1	658	8/08/2022	15h:01m:40s	6.3	29.7	718	9/08/2022	06h:01m:40s	-3.2	37.4	
599	8/08/2022	00h:31m:40s	-1.4	30.1	659	8/08/2022	15h:16m:40s	6.3	31.1	719	9/08/2022	06h:16m:40s	-3	39.3	
600	8/08/2022	00h:46m:40s	-1.5	30.6	660	8/08/2022	15h:31m:40s	6.2	30.7	720	9/08/2022	06h:31m:40s	-3.1	32.5	

Bach. I. C- MARY CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESIS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01 -G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TESTS LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
POZA	: P - 01	COORDENADAS	
TIEMPO	: 11D 22H 30M 0S	ESTE	: -
RANGO LEC.	: 15 min	NORTE	: -
		COTA	: -
		ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 0S
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	-8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	38.3 %

REGISTRO DE DATOS															
N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	
	LEC.	FECHA				HORA	° C				%	LEC.			FECHA
721	9/08/2022	06h:46m:40s	-3.3	30.1	781	9/08/2022	21h:46m:40s	-8	36.1	841	10/08/2022	12h:46m:40s	-2.3	26	
722	9/08/2022	07h:01m:40s	-3.4	34.3	782	9/08/2022	22h:01m:40s	-8	36.8	842	10/08/2022	13h:01m:40s	-0.7	23.6	
723	9/08/2022	07h:16m:40s	-3.4	28.4	783	9/08/2022	22h:16m:40s	-8	37.4	843	10/08/2022	13h:16m:40s	2	27.4	
724	9/08/2022	07h:31m:40s	-2.8	28	784	9/08/2022	22h:31m:40s	-8	44.8	844	10/08/2022	13h:31m:40s	3.4	27.8	
725	9/08/2022	07h:46m:40s	-2.2	28.1	785	9/08/2022	22h:46m:40s	-8	47.1	845	10/08/2022	13h:46m:40s	4.4	25.8	
726	9/08/2022	08h:01m:40s	-1.7	30.5	786	9/08/2022	23h:01m:40s	-8	44.2	846	10/08/2022	14h:01m:40s	5.4	27.6	
727	9/08/2022	08h:16m:40s	-1.4	34.3	787	9/08/2022	23h:16m:40s	-8	46.2	847	10/08/2022	14h:16m:40s	6.1	29.6	
728	9/08/2022	08h:31m:40s	-1.4	33.7	788	9/08/2022	23h:31m:40s	-8	53.7	848	10/08/2022	14h:31m:40s	6.7	30	
729	9/08/2022	08h:46m:40s	-0.2	31.5	789	9/08/2022	23h:46m:40s	-8	46.7	849	10/08/2022	14h:46m:40s	7.2	31.8	
730	9/08/2022	09h:01m:40s	0.5	31.8	790	10/08/2022	00h:01m:40s	-8	48.2	850	10/08/2022	15h:01m:40s	7.5	30.1	
731	9/08/2022	09h:16m:40s	1.2	32.1	791	10/08/2022	00h:16m:40s	-8	45.9	851	10/08/2022	15h:16m:40s	7.9	30.3	
732	9/08/2022	09h:31m:40s	2	34.5	792	10/08/2022	00h:31m:40s	-8	49.4	852	10/08/2022	15h:31m:40s	8	31.8	
733	9/08/2022	09h:46m:40s	2.2	34.7	793	10/08/2022	00h:46m:40s	-8	45.4	853	10/08/2022	15h:46m:40s	8	33.2	
734	9/08/2022	10h:01m:40s	2.8	31.4	794	10/08/2022	01h:01m:40s	-8	45.2	854	10/08/2022	16h:01m:40s	8	36.4	
735	9/08/2022	10h:16m:40s	3.5	31.9	795	10/08/2022	01h:16m:40s	-8	43.3	855	10/08/2022	16h:16m:40s	8	39.6	
736	9/08/2022	10h:31m:40s	3.7	31.5	796	10/08/2022	01h:31m:40s	-8	41.5	856	10/08/2022	16h:31m:40s	7.8	46.8	
737	9/08/2022	10h:46m:40s	4.6	29.6	797	10/08/2022	01h:46m:40s	-8	42.4	857	10/08/2022	16h:46m:40s	7.4	43.5	
738	9/08/2022	11h:01m:40s	5.4	28.4	798	10/08/2022	02h:01m:40s	-8	41.7	858	10/08/2022	17h:01m:40s	7.2	48.3	
739	9/08/2022	11h:16m:40s	6.1	27.9	799	10/08/2022	02h:16m:40s	-8	41.8	859	10/08/2022	17h:16m:40s	6.8	56.9	
740	9/08/2022	11h:31m:40s	6	28.6	800	10/08/2022	02h:31m:40s	-8	40.9	860	10/08/2022	17h:31m:40s	6.4	59.8	
741	9/08/2022	11h:46m:40s	7	27.2	801	10/08/2022	02h:46m:40s	-8	41.5	861	10/08/2022	17h:46m:40s	6	67.5	
742	9/08/2022	12h:01m:40s	6.7	26.3	802	10/08/2022	03h:01m:40s	-8	41.2	862	10/08/2022	18h:01m:40s	5.7	67	
743	9/08/2022	12h:16m:40s	7.7	23.8	803	10/08/2022	03h:16m:40s	-8	42.2	863	10/08/2022	18h:16m:40s	5.3	66.3	
744	9/08/2022	12h:31m:40s	7.5	24.1	804	10/08/2022	03h:31m:40s	-8	44.3	864	10/08/2022	18h:31m:40s	5	63	
745	9/08/2022	12h:46m:40s	5.5	23.3	805	10/08/2022	03h:46m:40s	-8	46.6	865	10/08/2022	18h:46m:40s	4.7	64.2	
746	9/08/2022	13h:01m:40s	5.9	24.7	806	10/08/2022	04h:01m:40s	-8	43	866	10/08/2022	19h:01m:40s	4.4	64.7	
747	9/08/2022	13h:16m:40s	6.3	23.7	807	10/08/2022	04h:16m:40s	-8	43.9	867	10/08/2022	19h:16m:40s	4.1	61.6	
748	9/08/2022	13h:31m:40s	6.6	23.1	808	10/08/2022	04h:31m:40s	-8	43.6	868	10/08/2022	19h:31m:40s	3.8	63.3	
749	9/08/2022	13h:46m:40s	6.9	20.5	809	10/08/2022	04h:46m:40s	-8	46.2	869	10/08/2022	19h:46m:40s	3.5	53	
750	9/08/2022	14h:01m:40s	7.2	21.9	810	10/08/2022	05h:01m:40s	-8	51.2	870	10/08/2022	20h:01m:40s	3.1	51.1	
751	9/08/2022	14h:16m:40s	7.4	20.4	811	10/08/2022	05h:16m:40s	-8	47.8	871	10/08/2022	20h:16m:40s	2.8	53.7	
752	9/08/2022	14h:31m:40s	7.5	22.4	812	10/08/2022	05h:31m:40s	-8	45.8	872	10/08/2022	20h:31m:40s	2.6	56.3	
753	9/08/2022	14h:46m:40s	7.6	20	813	10/08/2022	05h:46m:40s	-8	47.2	873	10/08/2022	20h:46m:40s	2.3	57.3	
754	9/08/2022	15h:01m:40s	7.6	20.7	814	10/08/2022	06h:01m:40s	-8	45.8	874	10/08/2022	21h:01m:40s	2	56.6	
755	9/08/2022	15h:16m:40s	7.8	35.7	815	10/08/2022	06h:16m:40s	-8	46.4	875	10/08/2022	21h:16m:40s	1.7	56.1	
756	9/08/2022	15h:31m:40s	7.9	39	816	10/08/2022	06h:31m:40s	-8	51	876	10/08/2022	21h:31m:40s	1.4	50.6	
757	9/08/2022	15h:46m:40s	7.8	45	817	10/08/2022	06h:46m:40s	-8	45.2	877	10/08/2022	21h:46m:40s	1.2	59.5	
758	9/08/2022	16h:01m:40s	7.5	42.4	818	10/08/2022	07h:01m:40s	-8	41.6	878	10/08/2022	22h:01m:40s	1	61	
759	9/08/2022	16h:16m:40s	7.2	49.8	819	10/08/2022	07h:16m:40s	-8	36.2	879	10/08/2022	22h:16m:40s	0.7	68.8	
760	9/08/2022	16h:31m:40s	6.9	49.1	820	10/08/2022	07h:31m:40s	-8	25.2	880	10/08/2022	22h:31m:40s	0.5	65.3	
761	9/08/2022	16h:46m:40s	6.5	54.3	821	10/08/2022	07h:46m:40s	-7.9	21.8	881	10/08/2022	22h:46m:40s	0.3	61.5	
762	9/08/2022	17h:01m:40s	6.2	46.9	822	10/08/2022	08h:01m:40s	-7.9	20.1	882	10/08/2022	23h:01m:40s	0.1	54.4	
763	9/08/2022	17h:16m:40s	5.9	54.7	823	10/08/2022	08h:16m:40s	-7.9	19.7	883	10/08/2022	23h:16m:40s	-0.1	53.9	
764	9/08/2022	17h:31m:40s	5.7	57.3	824	10/08/2022	08h:31m:40s	-7.8	21.3	884	10/08/2022	23h:31m:40s	-0.4	56	
765	9/08/2022	17h:46m:40s	-8	72	825	10/08/2022	08h:46m:40s	-7.7	22.4	885	10/08/2022	23h:46m:40s	-0.6	52.7	
766	9/08/2022	18h:01m:40s	-8	81	826	10/08/2022	09h:01m:40s	-7.6	24.3	886	10/08/2022	00h:01m:40s	-0.8	54	
767	9/08/2022	18h:16m:40s	-8	76.4	827	10/08/2022	09h:16m:40s	-7.5	24.5	887	11/08/2022	00h:16m:40s	-1	50.2	
768	9/08/2022	18h:31m:40s	-8	58.6	828	10/08/2022	09h:31m:40s	-7.3	29.1	888	11/08/2022	00h:31m:40s	-1.2	53.6	
769	9/08/2022	18h:46m:40s	-8	41.4	829	10/08/2022	09h:46m:40s	-7.2	26.5	889	11/08/2022	00h:46m:40s	-1.4	59.4	
770	9/08/2022	19h:01m:40s	-8	33.2	830	10/08/2022	10h:01m:40s	-6.9	28.2	890	11/08/2022	01h:01m:40s	-1.5	61.1	
771	9/08/2022	19h:16m:40s	-8	30.4	831	10/08/2022	10h:16m:40s	-6.9	27.3	891	11/08/2022	01h:16m:40s	-1.6	58.6	
772	9/08/2022	19h:31m:40s	-8	32	832	10/08/2022	10h:31m:40s	-6.5	27.9	892	11/08/2022	01h:31m:40s	-1.8	61	
773	9/08/2022	19h:46m:40s	-8	30.6	833	10/08/2022	10h:46m:40s	-6	28.4	893	11/08/2022	01h:46m:40s	-2	65.4	
774	9/08/2022	20h:01m:40s	-8	31.6	834	10/08/2022	11h:01m:40s	-6.1	26.5	894	11/08/2022	02h:01m:40s	-2.2	63.6	
775	9/08/2022	20h:16m:40s	-8	32.6	835	10/08/2022	11h:16m:40s	-6.1	25.5	895	11/08/2022	02h:16m:40s	-2.3	60.8	
776	9/08/2022	20h:31m:40s	-8	33.3	836	10/08/2022	11h:31m:40s	-5.8	26	896	11/08/2022	02h:31m:40s	-2.5	60.4	
777	9/08/2022	21h:01m:40s	-8	33.9	837	10/08/2022	11h:46m:40s	-4.9	27.5	897	11/08/2022	02h:46m:40s	-2.6	65	
778	9/08/2022	21h:16m:40s	-8	33.9	838	10/08/2022	12h:01m:40s	-3.3	24.7	898	11/08/2022	03h:01m:40s	-2.9	58.9	
779	9/08/2022	21h:31m:40s	-8	34.3	839	10/08/2022	12h:16m:40s	-3.2	30.8	899	11/08/2022	03h:16m:40s	-3	56.9	
780	9/08/2022	21h:46m:40s	-8	34.8	840	10/08/2022	12h:31m:40s	-3	27	900	11/08/2022	03h:31m:40s	-3.1	55.7	

Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESTS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01-G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TESTS LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO
POZA	: P - 01		: Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TIEMPO	: 11D 22H 30M 0S	ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05
RANGO LEC.	: 15 min	COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 0S
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	-8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	38.3 %

REGISTRO DE DATOS														
N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD
	LEC.	FECHA				HORA	° C				%	LEC.		
901	11/08/2022	03h:46m:40s	-3.3	55.9	961	11/08/2022	18h:46m:40s	-2.4	64.6	1021	12/08/2022	09h:46m:40s	-2.7	21.6
902	11/08/2022	04h:01m:40s	-3.4	58.7	962	11/08/2022	19h:01m:40s	-2.5	52.4	1022	12/08/2022	10h:01m:40s	-2.2	24.5
903	11/08/2022	04h:16m:40s	-3.5	55.4	963	11/08/2022	19h:16m:40s	-2.7	51.8	1023	12/08/2022	10h:16m:40s	-2	20
904	11/08/2022	04h:31m:40s	-3.5	61.6	964	11/08/2022	19h:31m:40s	-2.9	48.3	1024	12/08/2022	10h:31m:40s	-1.7	23.2
905	11/08/2022	04h:46m:40s	-3.6	65.3	965	11/08/2022	19h:46m:40s	-3	53.3	1025	12/08/2022	10h:46m:40s	-2	17.7
906	11/08/2022	05h:01m:40s	-3.6	67.1	966	11/08/2022	20h:01m:40s	-3.1	58.6	1026	12/08/2022	11h:01m:40s	-2	16.7
907	11/08/2022	05h:16m:40s	-3.7	70.2	967	11/08/2022	20h:16m:40s	-3.2	53.1	1027	12/08/2022	11h:16m:40s	-1.8	16.8
908	11/08/2022	05h:31m:40s	-3.7	67.9	968	11/08/2022	20h:31m:40s	-3.3	54.8	1028	12/08/2022	11h:31m:40s	-2.7	37.5
909	11/08/2022	05h:46m:40s	-3.7	63.7	969	11/08/2022	20h:46m:40s	-3.4	57.1	1029	12/08/2022	11h:46m:40s	-2.2	40.5
910	11/08/2022	06h:01m:40s	-3.9	61.1	970	11/08/2022	21h:01m:40s	-3.5	61.1	1030	12/08/2022	12h:01m:40s	-3.7	35
911	11/08/2022	06h:16m:40s	-4.1	58.2	971	11/08/2022	21h:16m:40s	-3.6	63.6	1031	12/08/2022	12h:16m:40s	-3.8	33.1
912	11/08/2022	06h:31m:40s	-4.3	57.9	972	11/08/2022	21h:31m:40s	-3.7	62.3	1032	12/08/2022	12h:31m:40s	-2.9	29.2
913	11/08/2022	06h:46m:40s	-4.5	55.5	973	11/08/2022	22h:01m:40s	-3.7	58.7	1033	12/08/2022	12h:46m:40s	-2.4	25.8
914	11/08/2022	07h:01m:40s	-4.7	48.8	974	11/08/2022	22h:01m:40s	-3.8	61.1	1034	12/08/2022	13h:01m:40s	-2.1	21.9
915	11/08/2022	07h:16m:40s	-4.8	36.9	975	11/08/2022	22h:16m:40s	-3.9	58.9	1035	12/08/2022	13h:16m:40s	-1.8	20.7
916	11/08/2022	07h:31m:40s	-4.7	31.7	976	11/08/2022	22h:31m:40s	-4	47.5	1036	12/08/2022	13h:31m:40s	-1.5	18.2
917	11/08/2022	07h:46m:40s	-4.5	25.4	977	11/08/2022	22h:46m:40s	-4	46.3	1037	12/08/2022	13h:46m:40s	-1.1	18.5
918	11/08/2022	08h:01m:40s	-4.4	23.4	978	11/08/2022	23h:01m:40s	-4	42.9	1038	12/08/2022	14h:01m:40s	-0.8	18.7
919	11/08/2022	08h:16m:40s	-4.2	22.2	979	11/08/2022	23h:16m:40s	-4.1	41.6	1039	12/08/2022	14h:16m:40s	-0.5	19.5
920	11/08/2022	08h:31m:40s	-4	27.6	980	11/08/2022	23h:31m:40s	-4.1	41.3	1040	12/08/2022	14h:31m:40s	-0.3	18.8
921	11/08/2022	08h:46m:40s	-3.3	23.4	981	11/08/2022	23h:46m:40s	-4.2	42.6	1041	12/08/2022	14h:46m:40s	0	20.7
922	11/08/2022	09h:01m:40s	-2.4	22	982	12/08/2022	00h:01m:40s	-4.3	43.7	1042	12/08/2022	15h:01m:40s	0.5	19.9
923	11/08/2022	09h:16m:40s	-1.6	20.8	983	12/08/2022	00h:16m:40s	-4.3	43.5	1043	12/08/2022	15h:16m:40s	0.9	18.6
924	11/08/2022	09h:31m:40s	-0.8	23.9	984	12/08/2022	00h:31m:40s	-4.4	44.1	1044	12/08/2022	15h:31m:40s	1.4	20.7
925	11/08/2022	09h:46m:40s	0	25.8	985	12/08/2022	00h:46m:40s	-4.4	45.4	1045	12/08/2022	15h:46m:40s	1.7	21.8
926	11/08/2022	10h:01m:40s	0.8	26.3	986	12/08/2022	01h:01m:40s	-4.4	44.6	1046	12/08/2022	16h:01m:40s	2.1	21.7
927	11/08/2022	10h:16m:40s	1.7	26.4	987	12/08/2022	01h:16m:40s	-4.5	44.1	1047	12/08/2022	16h:16m:40s	2.4	25.4
928	11/08/2022	10h:31m:40s	2.5	24.7	988	12/08/2022	01h:31m:40s	-4.5	49	1048	12/08/2022	16h:31m:40s	2.6	26.5
929	11/08/2022	10h:46m:40s	3.4	25	989	12/08/2022	02h:01m:40s	-4.6	45.6	1049	12/08/2022	16h:46m:40s	2.8	25.4
930	11/08/2022	11h:01m:40s	4.2	25.9	990	12/08/2022	02h:16m:40s	-4.7	45.7	1050	12/08/2022	17h:01m:40s	2.9	35
931	11/08/2022	11h:16m:40s	4.9	23.9	991	12/08/2022	02h:31m:40s	-4.7	48.6	1051	12/08/2022	17h:16m:40s	2.9	41.2
932	11/08/2022	11h:31m:40s	5.7	25.4	992	12/08/2022	02h:46m:40s	-4.8	48.3	1052	12/08/2022	17h:31m:40s	2.8	41.2
933	11/08/2022	11h:46m:40s	6.4	24.3	993	12/08/2022	02h:46m:40s	-4.8	48.4	1053	12/08/2022	17h:46m:40s	2.6	36.5
934	11/08/2022	12h:01m:40s	7.1	24.5	994	12/08/2022	03h:01m:40s	-4.9	55.7	1054	12/08/2022	18h:01m:40s	-0.9	50.7
935	11/08/2022	12h:16m:40s	7.7	26.4	995	12/08/2022	03h:16m:40s	-5	57.4	1055	12/08/2022	18h:16m:40s	-2.9	43.8
936	11/08/2022	12h:31m:40s	8.4	24.7	996	12/08/2022	03h:31m:40s	-5	52.9	1056	12/08/2022	18h:31m:40s	-3.8	47.4
937	11/08/2022	12h:46m:40s	9	22.3	997	12/08/2022	03h:46m:40s	-5.1	50.1	1057	12/08/2022	18h:46m:40s	-3.2	54.7
938	11/08/2022	13h:01m:40s	9.5	22.8	998	12/08/2022	04h:01m:40s	-5.2	56.5	1058	12/08/2022	19h:01m:40s	-3	57.3
939	11/08/2022	13h:16m:40s	10	22.1	999	12/08/2022	04h:16m:40s	-5.2	57.7	1059	12/08/2022	19h:16m:40s	-3.4	56.5
940	11/08/2022	13h:31m:40s	10.3	21.4	1000	12/08/2022	04h:31m:40s	-5.3	60.6	1060	12/08/2022	19h:31m:40s	-3.4	37.3
941	11/08/2022	13h:46m:40s	10.6	19.1	1001	12/08/2022	04h:46m:40s	-5.4	59	1061	12/08/2022	19h:46m:40s	-3.4	37.3
942	11/08/2022	14h:01m:40s	10.8	21	1002	12/08/2022	05h:01m:40s	-5.5	61.4	1062	12/08/2022	20h:01m:40s	-3.5	35.4
943	11/08/2022	14h:16m:40s	11	20.3	1003	12/08/2022	05h:16m:40s	-5.6	59.1	1063	12/08/2022	20h:16m:40s	-3.6	35.1
944	11/08/2022	14h:31m:40s	11.2	21.3	1004	12/08/2022	05h:31m:40s	-5.7	53.5	1064	12/08/2022	20h:31m:40s	-3.6	35
945	11/08/2022	14h:46m:40s	11.3	18.5	1005	12/08/2022	05h:46m:40s	-5.8	59.9	1065	12/08/2022	20h:46m:40s	-3.6	38
946	11/08/2022	15h:01m:40s	11.3	19.7	1006	12/08/2022	06h:01m:40s	-5.9	60.6	1066	12/08/2022	21h:01m:40s	-3.6	38.2
947	11/08/2022	15h:16m:40s	11.3	18.1	1007	12/08/2022	06h:16m:40s	-6	60.1	1067	12/08/2022	21h:16m:40s	-3.7	38.4
948	11/08/2022	15h:31m:40s	11.3	19.7	1008	12/08/2022	06h:31m:40s	-6.1	58	1068	12/08/2022	21h:31m:40s	-3.7	40.5
949	11/08/2022	15h:46m:40s	11.1	20.9	1009	12/08/2022	06h:46m:40s	-6.1	56.6	1069	12/08/2022	21h:46m:40s	-3.8	41.6
950	11/08/2022	16h:01m:40s	10.8	21.3	1010	12/08/2022	07h:01m:40s	-6.1	49.9	1070	12/08/2022	22h:01m:40s	-3.8	41.5
951	11/08/2022	16h:16m:40s	0.9	23.2	1011	12/08/2022	07h:16m:40s	-6.1	38.6	1071	12/08/2022	22h:16m:40s	-3.8	42.4
952	11/08/2022	16h:31m:40s	-2.5	25.7	1012	12/08/2022	07h:31m:40s	-6	28	1072	12/08/2022	22h:31m:40s	-4	40.8
953	11/08/2022	16h:46m:40s	-2.5	26.7	1013	12/08/2022	07h:46m:40s	-5.6	23	1073	12/08/2022	22h:46m:40s	-3.9	46.3
954	11/08/2022	17h:01m:40s	-2.8	29.4	1014	12/08/2022	08h:01m:40s	-5.1	22.3	1074	12/08/2022	23h:01m:40s	-3.9	40.9
955	11/08/2022	17h:16m:40s	-2.6	34.4	1015	12/08/2022	08h:16m:40s	-4.7	26.2	1075	12/08/2022	23h:16m:40s	-4	43.4
956	11/08/2022	17h:31m:40s	-2.1	44.3	1016	12/08/2022	08h:31m:40s	-4.4	27.5	1076	12/08/2022	23h:31m:40s	-4	42.2
957	11/08/2022	18h:01m:40s	-2	65.1	1017	12/08/2022	08h:46m:40s	-4.2	29	1077	12/08/2022	23h:46m:40s	-4.1	44.3
958	11/08/2022	18h:16m:40s	-2	65.1	1018	12/08/2022	09h:01m:40s	-3.9	23	1078	13/08/2022	00h:01m:40s	-4.1	44.3
959	11/08/2022	18h:31m:40s	-2	59.8	1019	12/08/2022	09h:16m:40s	-3.6	22.5	1079	13/08/2022	00h:16m:40s	-4.1	43.2
960	11/08/2022	18h:46m:40s	-2											

REPORTE DE DATOS DE CONTROL DE TEMPERATURA

CONTROL DE TEMPERATURA - ENSAYOS CBR

TESTS	: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE CALCIO Y ACEITE SULFANADO EN LAS PROPIEDADES DE BASE GRANULAR EN ESTADOS DE CONGELAMIENTO EN LA REGIÓN PUNO - 2022"	Registro N°	: T-UC_JML-CPM-05/22-01-G&C
		Fecha	: 13 de Agosto del 2022

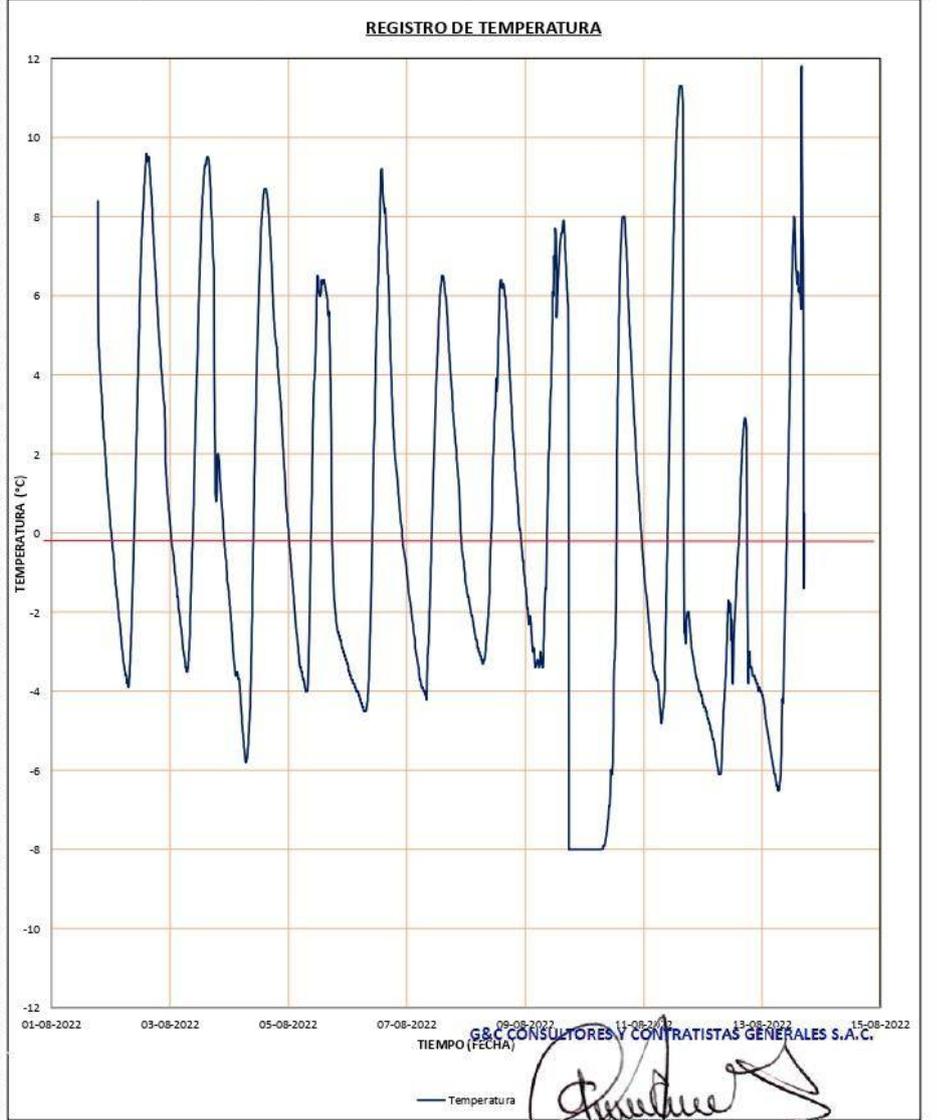
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO G&C GEOTECHNIK MATERIAL TESTS LABOR		
MATERIAL	: AGUA	SOLICITANTE	: Bach. JUAN GABRIEL MAMANI LARICO
POZA	: P - 01		: Bach. CRISTIAN ALBER PARI MAMANI
TIEMPO	: 11D 22H 30M 0S	ARCHIVO CREADO	: 13-08-2022 17:23:05
RANGO LEC.	: 15 min	COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

INFORMACIÓN DEL DISPOSITIVO			
MODELO DE DISPOSITIVO	: RC-61	NÚMERO DE SERIE	: EFF202300162
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	: RC-61 temperature & humidity Data Logger	UNIDAD DE TEMPERATURA	: °C
ESPACIO TOTAL	: 16000	INTERVALO DE REGISTRO	: 15m
MODO DE ALMACENAMIENTO	: Detente cuando esté lleno	HORA DE INICIO	: 01-08-2022 18:46:40

RESUMEN			
PUNTOS DE DATOS	: 1147	TIEMPO DE GRABACIÓN	: 11D 22H 30M 0S
PRIMERA LECTURA	: 01-08-2022 18:46:40	ÚLTIMA LECTURA	: 13-08-2022 17:16:40
MÁXIMO(TEMPERATURA)	11.8 °C	MÁXIMO(HUMEDAD)	95.9 %
MÍNIMO(TEMPERATURA)	-8.0 °C	MÍNIMO(HUMEDAD)	14.6 %
PROMEDIO(TEMPERATURA)	0.2 °C	PROMEDIO(HUMEDAD)	38.3 %

REGISTRO DE DATOS														
N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD	N°.	TIEMPO		TEMPERATURA	HUMEDAD
	LEC.	FECHA				HORA	° C				%	LEC.		

1081	13/08/2022	00h : 46m : 40s	-4.3	48.2	1146	13/08/2022	17h : 01m : 40s	-1.2	28.1
1082	13/08/2022	01h : 01m : 40s	-4.4	45	1147	13/08/2022	17h : 16m : 40s	0.5	95.9
1083	13/08/2022	01h : 16m : 40s	-4.6	45.1					
1084	13/08/2022	01h : 31m : 40s	-4.7	43.3					
1085	13/08/2022	01h : 46m : 40s	-4.8	44.9					
1086	13/08/2022	02h : 01m : 40s	-4.9	44.1					
1087	13/08/2022	02h : 16m : 40s	-5	43.4					
1088	13/08/2022	02h : 31m : 40s	-5.1	45.1					
1089	13/08/2022	02h : 46m : 40s	-5.2	46.5					
1090	13/08/2022	03h : 01m : 40s	-5.3	49					
1091	13/08/2022	03h : 16m : 40s	-5.4	52.2					
1092	13/08/2022	03h : 31m : 40s	-5.5	52.6					
1093	13/08/2022	03h : 46m : 40s	-5.6	52					
1094	13/08/2022	04h : 01m : 40s	-5.7	54.6					
1095	13/08/2022	04h : 16m : 40s	-5.8	50.1					
1096	13/08/2022	04h : 31m : 40s	-5.9	52.7					
1097	13/08/2022	04h : 46m : 40s	-6	50.1					
1098	13/08/2022	05h : 01m : 40s	-6.1	52.1					
1099	13/08/2022	05h : 16m : 40s	-6.1	52					
1100	13/08/2022	05h : 31m : 40s	-6.2	51.4					
1101	13/08/2022	05h : 46m : 40s	-6.3	51.9					
1102	13/08/2022	06h : 01m : 40s	-6.4	50.5					
1103	13/08/2022	06h : 16m : 40s	-6.4	53.7					
1104	13/08/2022	06h : 31m : 40s	-6.5	53.2					
1105	13/08/2022	06h : 46m : 40s	-6.5	54.9					
1106	13/08/2022	07h : 01m : 40s	-6.5	54.6					
1107	13/08/2022	07h : 16m : 40s	-6.3	55.6					
1108	13/08/2022	07h : 31m : 40s	-6.2	51.8					
1109	13/08/2022	07h : 46m : 40s	-5.8	49.2					
1110	13/08/2022	08h : 01m : 40s	-5.1	47.9					
1111	13/08/2022	08h : 16m : 40s	-4.2	49.9					
1112	13/08/2022	08h : 31m : 40s	-4.3	50.1					
1113	13/08/2022	08h : 46m : 40s	-3.9	51.5					
1114	13/08/2022	09h : 01m : 40s	-3	41.9					
1115	13/08/2022	09h : 16m : 40s	-2.3	35.3					
1116	13/08/2022	09h : 31m : 40s	-1.6	32					
1117	13/08/2022	09h : 46m : 40s	-1	29.2					
1118	13/08/2022	10h : 01m : 40s	-0.9	27.6					
1119	13/08/2022	10h : 16m : 40s	0.5	24.4					
1120	13/08/2022	10h : 31m : 40s	1.3	23.9					
1121	13/08/2022	10h : 46m : 40s	2.1	24.6					
1122	13/08/2022	11h : 01m : 40s	2.9	23.2					
1123	13/08/2022	11h : 16m : 40s	3.7	23					
1124	13/08/2022	11h : 31m : 40s	4.4	24.9					
1125	13/08/2022	11h : 46m : 40s	5.1	27.4					
1126	13/08/2022	12h : 01m : 40s	5.8	30.8					
1127	13/08/2022	12h : 16m : 40s	6.5	31.7					
1128	13/08/2022	12h : 31m : 40s	7.2	33.2					
1129	13/08/2022	12h : 46m : 40s	7.6	32.9					
1130	13/08/2022	13h : 01m : 40s	8	36.2					
1131	13/08/2022	13h : 16m : 40s	7.9	38.4					
1132	13/08/2022	13h : 31m : 40s	7.3	30.6					
1133	13/08/2022	13h : 46m : 40s	6.7	29					
1134	13/08/2022	14h : 01m : 40s	6.6	27.6					
1135	13/08/2022	14h : 16m : 40s	6.3	29.4					
1136	13/08/2022	14h : 31m : 40s	6.6	28.6					
1137	13/08/2022	14h : 46m : 40s	6.5	27.9					
1138	13/08/2022	15h : 01m : 40s	6.1	26.5					
1139	13/08/2022	15h : 16m : 40s	6.2	27.2					
1140	13/08/2022	15h : 31m : 40s	5.7	29.2					
1141	13/08/2022	15h : 46m : 40s	5.7	30.2					
1142	13/08/2022	16h : 01m : 40s	11.8	29.2					
1143	13/08/2022	16h : 16m : 40s	11.8	40.1					
1144	13/08/2022	16h : 31m : 40s	7.4	52.1					
1145	13/08/2022	16h : 46m : 40s	7.3	46.2					



Bach. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI : 47136310

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Anexo H. Ficha Técnica: Higrómetro digital



DE LAS ROCAS
INGENIEROS S.A.C.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CERTIFICATE OF CALIBRATION

STATEMENT OF CALIBRATION Elitech certifies that the products mentioned on the following page have been thoroughly tested, validated and meet performance accuracy specifications over the stated ranges. Calibration expires two years from the date of production.

REFERENCE EQUIPMENT Constant Temperature Trough of Low Temperature Model HC-2010 Accuracy $\pm 0.05^\circ\text{C}$; Low-Temperature checking Equipment Model ATL60 Accuracy $\pm 0.015^\circ\text{C}$; Dew-Point Meter Model rotronic Accuracy $\pm 1\%RH$. All reference instruments are calibrated by Shenzhen Tiansu Calibration and Testing Co., LTD, a CNAS(China National Accreditation Service) accredited laboratory, and traceable to NIST according to Multi-Recognition Agreement.

Temp Accuracy $-20\sim+40^\circ\text{C}(\pm 0.5^\circ\text{C})$ Others $\pm 1.0^\circ\text{C}$

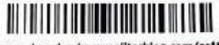
Validation Points	Tolerance	Result
+60°C	$\pm 1.0^\circ\text{C}$	PASS
+40°C	$\pm 0.5^\circ\text{C}$	PASS
+25°C	$\pm 0.5^\circ\text{C}$	PASS
0°C	$\pm 0.5^\circ\text{C}$	PASS
-5°C	$\pm 0.5^\circ\text{C}$	PASS
-25°C	$\pm 1.0^\circ\text{C}$	PASS

Humi Accuracy $25^\circ\text{C}, 20\sim 80\%RH(\pm 3\%RH)$; Others $\pm 5\%RH$

Validation Points	Tolerance	Result
70%RH	$\pm 3\%RH$	PASS
60%RH	$\pm 3\%RH$	PASS
50%RH	$\pm 3\%RH$	PASS
40%RH	$\pm 3\%RH$	PASS
30%RH	$\pm 3\%RH$	PASS
20%RH	$\pm 3\%RH$	PASS

model serial number

Model: RC-61 S/N: EFF202300162



Software download: www.elitechlog.com/software

Elitech Technology, Inc.
www.elitechlog.com
1551 McCarthy Blvd, Suite 112
Milpitas, CA 95035 USA

INSPECT BY *Jasme Ma*

FICHA TECNICA

08/01/11

CON-AID SUPER®.

El Estabilizador de Suelos Para Carreteras

CON-AID SUPER es un compuesto aniónico sintético derivado del ácido sulfónico ($R - SO_3H$), especialmente producido por CON-AID (PTY) LTD para propósitos de estabilización de suelos, aprobado y conforme a las siguientes especificaciones:

- *Totalmente dispersable en agua
- *No inflamable
- *No corrosivo
- *No peligroso
- *No tóxico (Certificación INTI)
- *Totalmente benigno para el usuario y el medio ambiente

- *Aniónico = 23% como mínimo
- *Contenido de sólidos = 23% como mínimo (Secado a 110°C máximo)
- *PH = 0.85 + / - 0.15. (No corrosivo a dilución de trabajo).
- *Viscosidad cps = 600 ± 100 (a 25 °C) (Coaxial Rion - Rotor 3 - Bajo rango, Modelo VA-04)
- *Peso específico a 25 °C = 1,01 ± 0,015
- *Reducción LL (e IP, al mantener cte. LP) : Min. 10%
- *Reducción Hinchamiento: Min. 70%
- *Aumento de Valor Soporte: Min. 80%
- *Aumento RCI: Min. 50%

Anexo J. Ficha Técnica: Cloruro de Calcio



Compañía Química Industrial S.R.L.
Av. De Las Américas Nro. 256 - Balconcillo - La Victoria - Lima - Perú
Central: +51-1-2653000 E-mail: info@coquinperu.com

FICHA TÉCNICA

Cloruro Calcio

❖ **Descripción:**

Es un compuesto químico, inorgánico, mineral utilizado como medicamento en enfermedades o afecciones ligadas al exceso o deficiencia de calcio en el organismo. También es utilizado en la industria alimentaria.

❖ **Fórmula Química:** CaCl₂

❖ **Masa Molar:** 111 gr./mol.

❖ **Especificaciones Técnicas:**

Item	Especificación	Resultado
Apariencia	Escamas Blancas	Escamas Blancas
Cloruro Calcio	77% min	77.5%
Cloruro Sodio	5% máx	2.5%
Cloruro Magnesio	0.5% máx	0.2%
Hidróxido de Calcio	0.35% máx	0.20%
Sustancia Insoluble en Agua	0.2% máx	0.1%
Hierro	0.005% máx	0.004%
Metales Pesados	0.002% máx	0.001%
pH	8-11	9

❖ **Aplicaciones:**

Entre sus aplicaciones está conservar de manera más eficiente el calcio de la leche que contienen los quesos y que facilita el proceso de cuajado. Algo que se aplica también en los vegetales enlatados como por ejemplo la soja o el tofu.

*Datos proporcionados por nuestro proveedor





Compañía Química Industrial S.R.L.

Av. De Las Américas Nro. 256 - Balconcillo - La Victoria - Lima - Perú
Central: +51-1-2653000 E-mail: info@coquinperu.com

En la elaboración de la cerveza se usa para bajar el ph. Mezclado con agua conseguimos ese efecto a la vez que la endurecemos, mejorando la fermentación y el sabor.

Adicionalmente, puede ser inyectado como terapia intravenosa para el tratamiento de hipocalcemia y puede ser usado en casos de intoxicación por magnesio.

- ❖ **Vida útil:** 2 Años a partir de la fecha de fabricación en su empaque original
- ❖ **Presentación:** Saco de 25 Kg.
- ❖ **País de Origen:** China

*Datos proporcionados por nuestro proveedor



Anexo K. Panel Fotográfico

1. <u>Extracción de material de cantera: Ruta PE-3SQ (15) Km63+850 LI</u>	
	
<p>Foto 1: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI Extracción de muestra para ensayos de laboratorio</p>	<p>Foto 2: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI Extracción de muestra para ensayos de laboratorio</p>
	
<p>Foto 3: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI Extracción de muestra para ensayos de laboratorio</p>	<p>Foto 4: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI Traslado de material al laboratorio para ensayos de laboratorio</p>

2. <u>Ensayos de Laboratorio : Suelo Patrón (Ruta PE-3SQ Km63+9850 LI)</u>	
	
<p>Foto 1: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI Ensayo de Granulometría en laboratorio</p>	<p>Foto 2: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI Ensayo de Límite líquido de muestra</p>

2. Ensayos de Laboratorio : Suelo Patrón (Ruta PE-3SQ Km63+9850 LI)



Foto 3: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI
Preparación de material para ensayo de compactación.



Foto 4: Cantera Ruta PE-3SQ Km63+850 LI
Preparación de material para ensayo de compactación.



Foto 5: Ensayo CRB (Temp. Congelamiento)
Contenido de humedad: Suelo patrón



Foto 6: Ensayo CRB (Temp. Congelamiento)
Ensayo de CBR Suelo Patrón: Expansión



Foto 9: Ensayo CRB (Temp. congelamiento)
Expansión: Suelo patrón



Foto 10: Ensayo CRB (Temp. Congelamiento)
Penetración: Suelo patrón

3. Ensayos de Laboratorio : Suelo Patrón + Aceite Sulfonado (0.2,0.25,0.30,0.35 y 0.40 %)



Foto 1: Límites de Consistencia Dosificación de material



Foto 2: Proctor Modificado Compactación



Foto 3: Proctor Modificado Contenido de humedad



Foto 4: Límites de Consistencia Ensayo de Compactación



Foto 5: CBR Ensayo de Penetración



Foto 6: Ensayo CRB (Temp. Congelamiento) Expansión

4. Ensayos de Laboratorio : Suelo Patrón + Cloruro de calcio (0.5,0.1,0.15,0.20 y 0.25

%)



Foto 1: Límites de consistencia
Límite Liquido



Foto 2: Proctor Modificado
Dosificación (Cloruro de calcio + agua)



Foto 3: Proctor Modificado
Dosificación de material (Suelo Patrón)



Foto 4: Proctor Modificado
Combinación (Periodo de maduración)



Foto 5: Proctor Modificado
Compactación



Foto 6: CBR
Compactación de material

4. Ensayos de Laboratorio : Suelo Patrón + Cloruro de calcio (0.5,0.1,0.15,0.20 y 0.25 %)



191 392087 8246735
2730 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio
CBR
Penetración (Suelo patrón+ Cloruro de calcio)
lunes, 25 de julio de 2022 14:31:47.989

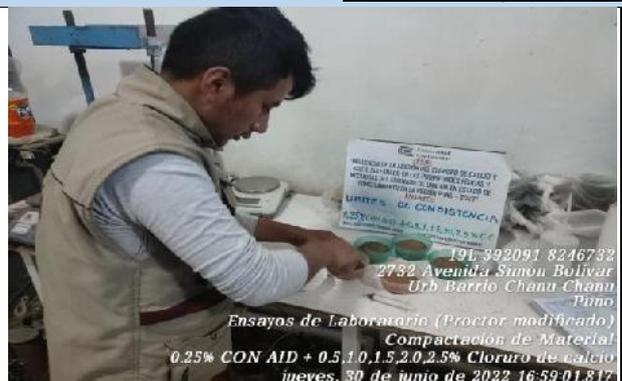
Foto 7: CBR
Compactación



191 392073 8246742
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio
CBR
Congelamiento de muestra (Suelo patrón + CON AID)
martes, 26 de julio de 2022 16:48:55.055

Foto 8: CBR
Congeladora

5. Ensayos de Laboratorio : Cloruro de calcio (0.5,0.1,0.15,0.20 y 0.25 %) + Aceite Sulfonado (0.20, 0.25, 0.30, 0.35 y 0.40 %)



191 392091 8246732
2732 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Compactación de Material
0.25% CON AID + 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5% Cloruro de calcio
jueves, 30 de junio de 2022 16:59:01.817

Foto 1: Límites de consistencia
Límite Líquido



191 392074 8246727
2730 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Dosificaciones de Material
0.25% CON AID + 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5% Cloruro de calcio
jueves, 30 de junio de 2022 14:32:22.899

Foto 2: Límites de consistencia
Dosificación de material (Cloruro de calcio + CONAID)



191 392073 8246734
2732 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Dosificación de materiales
CON AID + Cloruro de calcio
viernes, 8 de julio de 2022 16:27:57.774

Foto 3: Proctor Modificado
Dosificación de material (Suelo patrón)



191 392067 8246734
2732 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Dosificación de Material
0.35% CON AID + 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5% Cloruro de calcio
viernes, 1 de julio de 2022 15:16:19.700

Foto 4: Proctor Modificado
Combinación de materiales

5. Ensayos de Laboratorio : Cloruro de calcio (0.5,0.1,0.15,0.20 y 0.25 %) + Aceite Sulfonado (0.20, 0.25, 0.30, 0.35 y 0.40 %)



191. 392073 8246731
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Compactación
0.20% CON AID + 2.0% Cloruro de calcio
lunes, 4 de julio de 2022 14:28:00.277



191. 392077 8246727
2732 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Compactación de Material
0.25% CON AID + 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5% Cloruro de calcio
jueves, 30 de junio de 2022 15:58:31.057

**Foto 5: Proctor Modificado
Compactación**

**Foto 6: Proctor Proctor Modificado
Compactación**



191. 392075 8246724
2732 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Contenido de humedad
CON AID + Cloruro de calcio
viernes, 8 de julio de 2022 12:37:17.658



191. 392077 8246727
2730 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio (Proctor modificado)
Contenido de humedad
CON AID + Cloruro de calcio
viernes, 8 de julio de 2022 12:57:17.573

**Foto 7: Proctor Modificado
Contenido de humedad**

**Foto 8: Proctor Modificado
Contenido de humedad**



191. 392107 8246738
2730 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio
CBR
Dosificación de material (CON AID + Cloruro de calcio)
viernes, 22 de julio de 2022 15:56:40.030



191. 392074 8246725
2732 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio
CBR
Dosificación de materiales
Suelo patrón + 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5% Cloruro de calcio
Ruta PE-3SQ (15) Tramo V
jueves, 14 de julio de 2022 12:22:40.392

**Foto 9: CBR
Dosificación de materiales**

**Foto 10: CBR
Dosificación de materiales**



191. 392092 8246729
2730 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio
CBR
Compactación (CON AID + Cloruro de calcio)
lunes, 8 de agosto de 2022 12:35:51.124



191. 392055 8246736
2712 Avenida Simon Bolivar
Urb Barrio Chanu Chanu
Puno
Ensayos de Laboratorio
CBR
Compactación (CON AID + Cloruro de calcio)
martes, 9 de agosto de 2022 11:59:22.033

**Foto 11: CBR
Compactación**

**Foto 12: CBR
Dosificación de materiales**

5. Ensayos de Laboratorio : Cloruro de calcio (0.5,0.1,0.15,0.20 y 0.25 %) + Aceite Sulfonado (0.20, 0.25, 0.30, 0.35 y 0.40 %)



Foto 13: CBR
Expansión



Foto 14: CBR
Expansión



Foto 15: CBR
Lectura de Expansión



Foto 16: CBR
Penetración



Foto 17: CBR
Contenido de Humedad



Foto 18: CBR
Penetración

6. Ensayos de Laboratorio : Otros



Foto 1: Adición de Aceite sulfonado.



Foto 2: Congelamiento de agua



**Foto 3: Congeladora utilizada
Lectura de temperatura**



**Foto 4: Congeladora utilizada
Congelamiento de agua**



**Foto 7: CBR, Lectura de temperatura
Lectura de temperatura durante el periodo de
expansión**



**Foto 8: Higrómetro digital
Mecanismo para control de temperatura**



**Foto 9: Congeladora
Mecanismo utilizado para congelamiento de
agua**



**Foto 10: Congeladora
Congelamiento de agua.**