

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD MAXIMA SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jordan Matheus Ñaupari Aparco

Asesor:

Mg. Ing. Paula Rojas Julian

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada en primer lugar a Dios quien me bendijo en abundancia dándome a mis padres, bendiciéndome en salud para poder seguir adelante y alcanzar mis anhelos como persona y profesional.

A mi padre quien fue mi primer maestro, amigo y guía de quien aprendí que todo esfuerzo tiene su recompensa, a nunca darme por vencido a pesar de las dificultades del camino y sé que desde el cielo sigue conmigo guiándome por el buen camino.

A mi madre que sigue conmigo acompañándome y mostrándome su apoyo siempre incondicional, gracias a ambos por ser pilares fundamentales en mi vida que sin su guía y apoyo no sería posible el haber llegado hasta aquí y haber culminado con mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios quien me bendijo en abundancia dándome a mis padres, bendiciéndome en salud para poder seguir adelante y alcanzar mis anhelos como persona y profesional

A mis padres Dionisio Benedicto Ñaupari Millan y Maria Rosa Aparco Marin, por su amor, comprensión y ayuda incondicional a lo largo de toda mi vida, siempre confiaron en mí y no lo habría logrado sin ustedes, sin ese apoyo y motivación el cual era mi aliento para seguir adelante.

A la universidad Privada del Norte donde me forme y del cual me llevo buenos momentos llenos de aprendizaje y de felicidad, los cuales llevare siempre presente durante mi vida.

INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE ECUACIONES.....	11
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Antecedentes de la investigación.....	16
1.3. Bases Teóricas	22
1.3.1. Mecánica de Suelos	22
1.3.1.1. Tipos de Suelos	23
1.3.2. Estabilización de suelos.....	25
1.3.2.1. Tipos de Estabilización de suelos.....	29
1.3.3. Pavimento 35	
1.3.3.1. Partes de un pavimento.....	35
1.4. Formulación del problema.....	37
1.4.1. Problema General	37
1.4.2. Problemas Específicos.....	37
1.5. Objetivos.....	38
1.5.1. Objetivo General	38
1.5.2. Objetivos Específicos	38
1.6. Hipótesis	39
1.6.1. Hipótesis General	39
1.6.2. Hipótesis Especificas.....	39
CAPITULO II. METODOLOGIA.....	41
2.1. Tipo de Investigación	41
2.1.1. Tipo 41	
2.1.2. Diseño de Investigación	41

2.2.	Operacionalización de variables	42
2.3.	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	43
2.3.1.	Población	43
2.3.2.	Muestra	43
2.3.3.	Unidad de Estudio	44
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	45
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	45
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	45
2.4.3.	Técnica de análisis.....	45
2.4.3.1.	Procedimiento de análisis estadístico	46
2.5.	Procedimiento de recolección de datos	47
2.5.1.	Campo	49
2.5.2.	Ensayos de laboratorio	49
2.5.3.	Muestreo de ensayos de laboratorio	53
2.5.4.	Propiedades índice.....	55
2.5.4.1.	Contenido de Humedad (NTP 339.127:1998 / MTC E-108 / ASTM D-2216)	55
2.5.4.2.	Granulometría (NTP 339.128:1999 / MTC E-204 / ASTM D-6913)	55
2.5.4.3.	Límite de Atterberg (NTP 339.129:1999 /ASTM D-4318)	57
2.5.4.3.1.	Limite Liquido (MTC E-110).....	57
2.5.4.3.2.	Limite Plástico (MTC E-111).....	58
2.5.4.3.3.	Índice de plasticidad	59
2.5.4.4.	Clasificación del suelo.....	60
2.5.4.4.1.	Clasificación SUCS (ASTM D-2487)	60
2.5.4.4.2.	Clasificación AASHTO (ASTM D-3282).....	63
2.5.4.5.	Proctor Modificado (NTP 339.141:1991 / MTC E-115 / ASTM D-1557)	66
2.5.4.6.	CBR (California Bearing Ratio) (NTP 339.145:1999 / MTC E-132/ ASTM D-1883)	68
CAPITULO III. RESULTADOS		71
3.1.	Ensayos de laboratorio.....	71
3.1.1.	Granulometría, clasificación SUCS Y AASHTO	71

3.1.1.	Límites de Atterberg.....	71
3.1.2.	Contenido de humedad.....	72
3.1.3.	Proctor Modificado.....	72
3.1.4.	CBR (California bearing ratio).....	74
3.2.	Resultados estadísticos del análisis de datos.....	76
3.2.1.	Prueba de Normalidad.....	76
3.2.2.	Análisis de Varianza.....	76
3.2.3.	Prueba Turkey.....	77
CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....		83
4.1.	Discusión.....	83
4.1.1.	Granulometría, clasificación SUCS y AASHTO.....	83
4.1.2.	Límites de Atterberg.....	83
4.1.3.	Contenido de Humedad.....	84
4.1.4.	Proctor Modificado.....	85
4.1.5.	CBR (California Bearing Ratio).....	87
4.1.6.	Prueba de Normalidad.....	91
4.1.7.	Análisis de la Varianza.....	91
4.1.8.	Prueba de Turkey.....	92
4.2.	Conclusiones.....	92
4.3.	Recomendaciones.....	93
REFERENCIAS.....		95
ANEXO.....		98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Categoría de Subrasante</i>	36
Tabla 2 <i>Operacionalización de la variable independiente</i>	42
Tabla 3 <i>Operacionalización de la variable dependiente.</i>	42
Tabla 4 <i>Ensayos de la muestra patrón</i>	43
Tabla 5 <i>Ensayos Proctor de muestra más adición de cal y aceite sulfonado.</i>	44
Tabla 6 <i>Ensayos CBR de muestra más adición de cal y aceite sulfonado</i>	44
Tabla 7 <i>Recomendación de dosificación de Aceite sulfonato según Proveedor</i>	53
Tabla 8 <i>Dilución de aceite sulfonato en agua</i>	54
Tabla 9 <i>Clasificación de suelos según tamaño de partículas</i>	56
Tabla 10 <i>Clasificación de suelos según su índice de plasticidad</i>	59
Tabla 11 <i>Prefijos y sufijos para cada tipo de suelo</i>	60
Tabla 12 <i>Clasificación SUCS</i>	61
Tabla 13 <i>Clasificación de suelos según indica de grupo</i>	64
Tabla 14 <i>Clasificación de suelos y mezclas de suelos y agregados AASHTO (ASTM D-3282)</i> ..	65
Tabla 15 <i>Especificaciones para la prueba Proctor modificado</i>	66
Tabla 16 <i>Dosificación de cal y aceite sulfonado para ensayo Proctor Modificado</i>	68
Tabla 17 <i>Dosificación de cal y aceite sulfonado para ensayo CBR</i>	70
Tabla 18 <i>Resumen del ensayo de granulometría y clasificación SUCS y AASHTO</i>	71
Tabla 19 <i>Resumen del ensayo de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad</i>	71
Tabla 20 <i>Resumen del ensayo contenido de humedad</i>	72
Tabla 21 <i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio.</i>	72
Tabla 22 <i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + cal</i>	72

Tabla 23	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 2%</i>	
	<i>Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado</i>	73
Tabla 24	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 4%</i>	
	<i>Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado</i>	73
Tabla 25	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 6%</i>	
	<i>Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado</i>	73
Tabla 26	<i>Resumen de los resultados del ensayo CBR del material propio</i>	74
Tabla 27	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + Cal</i>	74
Tabla 28	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 2%</i>	
	<i>Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado</i>	74
Tabla 29	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 4%</i>	
	<i>Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado</i>	75
Tabla 30	<i>Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 6%</i>	
	<i>Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado</i>	75
Tabla 31	<i>Prueba de Normalidad de Shapiro - Wilk.....</i>	76
Tabla 32	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas</i>	76
Tabla 33	<i>Resultado del Análisis de Varianza</i>	77
Tabla 34	<i>Resultados de la prueba Turkey.....</i>	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Arcilla caolinítica</i>	24
Figura 2 <i>Arcilla montmorilonítica</i>	25
Figura 3 <i>Arcilla íltica</i>	25
Figura 4 <i>Guía Referencial para la sustitución del tipo de Estabilizador</i>	27
Figura 5 <i>Guía Complementaria Referencial para la selección del Tipo de Estabilizador</i>	28
Figura 6 <i>Tipos de Estabilización de suelos</i>	29
Figura 7 <i>Estructura del Pavimento</i>	35
Figura 8 <i>Procedimiento de recolección de datos</i>	48
Figura 9 <i>Excavación para la extracción de muestra</i>	49
Figura 10 <i>Carta de plasticidad Casagrande</i>	62
Figura 11 <i>Análisis de resultados de Límites de Atterberg</i>	83
Figura 12 <i>Análisis de resultados del contenido de Humedad</i>	84
Figura 13 <i>Análisis comparativo de las máximas densidades secas</i>	85
Figura 14 <i>Análisis comparativo del óptimo contenido de humedad</i>	86
Figura 15 <i>Análisis comparativo del CBR (100% M.D.S) 0.1”</i>	87
Figura 16 <i>Análisis comparativo del CBR (100% M.D.S) 0.2”</i>	88
Figura 17 <i>Análisis comparativo del CBR (95% M.D.S) 0.1”</i>	89
Figura 18 <i>Análisis comparativo del CBR (95% M.D.S) 0.2”</i>	90
Figura 19 <i>Ubicación de calicatas</i>	107
Figura 20 <i>Calicata 1</i>	107
Figura 21 <i>Calicata 2</i>	108

Figura 22 <i>Calicata 3</i>	108
Figura 23 <i>Muestra para el ensayo granulométrico</i>	109
Figura 24 <i>Cuarteo de muestra</i>	109
Figura 25 <i>Ensayo de Limite Liquido</i>	110
Figura 26 <i>Ensayo Proctor Modificado, compactación</i>	110
Figura 27 <i>Ensayo Proctor Modificado, pesado de molde + muestra</i>	111
Figura 28 <i>Ensayo Proctor Modificado, muestras llevadas al horno para determinar el contenido de humedad</i>	111
Figura 29 <i>Mesclado del material propio para el ensayo CBR</i>	112
Figura 30 <i>Mesclado del material propio para el ensayo CBR</i>	112
Figura 31 <i>Mesclado del material propio para el ensayo CBR</i>	113
Figura 32 <i>Mesclado del material propio para el ensayo CBR</i>	113

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: <i>Contenido de humedad</i>	55
Ecuación 2: <i>Porcentaje retenido en cada tamiz</i>	56
Ecuación 3: <i>Calculo del Limite Liquido</i>	57
Ecuación 4: <i>Calculo del Limite Plástico</i>	58
Ecuación 5: <i>Calculo del Limite Plástico</i>	59
Ecuación 6: <i>Calculo del Limite Plástico</i>	63
Ecuación 7: <i>Calculo del Índice de Grupo</i>	64
Ecuación 8: <i>Densidad Húmeda</i>	67
Ecuación 9: <i>Densidad Seca</i>	67
Ecuación 9: <i>Peso Unitario Seco</i>	68
Ecuación 11: <i>Porcentaje de Expansión</i>	70
Ecuación 12: <i>Capacidad de Soporte del Suelo</i>	70

RESUMEN

Uno de los problemas más comunes a la hora de realizar un pavimento es encontrar tipos de suelos inadecuados de baja o regular resistencia mecánica, es por ello que actualmente diversas empresas han desarrollado estabilizadores químicos los cuales ofrecen una mejora en las propiedades físicas y mecánicas, permitiendo la reducción de costos si estos se compraran con las estabilizaciones convencionales. Se opto por la utilización del aditivo Perma-Road de la empresa Biobac Peru, ya que no es una marca muy conocida en el mercado peruano y su producto ofrece los mismos beneficios que los estabilizadores más usados como lo son PROES de la empresa PROES PERU S.A.C. y CONAID de la empresa TDM Grupo, ambos estabilizadores también están hechos a base de aceite sulfonado. En la presente investigación se propone la estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad con la adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, con el fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, por lo que se clasificaría como experimental y dentro de este es de Experimento Puro. Se realizaron ensayos físicos y mecánicos al suelo natural y al suelo natural con adición de cal y aceite sulfonado los cuales fueron realizados en el laboratorio de la empresa Matestlab S.A.C. de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas vigentes. Los resultados en el ensayo Proctor Modificado demuestran que se logró aumentar la máxima densidad seca de 1.79 gr/cm³ a 1.93 gr/cm³, además se redujo levemente el contenido de humedad óptimo de 11.5% a 11.4%, por otro lado, el porcentaje de CBR aumento de 5.9% a 20.70% pasando de ser una subrasante insuficiente a una muy buena. Finalmente se concluye que la adición de cal y aceite sulfonado mejoran las propiedades mecánicas del suelo, determinando además la dosificación óptima.

Palabras clave: Estabilización, subrasante, cal, aceite sulfonado, pavimento

ABSTRACT

One of the most common problems when making a pavement is to find inadequate types of soils with low or regular mechanical resistance, which is why several companies have developed chemical stabilizers that offer an improvement in the physical and mechanical properties, allowing a reduction in costs if they were purchased with conventional stabilizers. The Perma-Road additive from Biobac Peru was chosen because it is not a well-known brand in the Peruvian market and its product offers the same benefits as the most widely used stabilizers such as PROES from PROES PERU S.A.C. and CONAID from TDM Grupo, both stabilizers are also based on sulfonated oil. In the present investigation the stabilization of a clayey sand of medium plasticity is proposed with the addition of lime at 2%, 4% and 6% and sulfonated oil at 1%, 2% and 3%, in order to improve the physical and mechanical properties of the soil, so it would be classified as experimental and within this it is Pure Experiment. Physical and mechanical tests were carried out on the natural soil and on the natural soil with the addition of lime and sulfonated oil, which were performed in the laboratory of Matestlab S.A.C. in accordance with the Peruvian Technical Standards in force. The results of the Modified Proctor test show that the maximum dry density was increased from 1.79 gr/cm³ to 1.93 gr/cm³, also the optimum moisture content was slightly reduced from 11.5% to 11.4%, on the other hand, the CBR percentage increased from 5.9% to 20.70%, going from being an insufficient subgrade to a very good one. Finally, it is concluded that the addition of lime and sulfonated oil improves the mechanical properties of the soil, determining also the optimum dosage.

Key words: Stabilization, subgrade, lime, sulfonated oil, pavement.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo existen diversidad de ecosistemas en los cuales se encuentran diferentes tipos de suelos, desde hace ya muchos años se viene estudiando los tipos de suelos que generan problemas geotécnicos como es la arcilla, el limo y las arenas, que pueden presentar problemas de licuefacción, expansión o colapsabilidad.

Debido a estos tipos de fenómenos es que se vienen realizando diferentes estudios de cómo mejorar las propiedades de dichos suelos para diferentes fines, para este estudio nos enfocaremos en la infraestructura vial.

Según el Sistema Nacional de Carreteras SINAC 2016 el Perú muestra un déficit en de carreteras no pavimentadas en específico las carreteras departamentales y vecinales las cuales sirven de traslado interno de provincias y distritos.

La estabilización de suelos en el Perú ha ido cambiando mediante la implementación de agregados o aditivos no convencionales que mejoran las propiedades físicas, mecánicas, y químicas de los suelos pobres o inadecuados de baja o regular resistencia, llegando en algunos casos a mejorar exponencialmente su resistencia para que sea capaz de cumplir los requerimientos necesarios para ser usado como subrasante, sub base o hasta base.

En Paraguay, en la investigación “Guía para la evaluación y selección de aditivos estabilizadores de materiales granulares en caminos de bajo tránsito”, nos dice que por lo general, los caminos de bajo volumen de tránsito (CBVT) se diseñan y construyen con soluciones relativamente económicas en comparación a caminos que soportan mayores volúmenes de tránsito, sin embargo, es común ver que para este tipo de caminos la economía se traduce simplemente en una reducción de estándares sin fundamentos de ingeniería y en donde se

justifica la menos inversión únicamente con argumentos económicos o administrativos. Respecto a las soluciones en los CBVT, una de las prácticas comúnmente utilizadas en las últimas décadas corresponde a la utilización de aditivos denominados no tradicionales, mercado en el que coexisten más de 170 alternativas a nivel mundial, y con resultados de uso misceláneos. (Sosa M., Caldo A., Halles F., Tenoux G. 2019)

Dentro de este estudio se muestra que debido a la variedad de productos disponibles en el mercado es difícil normalizar el uso de los mismos a diferencia de los estabilizadores tradicionales, ya que muchos de estos productos se emplean a diferentes dosificaciones y sus composiciones químicas varían estas están protegidas por patentes por lo que cada empresa cambia ciertos aspectos, pero su utilización es la misma.

En Costa Rica, en la investigación “Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales”, indican que la construcción y mantenimiento de carreteras requiere la utilización de agregados de calidad que cumplan con una serie de especificaciones técnicas, las cuales son cada vez más difíciles de encontrar y generalmente resultan costosos. Esta situación afecta principalmente a los caminos no pavimentados (grava o tierra), frecuentemente presentan problemas de transitabilidad en época lluviosa y generación de polvo en época seca, lo cual produce riesgo de seguridad vial y salud. Ante esta problemática, la utilización de productos o aditivos estabilizadores se presenta como una alternativa para hacer uso de los materiales o suelos existentes en sitio y mejorar la transitabilidad de los caminos no pavimentados en condiciones húmedas y reducir la generación de polvo en condiciones secas. (Ulate A. 2017)

En el Perú, en la investigación “Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman”, nos dice que

desde 1995 en el Perú ya se empezaba a emplear aditivos estabilizadores esto por la necesidad de mejorar las características físico-mecánicas de los afirmados que componen las redes de carreteras en la costa, sierra y selva, que fueron empleados en tramos experimentales. (Jiménez L. 2014).

Actualmente en el Perú existe un crecimiento de empresas que proveen estos tipos de aditivos químicos y hacen mención a los beneficios que trae su utilización, estas mismas son los que brindan las recomendaciones para su uso, pero las cuales deben ser corroboradas mediante ensayos previos a la ejecución de cualquier proyecto.

1.2. Antecedentes de la investigación

Nacionales

Huaquisto Caceres, S. (2014). En su tesis doctoral: “Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo”. El primordial objetivo de la mencionada investigación fue la determinación del efecto del aceite residual proveniente de maquinarias pesadas ante los factores físicos y mecánicos del suelo; lo cual permita su aplicación en estabilización de este recurso que en general se encuentra en malas condiciones para su uso en la ejecución de alguna estructura. El proceso consistió en dosificaciones de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, su consistencia se determinó mediante el Coeficiente de Pearson en la estadística correlacional; su aplicación se realizó en peso seco y por ensayos de laboratorio. De esta manera se concluye que a mayores proporciones de aceite disminuyen las características del suelo, siendo un rango prudente de 2%-4% para una + óptima estabilización.

Ugaz Palomino, R. (2006). En su tesis titulada: “Estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de subrasante”. El denominado trabajo tuvo como objetivo esencial el estudio del comportamiento de diferentes suelos siendo estabilizados con aditivos químicos para

su uso en carreteras, además se analizaron cinco propiedades principales en una estabilización de suelos tales como la durabilidad, la capacidad de soporte, la permeabilidad, la compresibilidad, estabilidad volumétrica a corto y largo plazo dependiendo las condiciones del clima. Como aditivos se emplearon la cal viva, RBI-Grado 81, enzimas orgánicas, cloruro de calcio y 3 aceites sulfonados, se llevaron a cabo ensayos de campo y laboratorio, de entre ellos destaca el ensayo Azul de Metileno, el cual al ser de bajo costo ayuda en la determinación de características y comportamientos de las muestras estabilizadas. Una de las conclusiones que sobresalen es el uso de aceites sulfonados con su nombre comercial CON AID, éste es de vital importancia en la estabilización para caminos de afirmado, carreteras y caminos rurales.

Castro Cuadra, A. (2017), en la tesis “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Ingeniería, y cuyo principal objetivo es determinar si la ceniza de cáscara de arroz puede ser usada como material estabilizante de los suelos arcillosos empleándolos a nivel de subrasante de un pavimento, Los resultados obtenidos durante esta investigación mostraron que el suelo estabilizado con ceniza de cáscara de arroz trae cambios favorables que hacen posible usar el material a nivel de subrasante. Sin embargo, los cambios más significativos se producen cuando se combina el suelo arcilloso con ceniza de cáscara de arroz y cal. Debido a que las combinaciones de suelo arcilloso con ceniza de cáscara de arroz son limitadas para formar productos cementosos por la presencia de sílice reactiva con baja cantidad de contenido de calcio presente en el suelo. Por lo tanto, la ceniza de cáscara de arroz tiene mayores ventajas cuando son agentes estabilizadores secundarios. Este método de estabilización del suelo puede promover

toda su ventaja en el área donde el suelo carece de sílice activa en su componente y sólo el tratamiento con cal no es suficiente.

Gonzales Carpio, F. M. (2018), en la tesis “Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de puno”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, y cuyo principal objetivo es evaluar el comportamiento de la aplicación de ceniza volante, cemento y cal para la estabilización de suelos y su empleo como material de subrasante mejorada, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que en el presente estudio la combinación de ceniza volante, cemento y cal con el suelo material de cantera es un método nuevo de estabilización mixta logra que un estabilizador compense la carencia del otro. La ceniza tiene propiedades de puzolana que ayuda a mejorar las propiedades mecánicas, el cemento ayuda al incremento de la resistencia y la cal tiene como propósito mejorar las características de trabajabilidad, reduciendo principalmente la plasticidad del suelo. Por lo tanto, mejora las propiedades físico mecánicas del material de cantera, entonces es factible su empleo como material estabilizador de suelos Grava Limosa (GM) para su uso como material de sub rasante y sub base mejorada. La combinación de ceniza volante, cemento y cal con el material de cantera (GM) funciona como un material estabilizador disminuyendo los efectos de plasticidad; teniendo una disminución del Índice de Plasticidad para la M-03 en 7.63% y para la M-04 en 8.81%. Con el proceso de estabilización, el material de cantera (GM) con la combinación de ceniza volante – cemento - cal mejora las propiedades de resistencia, teniendo un incremento en el CBR del suelo para la M-02 en, 38.3%, para la M-03 en 45.7% y para la M-04 en 51.1% y aumenta su máxima densidad seca para la M-02 en 0.025 kg/m³, para la M-03 en 0.029 kg/m³ y para la M-04 en 0.031 kg/m³. En

los ensayos realizados se obtuvo mejores resultados, en la proporción de la muestra que contenía un 70% de material de cantera, 26 % de ceniza volante, 3% de cemento y 1% de cal se obtiene excelentes resultados, mejorando así la resistencia del material Grava Limosa desde un 46.1% hasta un 97.2% CBR al 100% de MDS y cumple con las especificaciones técnicas para una subrasante y sub base mejorada de pavimentos según EG-2013. En esta investigación se ha considerado diferentes proporciones de ceniza volante para una estabilización mixta (6%,16%,26%), para una estabilización mixta se considera cemento de un 3 – 4 %, y cal 1 – 2 % en esta investigación se consideró un 3% de cemento para mejorar su resistencia y 1% para disminuir su plasticidad. Se consideró los menores porcentajes de cemento y cal y se obtuvo buenos resultados.

Atarama, E. (2015) En su tesis “Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES” tuvo como objetivo verificar la mejora de las propiedades físicas y mecánicas en un camino mediante la estabilización de suelos utilizando el aditivo químico PROES en la construcción de carreteras que aseguren un adecuado nivel de serviciabilidad de la misma. La carretera fue evaluada tanto funcional como estructuralmente mediante ensayos de laboratorio con base a las normas técnicas peruanas. Para la evaluación funcional se midió el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para determinar la rugosidad sobre la superficie de rodadura y para la evaluación estructural se midió las deflexiones sobre la base estabilizada y por medio del retro cálculo se calculó el número estructural de la base. Los resultados muestran que la superficie de rodadura califica a la carretera como un pavimento nuevo (IRI menor o igual a 4 m/Km) y respecto a la capacidad de soporte, se sobrepasa el mínimo número estructural calculado en el diseño de la carretera (SN min. 0.87). Finalmente se demuestra que el uso de la tecnología PROES mejora la capacidad de soporte del suelo,

uniformiza las características físicas y mecánicas del suelo en general y garantiza un correcto desempeño en términos de niveles de servicio. La información de esta investigación es considerada un antecedente porque brinda una orientación clara de los parámetros a considerar al momento de estabilizar una vía con aceite sulfonado (aditivo PROES).

Jiménez Lagos, M. (2014), En su tesis “Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman” con la finalidad de mejorar las características físico – mecánicas de los afirmados que componen las diferentes redes de carreteras así como en la costa, sierra y selva, el objetivo de la presente tesis es aplicar de manera práctica y económica métodos de diagnósticos estructurales no destructivos aplicando y/o estabilizando el afirmado con cloruro de magnesio mezclando íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto, teniendo como objetivo principal transferir el suelo tratado en un espesor definido con ciertas características tendientes a mejorar sus propiedades de desempeño en la etapa de servicio. El autor llega a la conclusión que la estabilización química de suelos trata el suelo natural transformando en una base impermeable, resistente y flexible, para este proceso el suelo requiere estudio de tal manera dosificar el aditivo, la inversión inicial de un afirmado estabilizado es superior a un afirmado común, sin embargo considerado en un periodo de 10 años con mantenimiento permanente y mantenimiento periódico resulta más económico, dentro de lo cual es recomendable el mantenimiento en forma constante, dependiendo el volumen vehicular y la ubicación de la carretera donde se va a aplicar, referente al costo de reconstrucción es 05 veces más elevado que el costo de mantenimiento considerado en un periodo de 10 años. En la costa el estabilizador de cloruro de magnesio se desempeña favorablemente, pero a medida que se incrementa la humedad el camino se toma resbaladizo y suele pasar al estado viscoso, lo cual

origina deterioro de la vía reflejado en baches pequeños y numerosos llegando a la conclusión el mantenimiento permanente.

Internacionales

Heber Huevo, Alber Orellana (2009). En su tesis “Guía básica para estabilizaciones de suelo con cal en caminos de baja intensidad vehicular en el Salvador”, se concluye que la adición de cal disminuye considerablemente la plasticidad de los suelos, para este suelo en particular con el porcentaje óptimo de cal (determinado bajo la norma ASTM D 6276), además se reduce esta propiedad a cero (0), provocando un considerable cambio en su granulometría y de igual manera en su clasificación, pasando de un suelo arcilloso (CL) a ser un suelo limoso (ML).

Camacho Tauta, J. F., Reyes Ortiz, O. J., Mayorga Antolínez, C., & Méndez G., D. F. (2006). En la investigación: “Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas”. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá-Colombia. Se emplearon tres tipos de aditivos tales como las cenizas volantes, la cal y aceite sulfonado con el objetivo de reducir las propiedades de las arcillas con alto contenido expansivo, de esta manera se analizaron tres comportamientos con estos aditivos concluyendo entonces que al adicionar las cenizas volantes se determina que se necesitaría excesivas cantidades para disminuir la expansión; con la cal se logra considerables reducciones con un valor agregado del 10% y con el aceite sulfonado se requeriría de ambientes en condiciones favorables para su efecto en marcha.

Gómez Pérez, L. E., Guillin Acosta, W. F., & Gallardo Amaya, R. J. (2016). La investigación que lleva por título: “Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante”. Algunos materiales que constituyen los suelos de subrasante, presentan alta deformabilidad y baja resistencia, asociadas a su alta plasticidad. Una alternativa para mejorar el comportamiento de este tipo de suelos es mediante la

estabilización con material cementante, para lo cual se prepararon mezclas de suelo con adición de material cementante (cal y cemento) en dosificaciones en peso de 2% a 6% para la cal y de 2% a 16% para el cemento. Como conclusión de estos ensayos resulta un método efectivo para la estabilización de suelos arcillosos compresibles, lo cual se ve reflejado en los resultados obtenidos donde el suelo adicionado con el material cementante obtuvo una reducción en el índice de plasticidad entre 20 y 24%, un aumento significativo en el índice de capacidad de soporte CBR entre 500 y 1300%, aumento en el ángulo de fricción hasta un 160%, y aumento la resistencia a la compresión confinada hasta un 1400% frente a las propiedades iniciales del suelo en estado natural.

Actualmente ya se vienen realizando proyectos de infraestructura vial con el mejoramiento del suelo natural con adición de aceite sulfonado, debido a todo lo mencionado es que se planteó la propuesta de estabilización de una arena arcillosa de mediana plasticidad con adición de aceite sulfonado y cal ya que ambos materiales en solitario presentan mejoras en combinación con un suelo natural, en específico los suelos que contengan arcillas ya que son donde presentan una mejora considerable, y al utilizarlo en una combinación mixta esta podría generar una mejora aun mayor, dando ciertas propiedades que mejoren su resistencia, durabilidad y a su vez mas económicas y amigables con el medio ambiente.

1.3.Bases Teóricas

1.3.1. Mecánica de Suelos

La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica. (Terzagui, 1925)

En 1925, Terzagui, presenta en Viena el tratado ERDBAUMECHANIK que hace de la Mecánica de Suelos una rama autónoma de la Ingeniería. El científico de Praga, Karl Terzagui, es conocido como el padre de la Mecánica de Suelos.

1.3.1.1. Tipos de Suelos

El Perú es un país compuesto por una tipología variada con respecto a los suelos ya que estos tienden a variar de acuerdo a la ubicación geográfica de su territorio.

Los suelos más comunes descritos por los ingenieros son los siguientes:

Gravas

Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas, las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 2.0 mm. (Crespo Villalaz, 2004).

Arenas

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles de la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea. (Crespo Villalaz, 2004).

Limos

Los Limos son suelos de granos finos con poco o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. El diámetro de las partículas de los

limos está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. (Crespo Villalaz, 2004).

Arcillas

Las Arcillas son partículas sólidas con diámetro menor de 0.005mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al mezclada con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. En general las arcillas, ya sean caoliniticas, montmoriloniticas o iliticas, son plásticas, se contraen al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son compresibles y al aplicárseles una carga en su superficie se comprimen lentamente. Otra característica interesante, desde el punto de vista de la construcción, es que la resistencia perdida por el remoldeo se recupera parcialmente con el tiempo. Este fenómeno se conoce con el nombre de tixotropía y es de naturaleza físico-química. Se puede decir que un contenido mínimo del 15% de arcilla en un suelo le dará a este las propiedades de la arcilla. (Crespo Villalaz, 2004).

Figura 1
Arcilla caolinitica

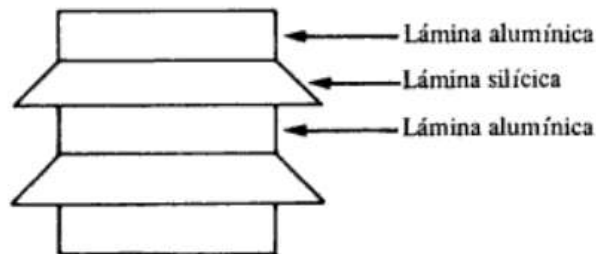


Figura 1.3 Arcilla caolinitica.

Fuente: Crespo Villalaz, 2004.

Figura 2
Arcilla montmorilonítica

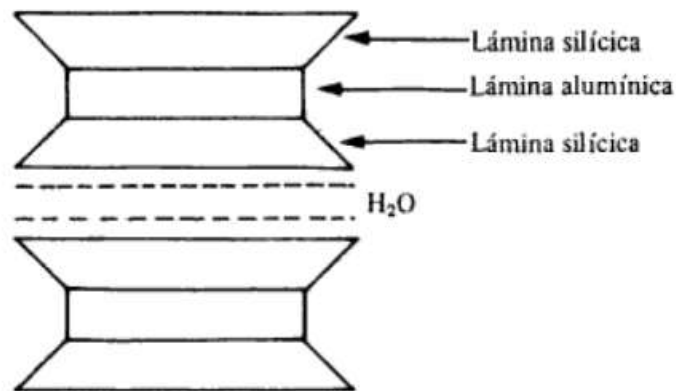


Figura 1.4. Arcilla montmorilonítica.

Fuente: Crespo Villalaz, 2004.

Figura 3
Arcilla íltica

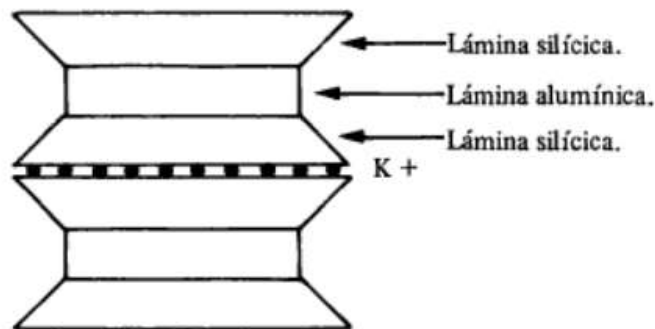


Figura 1.5 Arcilla íltica.

Fuente: Crespo Villalaz, 2004.

1.3.2. Estabilización de suelos

Se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productor químicos, náurales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos

diversos. En cambio, cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc). (MTC, 2014).

Con esto se llegan a tres objetivos principales:

- Adecuada estabilidad ante cargas.
- Una variación volumétrica mínima.
- Durabilidad de la capa.

Según el ministerio de transporte y comunicaciones, los factores que se consideran para la selección del método más conveniente de estabilización son los siguientes:

- a. Tipo de suelo a estabilizar
- b. Uso propuesto del suelo estabilizado
- c. Tipo de aditivo estabilizador de suelos
- d. Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
- e. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
- f. Disponibilidad del equipo adecuado
- g. Costos comparativos

A continuación, se presentan las dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo. (MTC, 2014)

Figura 4

Guía Referencial para la sustitución del tipo de Estabilizador

Cuadro 9.1
Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW ó SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Pórtland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM ó SC ó SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Pórtland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW ó GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM ó GC ó GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1) Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador.	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Fuente: (MTC, 2014)

Figura 5

Guía Complementaria Referencial para la selección del Tipo de Estabilizador

Cuadro 9.2

Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽¹⁾	DOSEIFICACIÓN ⁽¹⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽²⁾	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 ⁽³⁾ - 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 ⁽³⁾ - 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	

Fuente: (MTC, 2014)

(1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8”

Tamaño máximo: 2", debe carecer de restos vegetales

Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto.

(2) CMO: Contenido de materia orgánica

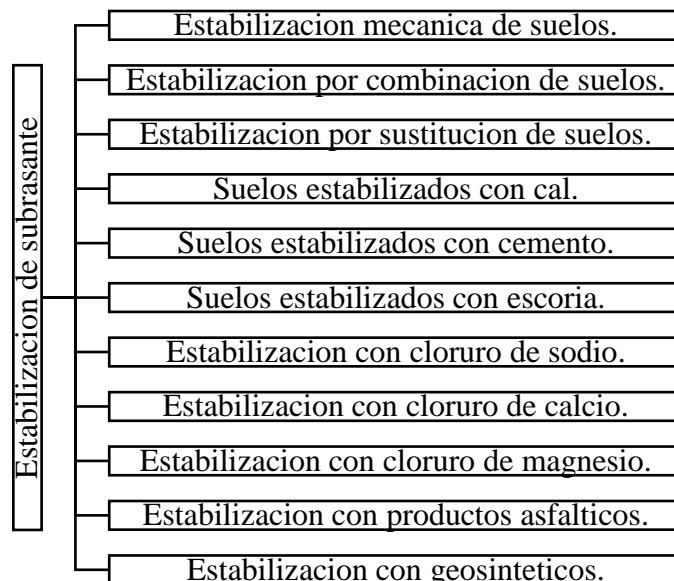
(3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Illinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado.

(4) Para altitudes mayores a 3000 msnm.

1.3.2.1. Tipos de Estabilización de suelos

Según el Manual de Carreteras (Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos) del MTC se tienen los siguientes tipos de Estabilizaciones:

Figura 6
Tipos de Estabilización de suelos



Fuente: (MTC, 2014)

- **Estabilización Mecánica de suelos**

Consiste en mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr este tipo de estabilización se utiliza la técnica de compactación, con la cual reducimos el volumen de vacíos presentes en el suelo.

- **Estabilización por combinación de suelos**

Consiste en mejorar el material del suelo existente, a través de la combinación o mezcla del material natural con otros materiales de préstamo. El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de subrasante fijado en el proyecto.

- **Estabilización por sustitución de los suelos**

Para este tipo de estabilización se pueden presentar dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

Caso 1

El suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte esté debidamente preparado, autorizará la colocación de los

materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de subrasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.

Caso 2

El mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

- **Estabilización Química**

Suelos estabilizados con cal

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. Al mezclar el suelo con la cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles. Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo, suelos de plasticidad $IP < 15$, aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con $IP > 15$) disminuye el IP. Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

Según la “guía complementaria referencial para la selección del tipo de estabilizador” se recomienda la dosificación de 2% a 8%.

Suelos estabilizados con cemento

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto. Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ($LL < 40$, $IP < 18$).

Suelos estabilizados con escoria

Hoy en día las escorias de acería o de otros hornos de fundición se emplean en muchas partes del mundo, en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y sub-base en los pavimentos, en la estabilización de sub-rasantes, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; en la agricultura también se ha encontrado aplicación, así como en el tratamiento de aguas residuales. Al emplearse este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita explotar nuevas canteras, manteniendo el paisaje de la zona; como no requiere procesar los agregados se reduce el consumo de energía y combustibles, y se reducen las emisiones de CO₂ al ambiente.

Suelos estabilizados con Cloruro de Sodio

El principal uso de la sal es como control del polvo en bases y superficies de rodadura para tránsito ligero. También se utiliza en zonas muy secas para evitar la rápida evaporación del agua de compactación. Su propiedad fundamental es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo.

Suelos estabilizados con Cloruro de Calcio

Este producto trabaja de forma similar a la sal común, pero es preferible debido al efecto oxidante que tiene el cloruro de sodio. En todo caso, el cloruro de calcio ayuda al proceso de compactación y contribuye con la resistencia del suelo, previene el desmoronamiento de la superficie y es un paliativo del polvo.

Suelos estabilizados con Cloruro de Magnesio

El cloruro de magnesio ($MgCl$) es un cloruro en forma de cristales de color blanco, más efectivo que el cloruro de calcio para incrementar la tensión superficial produciendo una superficie de rodado más dura. Entre sus propiedades más resaltantes se encuentra la Higroscópica, capacidad de absorber humedad del ambiente, incluso en zonas áridas. Ligante, cohesiona las partículas finas, permitiendo consolidar la carpeta de rodado y su resistencia a las bajas temperaturas permitiendo prevenir la formación de hielo sobre la calzada.

Estabilización con productos asfálticos

La mezcla de un suelo con un producto asfáltico puede tener como finalidad el aumentar la cohesión del suelo existente e impermeabilizarlo haciéndolo menos sensible a los cambios de humedad y por tanto más estable en condiciones adversas.

- **Estabilización con geosintéticos**

A diferencia de los suelos, los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y una mejora significativa en el rendimiento y construcción de pavimentos. Las funciones de separación y filtro de los geotextiles y la función de refuerzo de las geomallas, se pueden combinar para proporcionar una estabilización mecánica de los suelos de subrasante inadecuada.

▪ **Estabilización Química de suelos por ionización**

La ionización es el proceso de conversión, tanto químico o físico mediante el cual se producen iones. Estos iones son átomos o moléculas que contienen cargadas eléctricas debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra. La ionización también se relaciona con la disociación electrolítica, fenómeno a través cual también se producen iones. A la especie química con más electrones que el átomo o molécula neutros se le llama anión, y posee una carga neta negativa, y a la que tiene menos electrones catión, teniendo una carga neta positiva.

Estabilizador Perma-Road Ionico

Es un estabilizador químico de suelos (aceite sulfonado), formulado con complejos ionizantes asociados a elementos intercambiadores. Todo ello, incorporado a un medio oleoso miscible en agua, cuya función es sellar las partículas de suelo estabilizado. Perma-Road Iónico libera el agua retenida por adsorción química en las partículas del suelo, mediante la ruptura de los enlaces electroquímicos que la producen. Permite así su reemplazo por iones más fuertes y estables provistos por el estabilizador y los movilizados presentes en el propio suelo. Conjuntamente con ello anula la bipolaridad de las partículas, permitiendo su estrecho contacto, reduciendo los espacios antes ocupados por el agua de adsorción que en estado molecular es percolada y/o evaporada.

Ficha Técnica (Ver ANEXO N° 1)

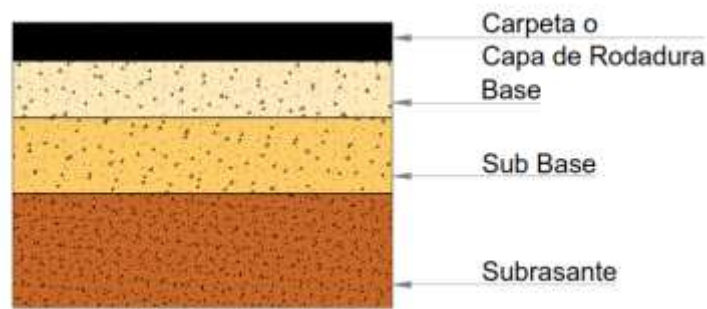
Hoja de Seguridad (Ver ANEXO N° 2)

1.3.3. Pavimento

Se entiende por estructura conformada por varias capas, el cual se encuentra asentado sobre el suelo existente llamado Subrasante, diseñado para resistir los esfuerzos originados por la carga vehicular, mejorando la transitabilidad y seguridad de la carretera.

Estos también tienen que ser diseñados para resistir las condiciones climáticas y deben ser duraderas en el tiempo, entre estos se encuentran:

Figura 7
Estructura del Pavimento



Fuente: Elaboración propia, 2021.

1.3.3.1. Partes de un pavimento

- Carpeta o capa de Rodadura: Parte superior del pavimento esta puede ser flexible o rígida, diseñado como superficie de rodamiento.
- Base: Es la capa que se encuentra debajo de la carpeta, está diseñada para recibe los esfuerzos producidos por la carga vehicular y distribuirlos para disipar un poco los esfuerzos a la capa siguiente, Normalmente esta capa debe ser material granular drenante ($CBR \geq 80\%$), en caso no se llegue a este valor se puede emplear una estabilización con asfalto, cal o cemento.
- Sub base: Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y

controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

- Subrasante: Es el suelo existente el cual deberá de ser analizado previamente para el diseño del pavimento ya que esta tiene como función el soportar la estructura del pavimento, por lo que sus características y propiedades físico mecánicas deben ser aceptables, este material deberá de ser compactado en capas de tal forma que forme una estructura óptima.

Mediante el ensayo CBR, se clasificará a que categoría pertenece, según la siguiente tabla:

Tabla 1
Categoría de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	$\text{CBR} < 3\%$
S ₁ : Subrasante Insuficiente	$3\% \leq \text{CBR} < 6\%$
S ₂ : Subrasante Regular	$6\% \leq \text{CBR} < 10\%$
S ₃ : Subrasante Buena	$10\% \leq \text{CBR} < 20\%$
S ₄ : Subrasante Muy Buena	$20\% \leq \text{CBR} < 30\%$
S ₅ : Subrasante Excelente	$30\% \leq 30\%$

Fuente: (MTC, 2014)

La justificación de la presente investigación tiene como propósito aportar información conceptual nutrida y consistente acerca del mejoramiento del material propio (arena arcillosa de mediana plasticidad) usando cal y aceite sulfonado para la estabilización, Lima Norte 2021.

Por lo que la información y resultados obtenidos de este estudio contribuirán con respecto a la influencia de cal y aceite sulfonado para mejorar las propiedades físico - mecánicas del material propio (arena arcillosa de mediana plasticidad) para su utilización como subrasante en la estabilización de suelos.

No se encontraron limitaciones para la siguiente investigación

1.4. Formulación del problema

Para la formulación de los problemas, objetivos e hipótesis, el material natural a investigar “Arena arcillosa de mediana plasticidad”, se le denominara “Material propio” esto con el fin de simplificar su uso en la presente investigación y realizar las comparaciones con las muestras con adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2%, 3%.

1.4.1. Problema General

¿En qué medida mejorara las propiedades físicas y mecánicas del material propio usando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021?

1.4.2. Problemas Específicos

¿Cómo determinar el mejoramiento y/o diferenciar la densidad seca máxima del material propio patrón y de un material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021?

¿Cómo determinar el mejoramiento y/o diferenciar el óptimo contenido de humedad del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021?

¿Cómo determinar el mejoramiento y/o diferenciar el CBR (California Bearing Ratio)

del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021?

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar el análisis comparativo para determinar la dosificación óptima del material propio usando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte, 2021.

1.5.2. Objetivos Específicos

Realizar el análisis comparativo para determinar la óptima densidad seca máxima del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021.

Realizar el análisis comparativo para determinar el óptimo contenido de humedad del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021.

Realizar el análisis comparativo para determinar el óptimo CBR (California Bearing Ratio) del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% para su estabilización, Lima Norte 2021.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Hipótesis Nula (Ho): El análisis comparativo del mejoramiento del material propio usando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, no ha mejorado las propiedades físicas – mecánicas para la estabilización del material propio.

Hipótesis Alterna (Ha): El análisis comparativo del mejoramiento del material propio usando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, si ha mejorado las propiedades físicas – mecánicas para la estabilización del material propio.

1.6.2. Hipótesis Específicas

Hipótesis Específica 1

Hipótesis Nula (Ho): El análisis comparativo de la densidad seca máxima del material propio patrón y del material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, no permitió identificar el más idóneo para la base.

Hipótesis Alterna (Ha): El análisis comparativo de la densidad seca máxima del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, si permitió identificar el más idóneo para la base.

Hipótesis Específica 2

Hipótesis Nula (Ho): El análisis comparativo del óptimo contenido de humedad del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, no permitió identificar el más idóneo para la base.

Hipótesis Alternativa (Ha): El análisis comparativo del óptimo contenido de humedad del material propio patrón y del material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, si permitió identificar el más idóneo para la base.

Hipótesis Específica 3

Hipótesis Nula (Ho): El análisis comparativo del CBR (California Bearing Ratio) del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, no permitió identificar el más idóneo para la base.

Hipótesis Alternativa (Ha): El análisis comparativo del CBR (California Bearing Ratio) del material propio patrón y el material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%, si permitió identificar el más idóneo para la base.

CAPITULO II. METODOLOGIA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Tipo

El tipo de investigación es aplicada, porque servirá como una técnica nueva para el desarrollo y elaboración de un material propio adicionando cal y aceite sulfonado permitiendo obtener materiales alternativos para mejorar la estabilización de suelos.

2.1.2. Diseño de Investigación

Es una investigación de diseño experimental debido a que en ella se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional las variables independientes, confirmando su variación para el material propio adicionando cal y aceite sulfonado para la estabilización del suelo.

Dentro del diseño experimental es de Experimento Puro, ya que reúne los dos requisitos principales que son el control, para el cual se formó dos grupos de comparación, y validez interna, los grupos están formados aleatoriamente; por lo que se evaluará una variable independiente (material propio adicionando cal y aceite sulfonado) y una variable dependiente (mejoramiento del material propio para su estabilización de suelos).

Siendo la investigación transversal, con la manipulación de una variable y la comparación con el parámetro de control.

Variable independiente: Material propio adicionando cal y aceite sulfonado

Variable dependiente: Mejoramiento del material propio para la estabilización del suelo.

2.2. Operacionalización de variables

Tabla 2

Operacionalización de la variable independiente

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Mejoramiento del Material Propio para la Estabilización del Suelo.	Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas y químicas del material propio, con adición de cal y aceite sulfonado.	Propiedades del suelo	Granulometría Límites de Atterberg Clasificación de suelos (SUCS AASHTO)
		Proctor Modificado	Máxima Densidad Seca Óptimo Contenido de Humedad
		CBR (California Bearing Ratio)	Capacidad Resistente del Suelo

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3

Operacionalización de la variable dependiente.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Material Propio Adicionando Cal y Aceite Sulfonado	Diseño experimental donde mezclamos el material propio con cal y aceite sulfonado, se determinan las variables y dosificaciones para el uso de cal y aceite sulfonado.	Material Propio (Agregado Grueso, Agregado Fino)	Material Propio (gr)
		Cal	Dosificación de Cal (%) (gr)
		Aceite Sulfonado	Dosificación de Aceite Sulfonado (ml) (L/m ³)

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).

2.3.1. Población

La población por tratarse de una investigación experimental, está constituida por los suelos cuya clasificación SUCS sea una “SC” Arena Arcillosa de mediana plasticidad y AASHTO “A-6 (2)”.

2.3.2. Muestra

El tipo de muestreo es no probabilístico, por conveniencia a juicio del investigador, en el cual se tomó el material natural de la excavación y de esta se sacaron muestras para los ensayos en laboratorio y así definir los valores que utilizaremos como muestra patrón.

Tabla 4

Ensayos de la muestra patrón

Ensayos de Laboratorio	Norma Peruana	MTC	Norma	Cantidad
			Internacional	
Contenido de Humedad	NTP 339.127:1998	MTC E-108	ASTM D-2216	3
Granulometría	NTP 339.128:1999	MTC E-204	ASTM D-6913	3
Límites de Atterberg	NTP 339.129:1999	MTC E-110	ASTM D-4318	3
		MTC E-111		
Clasificación SUCS	NTP 339.134:1999	-	ASTM D-2487	3
Clasificación AASHTO			ASTM D-3282	
Proctor Modificado	NTP 339.141:1991	MTC E-115	ASTM D-1557	4
(CBR) Californian	NTP 339.145:1999	MTC E-132	ASTM D-1883	3
Bearing Ratio				
Muestras Totales Ensayadas				19

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Para los ensayos del material propio con adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% se sacaron muestras de acuerdo a cada porcentaje a ensayar, estas muestras solo se utilizaron en los ensayos de Proctor Modificado y CBR.

Tabla 5

Ensayos Proctor de muestra más adición de cal y aceite sulfonado.

Proctor Modificado				
	Cal 2%	Cal 4%	Cal 6%	Total
Aceite Sulfonado 1%	4	4	4	12
Aceite Sulfonado 2%	4	4	4	12
Aceite Sulfonado 3%	4	4	4	12
Muestras totales ensayadas				40

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 6

Ensayos CBR de muestra más adición de cal y aceite sulfonado

(CBR) Californian Bearing Ratio				
	Cal 2%	Cal 4%	Cal 6%	Total
Aceite Sulfonado 1%	3	3	3	9
Aceite Sulfonado 2%	3	3	3	9
Aceite Sulfonado 3%	3	3	3	9
Muestras totales ensayadas				30

Fuente: Elaboración propia, 2021.

2.3.3. Unidad de Estudio

Material propio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos es la de observación directa, ya que es el método más óptimo y el más utilizado para la recolección de datos de campo y el desarrollo de ensayos en el laboratorio, donde la observación del comportamiento del material es fundamental para la investigación.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos usados para la recolección de datos son ficha de observación directa. Este tipo de instrumento nos permitió ser metódico en cuanto al cumplimiento del cronograma para recolección de datos, permitiendo el registro de los datos de los respectivos ensayos que determinaron las propiedades físico y mecánicas del material propio patrón y del material propio adicionando cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%.

2.4.3. Técnica de análisis

La técnica de análisis de datos se realizó a través de métodos estadísticos, que, mediante la inserción de los datos de los resultados de las muestras, permite conocer el comportamiento de nuestra población en términos de probabilidades.

Además, se realizará un análisis comparativo porcentual de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio a las muestras de material propio patrón y material propio adicionando cal y aceite sulfonado las cuales se ensayaron de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP), MTC y ASTM.

2.4.3.1. Procedimiento de análisis estadístico

Prueba de normalidad

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos de los ensayos, se realizará inicialmente la prueba de normalidad, donde podemos utilizar dos métodos que dependen de la cantidad de muestras a analizar:

- Datos de Análisis < 50 = Shapiro – Wilk
- Datos de Análisis > 50 = Kolmogorov Smirnov

Debido a que la investigación tiene muestras menores a 50 se realiza el análisis a través de la prueba de Shapiro Wilk, del cual se enunciarán las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis Nula (H₀)**, Los datos analizados provienen de una distribución normal, $P\text{-Valor} \geq 0.05$, se acepta H₀.
- **Hipótesis Alternativa (H_a)**, Los datos analizados no provienen de una distribución normal, $P\text{-Valor} < 0.05$, se acepta H_a.

Análisis de la varianza

El análisis de la varianza se realizó a través del método ANOVA donde se calculó el P-Valor, para determinar si dos o más grupos son iguales, similares o parecidos. Este método prueba si el valor objetivo varía entre combinaciones de categorías de las dos entradas:

- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} \geq 0.05$, se acepta la Hipótesis Nula (H₀).
La cal y el aceite sulfonado no influyen en la mejora de la estabilización.
- Si la probabilidad obtenida $P\text{-Valor} < 0.05$, se acepta la Hipótesis Alternativa (H_a).
La cal y el aceite sulfonado sí influyen en la mejora de la estabilización.

Prueba de Turkey

La prueba de Tukey es un método que tiene como fin comparar las diferencias de las medias individuales provenientes de un análisis de varianza (ANOVA) de varias muestras sometidas a tratamientos distintos.

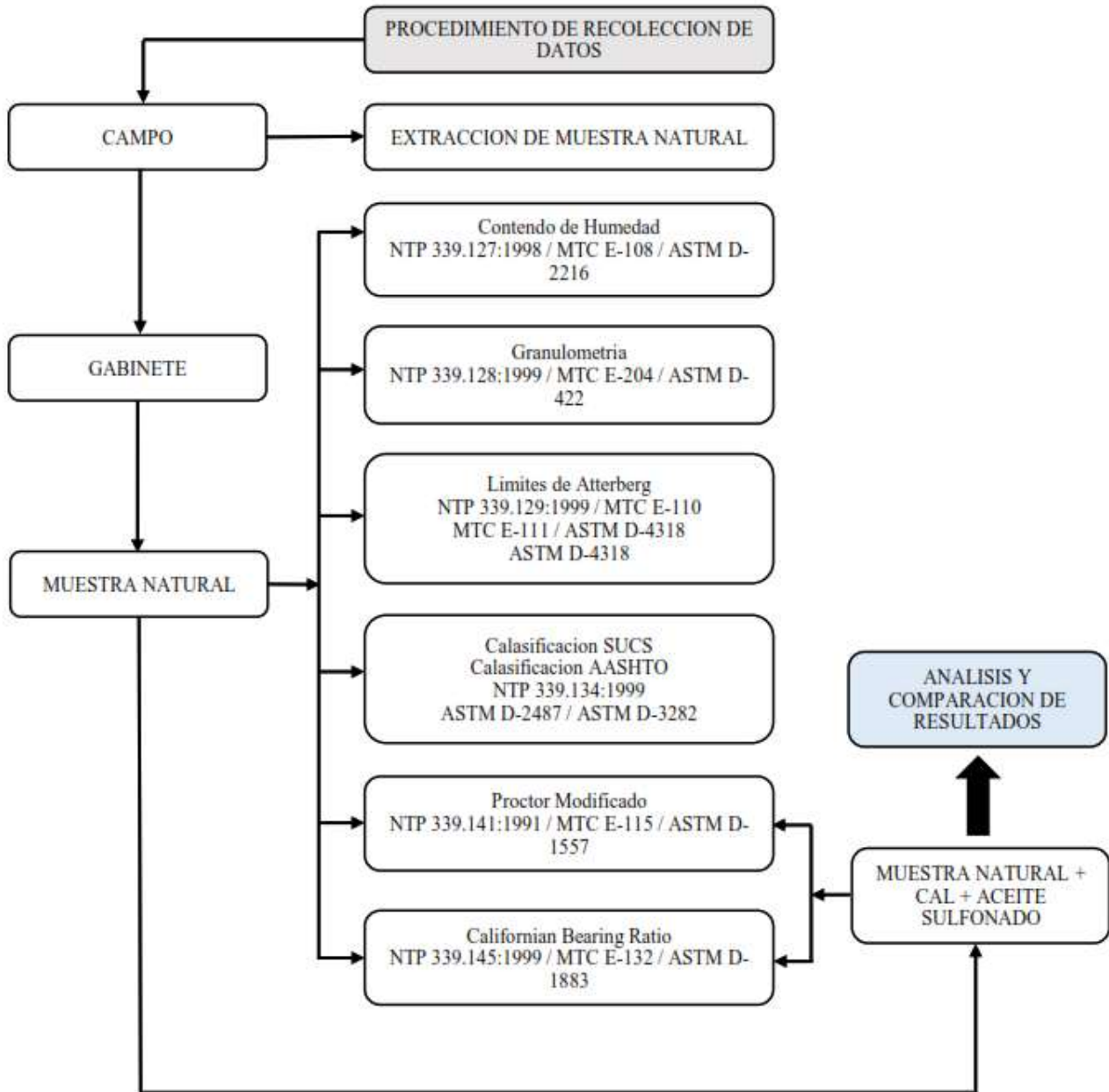
Para el análisis de los datos se utilizó el software SPSS (Paquete estadístico para ciencias sociales), programa muy utilizado ya que permite el manejo de grandes paquetes de datos de manera más sencilla gracias a su interfaz y también a que cuenta con los métodos de análisis estadístico más utilizados en ese rubro.

2.5. Procedimiento de recolección de datos

El estudio se dividió en varias etapas, inicialmente se procedió con la exploración, excavación y extracción de muestras del material natural, la cual se llevó al laboratorio de la empresa MATESTLAB S.A.C. para su análisis, donde se realizó ensayos de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP) para poder determinar su clasificación y las propiedades del físico mecánicas del material natural, para luego realizar los ensayos de Proctor y CBR del material natural con adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3% y determinar con estos resultados la combinación óptima que muestre una mejora al material natural.

Figura 8

Procedimiento de recolección de datos



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

2.5.1. Campo

Para lograr los objetivos planteados en esta investigación, se realizó la visita técnica de la zona a realizar el estudio, donde se observó un material de partículas muy finas, seco, de consistencia suelta, se determinaron las características del material en campo y en paralelo se procedió a realizar las excavaciones para la extracción de muestras.

Figura 9

Excavación para la extracción de muestra



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

2.5.2. Ensayos de laboratorio

Una vez se tuvo las muestras en el laboratorio, iniciamos con el ensayo de **Contenido de Humedad** para determinar el porcentaje de humedad del suelo natural llevado a laboratorio, se colocó la muestra en un recipiente etiquetado con el peso conocido, luego se procedió a pesar el recipiente más la muestra de suelo natural (húmedo), finalmente este se llevó al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, una vez transcurrido este tiempo se sacó el recipiente más la muestra seca y se procedió con el pesado. Luego, se realizó el **Análisis Granulométrico por Tamizado**. Para ello, se hizo un cuarteo de una de las muestras extraídas. Esta fue puesta en recipiente para secarlas en el horno a 110°C y luego lavarlas por el tamiz N°200. Se tomó 700

gramos para proceder con el tamizado manual. Se agitaron los tamices de un lado a otro de manera circular, para luego pesar la muestra retenida de cada tamiz. Estos datos se pasaron a la computadora para realizar la curva granulométrica de la muestra.

Posteriormente, se determinó el **Límite Líquido** de cada una de las muestras. Para ello, se tomó una muestra de 250 gramos del material pasante del tamiz N.º 40 y se mezcló con agua en una cápsula de porcelana hasta alcanzar una mezcla homogénea. Luego, se colocó partes de esta muestra del suelo húmedo en la cápsula de Casagrande, alisando la superficie a una altura aproximada de 1 cm con la espátula y se dividió la muestra de suelo en dos partes iguales con el acanalador, según el eje de simetría de la cápsula, por último, con la ayuda de la manivela se procedió a girar y suministrar los golpes de manera uniforme hasta lograr cerrar la ranura en 12.7 mm (1/2"). Se anotó el número de golpes realizados y se tomó una muestra de la zona donde se cerró el surco (parte central) y se pesó en la balanza, para luego ser llevado al horno por 24 horas, con el fin de calcular su humedad. Este proceso se repitió 2 veces más, para que los valores se encuentren en los rangos de 40 a 30, de 30 a 20 y de 20 a 10. En cada repetición, Los datos obtenidos fueron tabulados para poder obtener el gráfico semilogarítmico de Humedad vs Número de golpes. En paralelo se determinó el **Límite Plástico**. se tomó los remanentes de la muestra preparada para el límite líquido la que haya tenido una mejor consistencia plástica aproximadamente 20 gramos. Luego, se procedió a amasar la muestra sobre el vidrio esmerilado para que este pierda humedad y se puedan formar los rollitos y que estas alcancen un diámetro de 3.2mm (1/8"), se continuó amasando el material hasta que este comenzó a romperse, una vez se produjo la falla se colocaron los rollitos en un recipiente de peso conocido y se pesó con la muestra para después llevarlo al horno por un tiempo de 24 horas, con el fin de calcular su humedad.

Ambos ensayos se realizaron con el fin de calcular el **Índice de Plasticidad**, que resulta de la diferencia del límite líquido con el límite plástico.

Una vez obtenidos los resultados del Análisis Granulométrico y Límites de Atterberg de la muestra, se procedió con la clasificación del suelo por el método SUCS y método AASHTO.

Luego, se procedió con el ensayo de **Proctor Modificado** utilizando el método “A” según la ASTM D-1557, por lo que empleamos la muestra que pasa por la malla N.º40 (4.75 mm). Previo al ensayo se pesó el molde con la placa base para luego colocar y asegurar el collarín. El ensayo consistió en colocar en un recipiente 3000 gramos de muestra a la cual se le agregó agua en relación al peso, iniciando con 6%, luego se homogenizó la muestra para luego proceder con su colocación en el molde Proctor en 5 capas las cuales se compactaron con 25 golpes por capa con la ayuda del martillo de 10 lb la cual se dejó caer a una distancia de 18”. Una vez compactado se procederá a retirar el collarín y se enrasó la muestra a nivel del borde del molde con la ayuda de la regla metálica para luego proceder con el pesado del molde Proctor con la muestra, por último, se tomará una porción del núcleo de la muestra y se colocará en un recipiente para ser pesado y luego llevado al horno por un tiempo de 24 horas, con el fin de calcular su humedad. Este procedimiento se repitió para diferentes porcentajes de agua agregados a la muestra con el fin de establecer una relación entre el contenido de agua para el suelo y el peso unitario seco. Con estos resultados se realizó una gráfica de relación curvilínea, llamada curva de compactación. Los valores de la densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad se determinaron a partir de esta gráfica.

Por último, se realizó el ensayo CBR (California Bearing Ratio), previo al ensayo se pesó el molde con la placa base después de esto se colocó el disco espaciador y sobre este el papel filtro, luego se colocó y aseguró el collarín. El ensayo consistió en colocar en tres recipientes

6000 gr de muestra a la cual se le añadió el porcentaje óptimo agua que se obtuvo del ensayo

Proctor Modificado, se homogenizó la muestra para luego proceder con su colocación en los tres moldes de CBR en 5 capas las cuales se compactaron con 12, 25 y 56 golpes por capa con la ayuda del martillo de 10 lb la cual se dejó caer a una distancia de 18". Una vez compactado se procederá a retirar el collarín y se enrasó la muestra a nivel del borde del molde con la ayuda de la regla metálica, luego giramos el molde de modo que la parte superior quede abajo, retiramos el disco espaciador y colocamos la placa base para ser pesado, sobre la nueva parte superior se colocará un papel filtro para luego colocar la placa perforada con vástago ajustable y sobre ella la sobrecarga. Los 3 moldes CBR son sumergidos en una poza de agua, posterior a esto se montó el trípode y se le colocó el dial o también llamado deformímetro digital de tal modo que su punto palpable quede tocando el vástago. Luego se procedió a tomar la lectura inicial del dial de cada molde, las muestras estuvieron sumergidas por 96 horas tomando lecturas cada 24 horas, una vez culminado con el tiempo de inmersión los moldes CBR fueron retirados de la poza, se dejaron drenar por 15 minutos y se retiraron las sobrecargas, la placa perforada con vástago y el papel filtro. Luego las muestras son llevadas a la Prensa de CBR y se colocan nuevamente las sobrecargas para aplicar la carga de la máquina, teniendo a los diales de deformación en cero. Se procedió a registrar las lecturas de carga de acuerdo a las penetraciones especificadas en la norma. Finalmente, se retiró toda la muestra del molde, y de esta se tomó una porción del núcleo para determinar el contenido de humedad. Los datos fueron posteriormente procesados en tablas para obtener el CBR de cada muestra de suelo.

Una vez finalizado los ensayos al material propio (muestra patrón) se prosiguió con los ensayos de Proctor Modificado y CBR del material propio con adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%.

2.5.3. Muestreo de ensayos de laboratorio

Para determinar las características y propiedades físico mecánicas del material existente se procedió con los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad ASTM D-2216
- Análisis granulométrico ASTM D-6913
- Límite de Atterberg (Líquido y Plástico) ASTM D-4318
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Clasificación AASHTO ASTM D-4328
- Proctor Modificado ASTM D-1557
- California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883

Para determinar la dosificación a utilizar del aceite sulfonado, este se obtuvo a partir de la clasificación del suelo y las recomendaciones establecidas por la Empresa Biobac Perú en su hoja de “Criterios para la dosificación de PermaRoad en campo” (Ver **ANEXO N° 3**).

Tabla 7

Recomendación de dosificación de Aceite sulfonado según Proveedor

Dosificación del Aceite Sulfonado según la clasificación AASHTO				
Clasificación AASHTO	Aceite Sulfonado para un espesor de 15cm. (Lt/m ²)	Espesor (cm)	Aceite Sulfonado (Lt/m ³)	Aceite Sulfonado para 20m ³ . (Lt)
A-1 y A-2	0.0050 a 0.0065	15	0.033 a 0.043	0.667 a 0.867
A-3 y A-4	0.0060 a 0.0070	15	0.040 a 0.047	0.800 a 0.933
A-5 y A-6	0.0065 a 0.0070	15	0.043 a 0.047	0.867 a 0.933
A-7	0.0065 a 0.0100	15	0.043 a 0.067	0.867 a 1.333

Fuente: Biobac Perú, 2021.

En la **Tabla 10**, se muestran los rangos según el proveedor en cuanto a la cantidad de aditivo líquido en Lt/m² para su utilización en 15cm de espesor de subrasante, de acuerdo a la clasificación AASHTO del suelo, por lo que para esta investigación se procedió al cálculo de la dotación de Lt/m³, debido a que el proveedor vende el producto por litro, este indicó que un litro del aceite sulfonado alcanza aproximadamente para 20m³ por lo que se agregó también la dosificación para 20m³.

Para nuestra investigación el aditivo PermaRoad (aceite sulfonado) se disolvió en agua desionizada en la siguiente proporción.

Tabla 8
Dilución de aceite sulfonado en agua

Dilución de Aceite Sulfonado en Agua Desionizada			
Aceite Sulfonado (ml)	Agua Desionizada (ml)	Solución (%)	Aceite Sulfonado por ml de agua
10.0	10000	0.10%	0.001 ml

Fuente: Biobac Perú, 2021.

Se diluyó el aceite en agua desionizada para alcanzar una solución al 0.10%, esa solución fue la base para determinar las proporciones en porcentajes de 1%, 2% y 3 % del peso en seco del material natural ensayado en el Proctor Modificado.

2.5.4. Propiedades índice

2.5.4.1. Contenido de Humedad (NTP 339.127:1998 / MTC E-108 / ASTM D-2216)

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

- Materiales y equipos:
 - ✓ Muestra de suelo
 - ✓ Recipiente (Tara)
 - ✓ Balanza con aproximación de 0.1 gramos
 - ✓ Horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1: *Contenido de humedad*

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

Donde:

W = contenido de humedad expresado en (%)

W_w = peso del agua contenido en el suelo

W_s = peso del suelo secado en el horno

2.5.4.2. Granulometría (NTP 339.128:1999 / MTC E-204 / ASTM D-6913)

La granulometría representa la distribución de los tamaños de las partículas que posee la muestra de un suelo mediante el tamizado. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Tabla 9
Clasificación de suelos según tamaño de partículas

Tipo de Material	Tamaño de las Partículas
Grava	75 mm – 4.75 mm
Arena	Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
	Arena media: 2.00mm – 0.425mm
	Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo 0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla Menor a 0.005 mm

Fuente: (MTC, 2014)

- Materiales y equipos:
 - ✓ Muestra de suelo
 - ✓ Juego de tamices
 - ✓ Balanza con aproximación de 0.1 gramos
 - ✓ Horno a 110°C ± 5°C

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2: *Porcentaje retenido en cada tamiz*

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_{\text{tamiz}}}{W_s} \times 100$$

Donde:

W_{tamiz} = peso retenido en el tamiz

W_s = peso total del suelo secado en el horno

A través del % Que pasa por las diferentes mallas se obtiene la Curva Granulométrica.

2.5.4.3. Límite de Atterberg (NTP 339.129:1999 /ASTM D-4318)

2.5.4.3.1. Límite Líquido (MTC E-110)

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado líquido y el estado plástico.

- Materiales y equipos:
 - ✓ Tamiz N°40
 - ✓ Recipiente de almacenaje (Vasija de porcelana)
 - ✓ Espátula de acero inoxidable.
 - ✓ Copa de Casa Grande
 - ✓ Acanalador
 - ✓ Recipiente (Tara)
 - ✓ Balanzas con aproximación de 0.1gr
 - ✓ Horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3: *Calculo del Limite Liquido*

$$LL = W^n \left(\frac{N}{25} \right)^{\tan\beta}$$

Donde:

LL = Límite Líquido

W^n = Contenido de humedad natural

N = Número de golpes

$\tan\beta$ = Pendiente de línea de flujo (0.121)

2.5.4.3.2. Limite Plástico (MTC E-111)

Se denomina límite plástico a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

- Materiales y equipos:
 - ✓ Tamiz N°40
 - ✓ Recipiente de almacenaje (Vasija de porcelana)
 - ✓ Espátula de acero inoxidable.
 - ✓ Vidrio esmerilado
 - ✓ Recipiente (Tara)
 - ✓ Balanzas con aproximación de 0.1 gr
 - ✓ Horno a 110°C ± 5°C

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 4: *Calculo del Limite Plástico*

$$LP = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100 = \frac{P_w}{P_s} \times 100$$

Donde:

LP = Humedad correspondiente al Limite Plástico en %

P_h = Peso de trocitos de filamentos húmedos

P_s = Peso de trocitos de filamentos secos

P_w = Peso del agua contenida en los filamentos

2.5.4.3.3. Índice de plasticidad

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico. Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico). Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 5: *Calculo del Limite Plástico*

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad

LL = Limite liquido

LP = Limite plástico

El suelo en relación a su índice de plasticidad se puede clasificar según la siguiente tabla:

Tabla 10

Clasificación de suelos según su índice de plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP > 7$		
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: (MTC, 2014)

2.5.4.4. Clasificación del suelo

2.5.4.4.1. Clasificación SUCS (ASTM D-2487)

El Sistema Unificado de Clasificación del suelo (USCS o SUCS) se basa en el sistema de clasificación desarrollado por A. Casagrande en 1942 y más tarde con algunas modificaciones fue aprobado conjuntamente por varias agencias de gobierno de los EE.UU. en 1952.

Refinamientos adicionales fueron hechas y actualmente está estandarizado como la norma **ASTM D 2487-93**. Se utiliza en los EE.UU. y gran parte del mundo para trabajos geotécnicos que no sean los caminos y carreteras. Los suelos de un sistema unificado se designan por un símbolo de dos letras: el primero considera que el principal componente de la tierra, y la segunda describe informaciones de la curva granulométrica o características de plasticidad.

Tabla 11

Prefijos y sufijos para cada tipo de suelo

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Mal Graduado	P
Limo	M	Alta plasticidad	H
Arcilla	C	Limite Liquido >50%	
Limos orgánicos y arcillas	O	Baja plasticidad	L
Turba o suelos altamente orgánicos	Pt	Limite Liquido <50%	

Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Braja M. Das, 2012)

A partir de los símbolos, pueden establecerse las siguientes combinaciones que permitirán definir un tipo de suelo:

Tabla 12
Clasificación SUCS

Criterios para asignar símbolos y nombres de grupo utilizando pruebas de laboratorio				Clasificación del suelo	
				Símbolo de Grupo	Nombre de Grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en la malla N.º200	Gravas Mas de 50% de la fracción gruesa retenida en la malla N.4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla N.º200	$C_u \geq 4$ y $1 C_c \leq 3^e$	GW	Grava bien gradada
			$C_u < 4$ y/o $1 C_c > 3^e$	GP	Grava mal gradada
		Gravas con finos Más del 12% pasa la malla N.º200	Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa
			Los finos se clasifican como CL o CH	GC	Grava arcillosa
		Gravas limpias y con finos Entre el 5% y 12% pasa malla N.º200	Cumple con los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple con los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla
			Cumple con los criterios para GP y GM	GP-GM	Grava mal gradada con limo
			Cumple con los criterios para GP y GC	GP-GC	Grava mal gradada con arcilla
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N.º4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla N.º200	$C_u \geq 6$ y $1 C_c \leq 3^e$	SW	Arena bien gradada
			$C_u < 6$ y/o $1 C_c > 3^e$	SP	Arena mal gradada
Arenas con finos Más del 12% pasa la malla N.º200		Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa	
		Los finos se clasifican como CL o CH	SC	Arena arcillosa	
Arenas limpias y con finos Entre el 5% y 12% pasa malla N.º200		Cumple con los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien gradada con limo	
		Cumple con los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien gradada con arcilla	
		Cumple con los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal gradada con limo	
		Cumple con los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal gradada con arcilla	
Suelos de grano fino 50% o más pasa la malla núm. 200	Limos y arcillas Límite líquido menor que 50	Inorgánicos	$IP > 7$ y se encuentra en o arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
			$IP < 4$ o se encuentra debajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	Límite líquido - secado al horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica
			Límite líquido - no secado	OL	Limo orgánico
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o mayor	Inorgánicos	IP se encuentra en o arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
			IP se encuentra debajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Límite líquido - secado al horno < 0.75		Arcilla orgánica
			Límite líquido - no secado	OH	Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, de color oscuro y olor orgánico		PT	Turba	

Fuente: (ASTM D-2487, 1993)

Suelos gruesos

Dentro de estos suelos se encuentran las gravas (G) y las arenas (S). Si menos de la mitad de la fracción gruesa de un suelo pasa por la malla N° 4, un suelo pertenece al grupo de las gravas; en caso contrario, pertenecerá al grupo de las arenas.

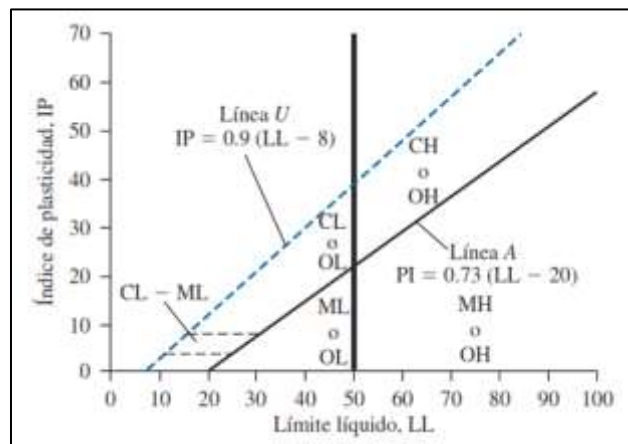
Suelos finos

Los suelos finos son aquellos que pasan al menos el 50% por el tamiz N° 200. Estos vendrían a estar conformados por los limos, arcillas y suelos orgánicos. Estos se dividen a su vez por el límite líquido que posea. Si es menor de 50%, es decir si el suelo es de compresibilidad baja o media, son de baja plasticidad. Si el límite líquido es mayor al 50%, es decir, que el suelo es de compresibilidad alta, son suelos de alta plasticidad.

Clasificación de los suelos finos: La Carta de Plasticidad de Casagrande

Tras un estudio experimental de diferentes muestras de suelos de grano fino, Casagrande consigue ubicarlos en un diagrama que relaciona el límite líquido (LL) con el índice de plasticidad (IP). En este diagrama, conocido como la carta de Casagrande de los suelos cohesivos, destacan dos grandes líneas que actúan a modo de límites (Figura n°25).

Figura 10
Carta de plasticidad Casagrande



Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Braja M. Das, 2012)

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6: *Calculo del Limite Plástico*

$$\text{Linea A: } IP = 0.73(LL - 20)$$

$$\text{Linea B: } LL = 50$$

Donde:

IP = Índice de plasticidad

LL = Limite liquido

2.5.4.4.2. Clasificación AASHTO (ASTM D-3282)

El sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) (Designación ASTM D-3282; método AASHTO M145) es uno de los primeros sistemas de clasificación de suelos, desarrollado por Terzaghi y Hogentogler en 1929 y modificado en 1945 por el Departamento público de caminos de los EUA. Este sistema pasó por varias revisiones y actualmente es usado para propósitos ingenieriles enfocados más en el campo de las carreteras como la construcción de los terraplenes, subrasantes, subbases y bases de las carreteras. Sin embargo, es necesario recordar que un suelo que es bueno para el uso de subrasantes de carreteras puede ser muy pobre para otros propósitos.

Este sistema describe el procedimiento para clasificar los suelos en siete grupos, basado en los ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico con estos dos últimos calculamos el índice de plasticidad. La ventaja de este método radica en la posibilidad de evaluar la calidad del suelo a través del “Índice de Grupo”. Entre mayor sea el valor del índice de grupo para un suelo dado, más deficiente será el desempeño del suelo como capa subrasante.

La fórmula para el índice de grupo es:

Ecuación 7: Calculo del Índice de Grupo

$$IG = (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F_{200} - 15)(IP - 10)$$

Donde:

F_{200} = Porcentaje que pasa por el tamiz N° 200, expresado como un número entero

LL = Límite líquido

IP = Índice de plasticidad

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice \geq a 20, un suelo no utilizable para caminos.

Tabla 13

Clasificación de suelos según índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
$IG > 9$	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: (MTC, 2014)

Tabla 14

Clasificación de suelos y mezclas de suelos y agregados AASHTO (ASTM D-3282)

Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos pasa el tamiz N° 200)							Materiales de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 ^a	A-7-6 ^b
Análisis por tamizado (% que pasa)												
Tamiza N° 10	50 máx											
Tamiza N° 40	30 máx	50 máx	51 mín									
Tamiza N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 min	36 min	36 min	36 min	
Para la fracción que pasa el tamiz N° 40												
Limite liquido (LL)				40 máx	40 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	
Índice de plasticidad (IP)	6 máx		NP	10 máx	10 máx	11 min	11 min	10 máx	10 máx	11 min	11 min	
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	
Tipo de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa				Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos		
Terreno de fundación	Excelente a bueno						Regular a malo					
Si $IP \leq LL - 30$, la clasificación es A-7-5.												
Si $IP > LL - 30$, la clasificación es A-7-6.												

Fuente: (ASTM D-3282, 1993)

2.5.4.5. Proctor Modificado (NTP 339.141:1991 / MTC E-115 / ASTM D-1557)

El ensayo fue desarrollado por Ralph R. Proctor en 1933, este ensayo permite determinar la compactación máxima de un terreno respecto a su contenido de humedad.

El ensayo consiste en compactar el suelo en un cilindro (molde Proctor) con un peso y volumen conocido, este suelo se mesclará con diferentes porcentajes de agua con respecto al peso del suelo a compactar, esta secuencia se repite un número de veces, las suficientes para obtener los datos que permitan dibujar una curva de densidad seca versus contenido de humedad. Se proporciona 3 métodos alternativos.

Tabla 15
Especificaciones para la prueba Proctor modificado

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	944 cm ³	944 cm ³	2124 cm ³
Masa del pisón	4.54 kg	4.54 kg	4.54 kg
Altura de caída del pisón	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes del pisón por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2 700 kN. m/m ³	2 700 kN. m/m ³	2 700 kN. m/m ³
Suelo para usarse	Porción que pasa el tamiz N.º4. (4.75 mm). Puede usarse si 20% o menos en peso de material se retiene en el tamiz N.º4.	Porción que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8"). Puede usarse si el suelo retenido en el tamiz N.º4. es más, de 20%, y 20% o menos en peso se retiene en el tamiz de 9.5 mm (3/8").	Porción que pasa el tamiz 19.0 mm (3/4"). Puede usarse si más del 20% en peso de material se retiene en el tamiz de 9.5 mm, y menos de 30% en peso se retiene en el tamiz de 19.0 mm (3/4").

Fuente: Fundamentos de ingeniería de cimentaciones (Braja M. Das, 2012)

- Equipos y materiales:

- ✓ Molde cilíndrico 4", una altura de 4.584".
- ✓ Pisón o Martillo
- ✓ Balanzas con aproximación de 1gr
- ✓ Horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Regla metálica
- ✓ Tamices de 3/4" (19,0 mm), 3/8" (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm)
- ✓ Recipiente
- ✓ Herramientas de mezclado: Cucharas, espátulas, probeta graduada de 1 litro.

Se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación 8: Densidad Húmeda

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Donde:

ρ_m = Densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3)

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg)

V = Volumen del molde de compactación (m^3)

Ecuación 9: Densidad Seca

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m^3)

W = contenido de agua (%)

Ecuación 10: Peso Unitario Seco

$$\gamma_d = 62.43 \rho_d \text{ en lbf/pie}^3$$

$$\gamma_d = 9.807 \rho_d \text{ en kN/m}^3$$

Donde:

γ_d = Peso unitario seco del espécimen compactado

ρ_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m^3)

Este procedimiento se realizó tanto a la muestra patrón como a la muestra con adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonato al 1%, 2% y 3%.

Tabla 16

Dosificación de cal y aceite sulfonado para ensayo Proctor Modificado

Dosificación para Ensayo Proctor Modificado					
Adicionantes	Dosificación	Dosificación	M1	M-2	M-3
Cal	2%	-	60 gr	60 gr	60 gr
	4%	-	120 gr	120 gr	120 gr
	6%	-	180 gr	180 gr	180 gr
Aceite sulfonado	1%	0.003 L/m ²	30 ml	30 ml	30 ml
	2%	0.006 L/m ²	60 ml	60 ml	60 ml
	3%	0.009 L/m ²	90 ml	90 ml	90 ml

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

2.5.4.6.CBR (California Bearing Ratio) (NTP 339.145:1999 / MTC E-132/ ASTM D-1883)

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre un suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Este método de ensayo se usa

para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo

materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje

La prueba CBR de suelos consiste básicamente en compactar un suelo con el óptimo contenido de humedad, en unos moldes normalizados de peso y volumen conocido, sumergirlos, medir la expansión producida y aplicar un punzonamiento sobre la superficie del terreno mediante un pistón normalizado.

- Equipos y materiales:

- ✓ Prensa de compresión, pistón de penetración
- ✓ Molde cilíndrico 6", una altura de 7", provisto de un collar de 2", placa base, disco espaciador.
- ✓ Pisón o Martillo
- ✓ Aparatos usados para la medición de expansión: Placa de metal perforada para cada molde 5 7/8" de diámetro con vástago regulable, pesas o sobrecargas, trípode y diales con recorrido mínimo de 25mm (1"), tanque o pozo de inmersión.
- ✓ Balanzas con aproximación de 1gr y 0.1gr
- ✓ Horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Regla metálica
- ✓ Tamices de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").
- ✓ Recipiente
- ✓ Herramientas de mezclado: Cucharas, espátulas, probeta graduada de 1 litro, papel filtro.

Se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación 11: Porcentaje de Expansión

$$E = \frac{L_f - L_o}{H} \times 100$$

Donde:

E = % de expansión

L_f = Lectura final en mm

L_o = Lectura inicial en mm

Ecuación 12: Capacidad de Soporte del Suelo

$$CBR = \frac{\sigma_t}{\sigma_p} \times 100$$

Donde:

σ_t = Esfuerzo de la muestra ensayada

σ_p = Esfuerzo patrón

Este procedimiento se realizó tanto a la muestra patrón como a la muestra con adición de cal al 2%, 4% y 6% y aceite sulfonado al 1%, 2% y 3%.

Tabla 17

Dosificación de cal y aceite sulfonado para ensayo CBR

Dosificación para Ensayo CBR					
Adicionantes	Dosificación	Dosificación	M1	M-2	M-3
Cal	2%	-	120 gr	120 gr	120 gr
	4%	-	240 gr	240 gr	240 gr
	6%	-	360 gr	360 gr	360 gr
Aceite sulfonado	1%	0.003 L/m ²	60 ml	60 ml	60 ml
	2%	0.006 L/m ²	120 ml	120 ml	120 ml
	3%	0.009 L/m ²	180 ml	180 ml	180 ml

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Ensayos de laboratorio

3.1.1. Granulometría, clasificación SUCS Y AASHTO

Tabla 18

Resumen del ensayo de granulometría y clasificación SUCS y AASHTO

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Granulometría			Clasificación	
				% G	% A	% F	SUCS	AASHTO
1	C-1	M1	1.50	1.4	53.8	44.8	SC	A-6 (2)
2	C-2	M1	1.50	0.9	52.8	46.3	SC	A-6 (2)
3	C-3	M1	1.50	0.4	56.0	43.6	SC	A-6 (2)

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.1.1. Límites de Atterberg

Tabla 19

Resumen del ensayo de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	C-1	M1	1.50	23.53	11.36	12.17
2	C-2	M1	1.50	23.95	11.27	12.68
3	C-3	M1	1.50	24.64	12.43	12.21

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.1.2. Contenido de humedad

Tabla 20

Resumen del ensayo contenido de humedad

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	W (%)
1	C-1	M1	1.50	3.20
2	C-2	M1	1.50	3.40
3	C-3	M1	1.50	3.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.1.3. Proctor Modificado

- **Material propio en estado natural**

Tabla 21

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio.

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
1	C-1	M1	1.50	1.83	13.70
2	C-2	M1	1.50	1.89	12.10
3	C-3	M1	1.50	1.79	11.50

Fuente: Elaboración propia, 2021.

- **Material propio con adición de cal**

Tabla 22

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + cal

N°	Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
1	C-1	M1	1.5	1.69	16.00
2	C-2	M1	1.5	1.65	14.80
3	C-3	M1	1.5	1.78	16.30

Fuente: Elaboración propia, 2021.

- **Material propio con adición de cal y aceite sulfonado**

Tabla 23

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 2% Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado

N° Calicata	Muestra	Dosificación		Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
		Cal	A. S.		
C-1	M1	2%	1%	1.910	13.80
C-2	M1	2%	2%	1.850	12.00
C-3	M1	2%	3%	1.850	12.60

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 24

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 4% Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado

N° Calicata	Muestra	Dosificación		Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
		Cal	A. S.		
C-1	M1	4%	1%	1.920	13.10
C-2	M1	4%	2%	1.857	11.90
C-3	M1	4%	3%	1.850	12.30

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 25

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 6% Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado

N° Calicata	Muestra	Dosificación		Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
		Cal	A. S.		
C-1	M1	6%	1%	1.932	13.00
C-2	M1	6%	2%	1.862	11.40
C-3	M1	6%	3%	1.867	12.00

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.1.4. CBR (California bearing ratio)

- **Material propio en estado natural**

Tabla 26
Resumen de los resultados del ensayo CBR del material propio

N° Calicata	Muestra	CBR			
		(100% M.D.S.) 0.1"	(100% M.D.S.) 0.2"	(95% M.D.S.) 0.1"	(95% M.D.S.) 0.2"
C-1	M1	9.1	12.9	5.9	8.1
C-2	M1	10.0	13.6	7.1	10.3
C-3	M1	9.3	13.3	6.4	9.3

Fuente: Elaboración propia, 2021.

- **Material propio con adición de cal**

Tabla 27
Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + Cal

N° Calicata	Muestra	Cal	CBR			
			(100% M.D.S.) 0.1"	(100% M.D.S.) 0.2"	(95% M.D.S.) 0.1"	(95% M.D.S.) 0.2"
C-1	M1	2%	16.4	22.1	11.5	17.1
C-2	M1	4%	17.6	22.9	13.6	19.5
C-3	M1	6%	19.0	24.2	15.1	20.2

Fuente: Elaboración propia, 2021.

- **Material propio con adición de cal y aceite sulfonado**

Tabla 28
Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 2% Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado

N° Calicata	Muestra	Dosificación		CBR			
		Cal	A. S.	(100% M.D.S.) 0.1"	(100% M.D.S.) 0.2"	(95% M.D.S.) 0.1"	(95% M.D.S.) 0.2"
C-1	M1	2%	1%	19.3	24.8	15.6	20.5
C-2	M1	2%	2%	21.4	26.2	17.9	22.2
C-3	M1	2%	3%	23.6	28.6	19.1	25.0

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 29

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 4% Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado

N° Calicata	Muestra	Dosificación		CBR			
		Cal	A. S.	(100% M.D.S.) 0.1"	(100% M.D.S.) 0.2"	(95% M.D.S.) 0.1"	(95% M.D.S.) 0.2"
C-1	M1	4%	1%	20.0	24.3	16.7	21.4
C-2	M1	4%	2%	21.4	25.7	18.4	22.9
C-3	M1	4%	3%	24.0	27.8	19.7	23.4

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 30

Resumen de los resultados del ensayo Proctor modificado del material propio + 6% Cal + 1, 2 y 3% Aceite Sulfonado

N° Calicata	Muestra	Cal (%)	Aceite Sulfonado (%)	CBR			
				(100% M.D.S.) 0.1"	(100% M.D.S.) 0.2"	(95% M.D.S.) 0.1"	(95% M.D.S.) 0.2"
C-1	M1	6%	1%	20.9	24.8	16.9	20.6
C-2	M1	6%	2%	23.3	26.7	19.3	23.0
C-3	M1	6%	3%	26.4	29.3	20.7	24.0

Fuente: Elaboración propia, 2021.

3.2. Resultados estadísticos del análisis de datos

3.2.1. Prueba de Normalidad

Tabla 31
Prueba de Normalidad de Shapiro - Wilk

Dosificación		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
CBR	Material Propio	0.966	4	0.818
	2% Cal	0.971	4	0.847
	4% Cal	0.997	4	0.989
	6% Cal	0.982	4	0.912
	2% Cal + 1% A.S.	0.986	4	0.938
	2% Cal + 2% A.S.	0.978	4	0.893
	2% Cal + 3% A.S.	0.987	4	0.944
	4% Cal + 1% A.S.	0.996	4	0.984
	4% Cal + 2% A.S.	0.998	4	0.995
	4% Cal + 3% A.S.	0.973	4	0.863
	6% Cal + 1% A.S.	0.960	4	0.782
	6% Cal + 2% A.S.	0.961	4	0.785
	6% Cal + 3% A.S.	0.998	4	0.993

Fuente: Salida del software SPSS, 2021.

3.2.2. Análisis de Varianza

Tabla 32
Prueba de homogeneidad de varianzas

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
CBR	Se basa en la media	0.090	12	39	1.000
	Se basa en la mediana	0.090	12	39	1.000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.090	12	36	1.000
	Se basa en la media recortada	0.090	12	39	1.000

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

Tabla 33
Resultado del Análisis de Varianza

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	838.107	12	69.842	5.697	0.000
Dentro de grupos	478.155	39	12.260		
Total	1316.262	51			

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

3.2.3. Prueba Turkey

Tabla 34
Resultados de la prueba Turkey

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	2% CAL	-7.77500	2.47592	0.122	-16.5017	0.9517
	4% CAL	-9.40000*	2.47592	0.025	-18.1267	-0.6733
	6% CAL	-9.62500*	2.47592	0.020	-18.3517	-0.8983
	2% CAL + 1% A.S.	-11.05000*	2.47592	0.004	-19.7767	-2.3233
	2% CAL + 2% A.S.	-12.92500*	2.47592	0.000	-21.6517	-4.1983
	2% CAL + 3% A.S.	-15.07500*	2.47592	0.000	-23.8017	-6.3483
	4% CAL + 1% A.S.	-11.60000*	2.47592	0.002	-20.3267	-2.8733
	4% CAL + 2% A.S.	-13.10000*	2.47592	0.000	-21.8267	-4.3733
	4% CAL + 3% A.S.	-14.72500*	2.47592	0.000	-23.4517	-5.9983
	6% CAL + 1% A.S.	-11.80000*	2.47592	0.002	-20.5267	-3.0733
	6% CAL + 2% A.S.	-14.07500*	2.47592	0.000	-22.8017	-5.3483
	6% CAL + 3% A.S.	-16.10000*	2.47592	0.000	-24.8267	-7.3733
2% CAL	MP	7.77500	2.47592	0.122	-0.9517	16.5017
	4% CAL	-1.62500	2.47592	1.000	-10.3517	7.1017

	6% CAL	-1.85000	2.47592	1.000	-10.5767	6.8767
	2% CAL + 1% A.S.	-3.27500	2.47592	0.979	-12.0017	5.4517
	2% CAL + 2% A.S.	-5.15000	2.47592	0.676	-13.8767	3.5767
	2% CAL + 3% A.S.	-7.30000	2.47592	0.182	-16.0267	1.4267
	4% CAL + 1% A.S.	-3.82500	2.47592	0.936	-12.5517	4.9017
	4% CAL + 2% A.S.	-5.32500	2.47592	0.630	-14.0517	3.4017
	4% CAL + 3% A.S.	-6.95000	2.47592	0.240	-15.6767	1.7767
	6% CAL + 1% A.S.	-4.02500	2.47592	0.911	-12.7517	4.7017
	6% CAL + 2% A.S.	-6.30000	2.47592	0.376	-15.0267	2.4267
	6% CAL + 3% A.S.	-8.32500	2.47592	0.074	-17.0517	0.4017
4% CAL	MP	9.40000*	2.47592	0.025	0.6733	18.1267
	2% CAL	1.62500	2.47592	1.000	-7.1017	10.3517
	6% CAL	-0.22500	2.47592	1.000	-8.9517	8.5017
	2% CAL + 1% A.S.	-1.65000	2.47592	1.000	-10.3767	7.0767
	2% CAL + 2% A.S.	-3.52500	2.47592	0.964	-12.2517	5.2017
	2% CAL + 3% A.S.	-5.67500	2.47592	0.536	-14.4017	3.0517
	4% CAL + 1% A.S.	-2.20000	2.47592	0.999	-10.9267	6.5267
	4% CAL + 2% A.S.	-3.70000	2.47592	0.949	-12.4267	5.0267
	4% CAL + 3% A.S.	-5.32500	2.47592	0.630	-14.0517	3.4017
	6% CAL + 1% A.S.	-2.40000	2.47592	0.999	-11.1267	6.3267
	6% CAL + 2% A.S.	-4.67500	2.47592	0.792	-13.4017	4.0517
	6% CAL + 3% A.S.	-6.70000	2.47592	0.288	-15.4267	2.0267
6% CAL	MP	9.62500*	2.47592	0.020	0.8983	18.3517
	2% CAL	1.85000	2.47592	1.000	-6.8767	10.5767
	4% CAL	0.22500	2.47592	1.000	-8.5017	8.9517
	2% CAL + 1% A.S.	-1.42500	2.47592	1.000	-10.1517	7.3017
	2% CAL + 2% A.S.	-3.30000	2.47592	0.978	-12.0267	5.4267
	2% CAL + 3% A.S.	-5.45000	2.47592	0.596	-14.1767	3.2767
	4% CAL + 1% A.S.	-1.97500	2.47592	1.000	-10.7017	6.7517
	4% CAL + 2% A.S.	-3.47500	2.47592	0.967	-12.2017	5.2517

	4% CAL + 3% A.S.	-5.10000	2.47592	0.689	-13.8267	3.6267
	6% CAL + 1% A.S.	-2.17500	2.47592	0.999	-10.9017	6.5517
	6% CAL + 2% A.S.	-4.45000	2.47592	0.839	-13.1767	4.2767
	6% CAL + 3% A.S.	-6.47500	2.47592	0.335	-15.2017	2.2517
2% CAL + 1%	MP	11.05000*	2.47592	0.004	2.3233	19.7767
A.S.	2% CAL	3.27500	2.47592	0.979	-5.4517	12.0017
	4% CAL	1.65000	2.47592	1.000	-7.0767	10.3767
	6% CAL	1.42500	2.47592	1.000	-7.3017	10.1517
	2% CAL + 2% A.S.	-1.87500	2.47592	1.000	-10.6017	6.8517
	2% CAL + 3% A.S.	-4.02500	2.47592	0.911	-12.7517	4.7017
	4% CAL + 1% A.S.	-0.55000	2.47592	1.000	-9.2767	8.1767
	4% CAL + 2% A.S.	-2.05000	2.47592	1.000	-10.7767	6.6767
	4% CAL + 3% A.S.	-3.67500	2.47592	0.951	-12.4017	5.0517
	6% CAL + 1% A.S.	-0.75000	2.47592	1.000	-9.4767	7.9767
	6% CAL + 2% A.S.	-3.02500	2.47592	0.989	-11.7517	5.7017
	6% CAL + 3% A.S.	-5.05000	2.47592	0.702	-13.7767	3.6767
2% CAL + 2%	MP	12.92500*	2.47592	0.000	4.1983	21.6517
A.S.	2% CAL	5.15000	2.47592	0.676	-3.5767	13.8767
	4% CAL	3.52500	2.47592	0.964	-5.2017	12.2517
	6% CAL	3.30000	2.47592	0.978	-5.4267	12.0267
	2% CAL + 1% A.S.	1.87500	2.47592	1.000	-6.8517	10.6017
	2% CAL + 3% A.S.	-2.15000	2.47592	1.000	-10.8767	6.5767
	4% CAL + 1% A.S.	1.32500	2.47592	1.000	-7.4017	10.0517
	4% CAL + 2% A.S.	-0.17500	2.47592	1.000	-8.9017	8.5517
	4% CAL + 3% A.S.	-1.80000	2.47592	1.000	-10.5267	6.9267
	6% CAL + 1% A.S.	1.12500	2.47592	1.000	-7.6017	9.8517
	6% CAL + 2% A.S.	-1.15000	2.47592	1.000	-9.8767	7.5767
	6% CAL + 3% A.S.	-3.17500	2.47592	0.984	-11.9017	5.5517
2% CAL + 3%	MP	15.07500*	2.47592	0.000	6.3483	23.8017
A.S.	2% CAL	7.30000	2.47592	0.182	-1.4267	16.0267

	4% CAL	5.67500	2.47592	0.536	-3.0517	14.4017
	6% CAL	5.45000	2.47592	0.596	-3.2767	14.1767
	2% CAL + 1% A.S.	4.02500	2.47592	0.911	-4.7017	12.7517
	2% CAL + 2% A.S.	2.15000	2.47592	1.000	-6.5767	10.8767
	4% CAL + 1% A.S.	3.47500	2.47592	0.967	-5.2517	12.2017
	4% CAL + 2% A.S.	1.97500	2.47592	1.000	-6.7517	10.7017
	4% CAL + 3% A.S.	0.35000	2.47592	1.000	-8.3767	9.0767
	6% CAL + 1% A.S.	3.27500	2.47592	0.979	-5.4517	12.0017
	6% CAL + 2% A.S.	1.00000	2.47592	1.000	-7.7267	9.7267
	6% CAL + 3% A.S.	-1.02500	2.47592	1.000	-9.7517	7.7017
4% CAL + 1%	MP	11.60000*	2.47592	0.002	2.8733	20.3267
A.S.	2% CAL	3.82500	2.47592	0.936	-4.9017	12.5517
	4% CAL	2.20000	2.47592	0.999	-6.5267	10.9267
	6% CAL	1.97500	2.47592	1.000	-6.7517	10.7017
	2% CAL + 1% A.S.	0.55000	2.47592	1.000	-8.1767	9.2767
	2% CAL + 2% A.S.	-1.32500	2.47592	1.000	-10.0517	7.4017
	2% CAL + 3% A.S.	-3.47500	2.47592	0.967	-12.2017	5.2517
	4% CAL + 2% A.S.	-1.50000	2.47592	1.000	-10.2267	7.2267
	4% CAL + 3% A.S.	-3.12500	2.47592	0.986	-11.8517	5.6017
	6% CAL + 1% A.S.	-0.20000	2.47592	1.000	-8.9267	8.5267
	6% CAL + 2% A.S.	-2.47500	2.47592	0.998	-11.2017	6.2517
	6% CAL + 3% A.S.	-4.50000	2.47592	0.829	-13.2267	4.2267
4% CAL + 2%	MP	13.10000*	2.47592	0.000	4.3733	21.8267
A.S.	2% CAL	5.32500	2.47592	0.630	-3.4017	14.0517
	4% CAL	3.70000	2.47592	0.949	-5.0267	12.4267
	6% CAL	3.47500	2.47592	0.967	-5.2517	12.2017
	2% CAL + 1% A.S.	2.05000	2.47592	1.000	-6.6767	10.7767
	2% CAL + 2% A.S.	0.17500	2.47592	1.000	-8.5517	8.9017
	2% CAL + 3% A.S.	-1.97500	2.47592	1.000	-10.7017	6.7517
	4% CAL + 1% A.S.	1.50000	2.47592	1.000	-7.2267	10.2267

	4% CAL + 3% A.S.	-1.62500	2.47592	1.000	-10.3517	7.1017
	6% CAL + 1% A.S.	1.30000	2.47592	1.000	-7.4267	10.0267
	6% CAL + 2% A.S.	-0.97500	2.47592	1.000	-9.7017	7.7517
	6% CAL + 3% A.S.	-3.00000	2.47592	0.990	-11.7267	5.7267
4% CAL + 3% A.S.	MP	14.72500*	2.47592	0.000	5.9983	23.4517
	2% CAL	6.95000	2.47592	0.240	-1.7767	15.6767
	4% CAL	5.32500	2.47592	0.630	-3.4017	14.0517
	6% CAL	5.10000	2.47592	0.689	-3.6267	13.8267
	2% CAL + 1% A.S.	3.67500	2.47592	0.951	-5.0517	12.4017
	2% CAL + 2% A.S.	1.80000	2.47592	1.000	-6.9267	10.5267
	2% CAL + 3% A.S.	-0.35000	2.47592	1.000	-9.0767	8.3767
	4% CAL + 1% A.S.	3.12500	2.47592	0.986	-5.6017	11.8517
	4% CAL + 2% A.S.	1.62500	2.47592	1.000	-7.1017	10.3517
	6% CAL + 1% A.S.	2.92500	2.47592	0.992	-5.8017	11.6517
	6% CAL + 2% A.S.	0.65000	2.47592	1.000	-8.0767	9.3767
	6% CAL + 3% A.S.	-1.37500	2.47592	1.000	-10.1017	7.3517
6% CAL + 1% A.S.	MP	11.80000*	2.47592	0.002	3.0733	20.5267
	2% CAL	4.02500	2.47592	0.911	-4.7017	12.7517
	4% CAL	2.40000	2.47592	0.999	-6.3267	11.1267
	6% CAL	2.17500	2.47592	0.999	-6.5517	10.9017
	2% CAL + 1% A.S.	0.75000	2.47592	1.000	-7.9767	9.4767
	2% CAL + 2% A.S.	-1.12500	2.47592	1.000	-9.8517	7.6017
	2% CAL + 3% A.S.	-3.27500	2.47592	0.979	-12.0017	5.4517
	4% CAL + 1% A.S.	0.20000	2.47592	1.000	-8.5267	8.9267
	4% CAL + 2% A.S.	-1.30000	2.47592	1.000	-10.0267	7.4267
	4% CAL + 3% A.S.	-2.92500	2.47592	0.992	-11.6517	5.8017
	6% CAL + 2% A.S.	-2.27500	2.47592	0.999	-11.0017	6.4517
	6% CAL + 3% A.S.	-4.30000	2.47592	0.867	-13.0267	4.4267
6% CAL + 2% A.S.	MP	14.07500*	2.47592	0.000	5.3483	22.8017
	2% CAL	6.30000	2.47592	0.376	-2.4267	15.0267

	4% CAL	4.67500	2.47592	0.792	-4.0517	13.4017
	6% CAL	4.45000	2.47592	0.839	-4.2767	13.1767
	2% CAL + 1% A.S.	3.02500	2.47592	0.989	-5.7017	11.7517
	2% CAL + 2% A.S.	1.15000	2.47592	1.000	-7.5767	9.8767
	2% CAL + 3% A.S.	-1.00000	2.47592	1.000	-9.7267	7.7267
	4% CAL + 1% A.S.	2.47500	2.47592	0.998	-6.2517	11.2017
	4% CAL + 2% A.S.	0.97500	2.47592	1.000	-7.7517	9.7017
	4% CAL + 3% A.S.	-0.65000	2.47592	1.000	-9.3767	8.0767
	6% CAL + 1% A.S.	2.27500	2.47592	0.999	-6.4517	11.0017
	6% CAL + 3% A.S.	-2.02500	2.47592	1.000	-10.7517	6.7017
6% CAL + 3%	MP	16.10000*	2.47592	0.000	7.3733	24.8267
A.S.	2% CAL	8.32500	2.47592	0.074	-0.4017	17.0517
	4% CAL	6.70000	2.47592	0.288	-2.0267	15.4267
	6% CAL	6.47500	2.47592	0.335	-2.2517	15.2017
	2% CAL + 1% A.S.	5.05000	2.47592	0.702	-3.6767	13.7767
	2% CAL + 2% A.S.	3.17500	2.47592	0.984	-5.5517	11.9017
	2% CAL + 3% A.S.	1.02500	2.47592	1.000	-7.7017	9.7517
	4% CAL + 1% A.S.	4.50000	2.47592	0.829	-4.2267	13.2267
	4% CAL + 2% A.S.	3.00000	2.47592	0.990	-5.7267	11.7267
	4% CAL + 3% A.S.	1.37500	2.47592	1.000	-7.3517	10.1017
	6% CAL + 1% A.S.	4.30000	2.47592	0.867	-4.4267	13.0267
	6% CAL + 2% A.S.	2.02500	2.47592	1.000	-6.7017	10.7517

Fuente: Salida del software SPSS, 2020.

CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

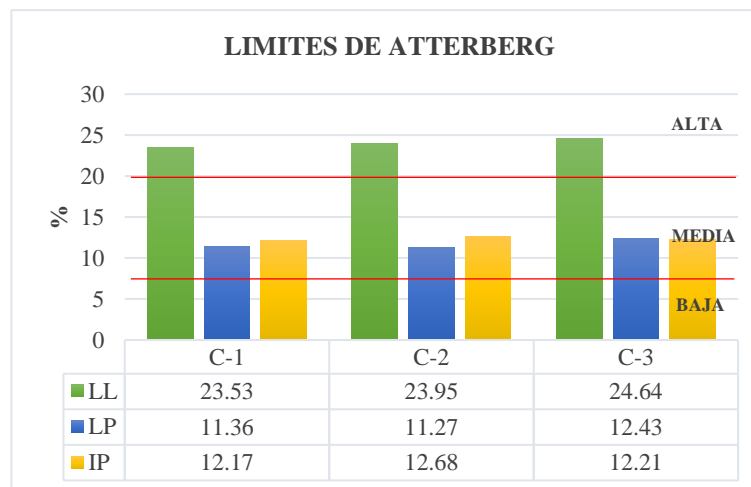
4.1.1. Granulometría, clasificación SUCS y AASHTO

En la **Tabla 18**, se muestra los resultados de las muestras extraídas de las 3 calicatas, se observó la homogeneidad en el laboratorio mostrando resultados iguales en su clasificación SUCS como “SC” Arena Arcillosa de mediana plasticidad y por el método AASHTO se clasificó como un A-6. Dentro de la clasificación AASHTO, se incluyó el índice de grupo el cual mostró un valor menor a 2 para las 3 muestras ensayadas, por lo que se considera un suelo bueno para su utilización.

4.1.2. Límites de Atterberg

En la **Tabla 19**, se muestran los resultados de los ensayos de límites de Atterberg realizado a las 3 muestras, se determinó que el índice de plasticidad está en el rango de $7 < IP < 20$ lo que significa que el suelo una plasticidad media.

Figura 11
Análisis de resultados de Límites de Atterberg

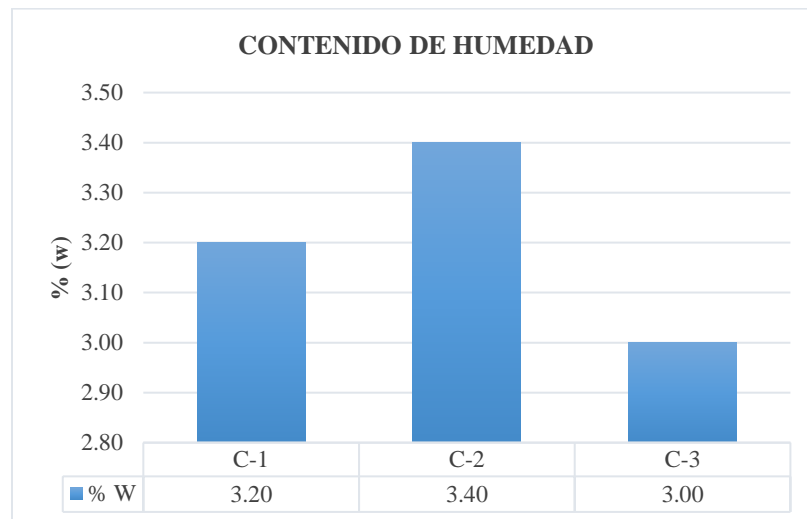


Fuente: Elaboración Propia, 2021.

4.1.3. Contenido de Humedad

En la **Tabla 20**, se muestran los resultados de los ensayos de contenido de humedad realizado a las 3 muestras, se determinó que el porcentaje de humedad se encuentra en el rango de 3 a 4%. Es fundamental obtener estos porcentajes ya que la humedad natural es comparada con la humedad óptima que se obtiene de los ensayos de Proctor modificado. Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima se puede realizar una compactación normal, considerando la cantidad de agua suficiente para alcanzar la humedad óptima, pero si la humedad natural resulta mayor a la humedad se tienen que proponer alternativas como airear el suelo o aumentar la energía de compactación y realizar una diferencia entre las dos humedades para utilizar la más adecuada en campo.

Figura 12
Análisis de resultados del contenido de Humedad



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

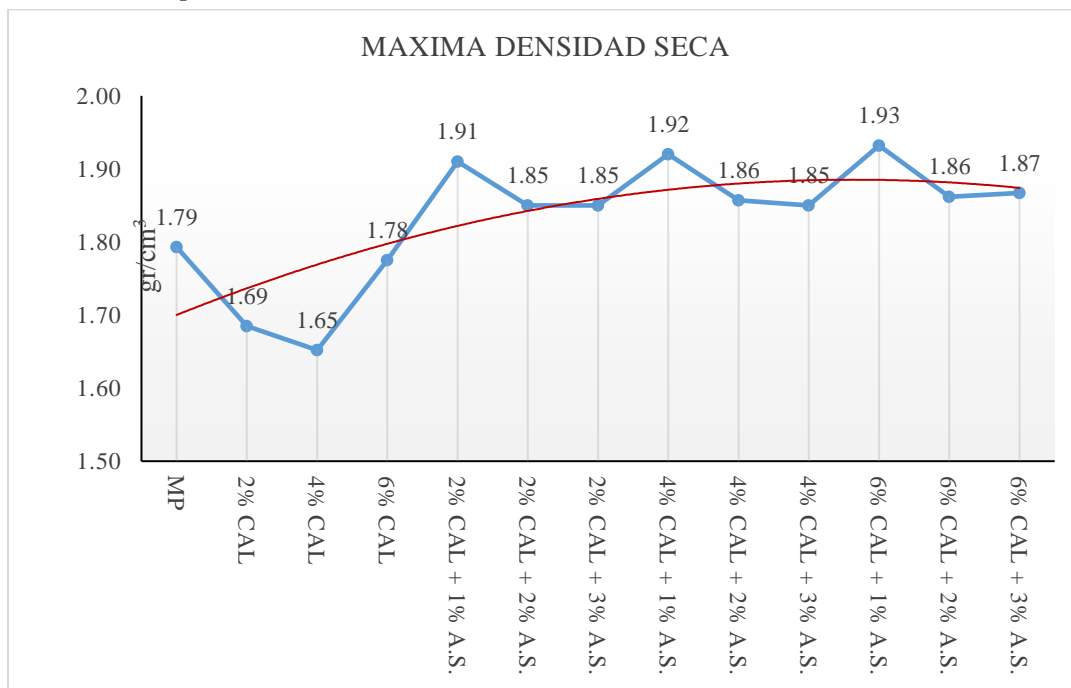
4.1.4. Proctor Modificado

- **Máxima Densidad Seca**

En la **Figura 13**, se muestra los resultados de las máximas densidades secas de las diferentes dosificaciones ensayadas, donde se obtuvo un valor mínimo de 1.65 g/cm^3 en la dosificación de 4% de cal y un máximo de 1.93 g/cm^3 en la dosificación de 6% de cal + 1% de aceite sulfonado.

Figura 13

Análisis comparativo de las máximas densidades secas



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

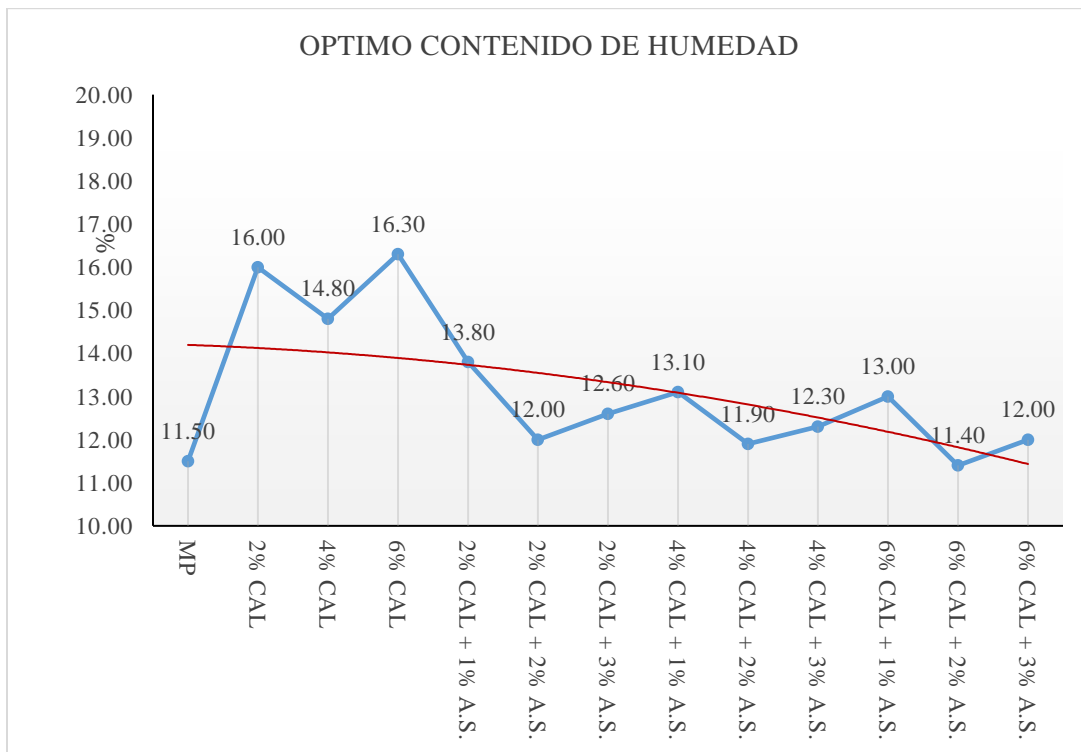
Se observa también que en la dosificación del material propio + 2% cal + 1% aceite sulfonado se obtiene un valor de 1.91 g/cm^3 valor muy cercano al máximo obtenido en los ensayos.

• **Óptimo Contenido de Humedad**

En la **Figura 14**, se muestra los resultados de los óptimos contenidos de humedad de las diferentes dosificaciones ensayadas, donde se obtuvo un valor mínimo de 11% en la dosificación de 6% de cal + 2% de aceite sulfonado y un máximo de 16.30% en la dosificación 6% de cal.

Figura 14

Análisis comparativo del óptimo contenido de humedad



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Se observa también que con un porcentaje de aceite sulfonado adecuado el contenido de humedad disminuye permitiendo que las partículas del suelo se reacomoden y aumente su densidad hasta cierto punto, ya que al añadir más agua esta empezara a bajar.

- Se observo también que un porcentaje de aceite sulfonado adecuado el contenido de humedad disminuye obteniendo un valor mínimo de 11.40% en la dosificación de 6% de cal + 2% de aceite sulfonado y un máximo de 16.30% en la dosificación de 6% de cal.

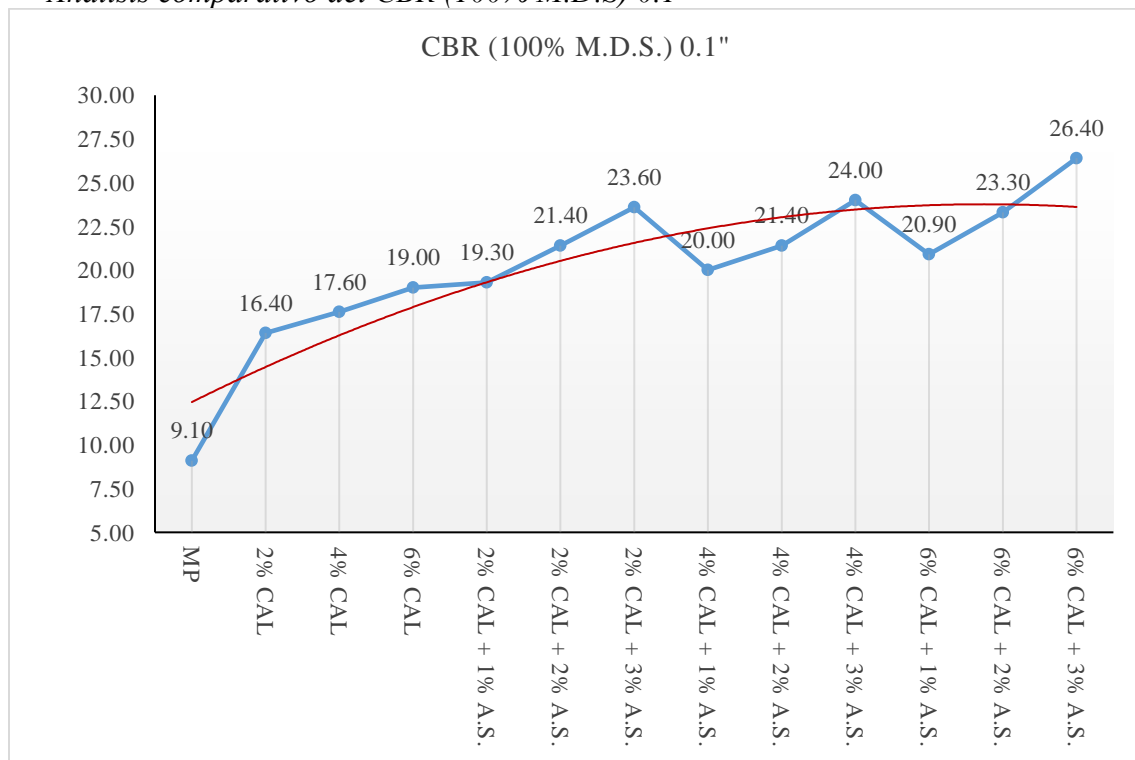
4.1.5. CBR (California Bearing Ratio)

En este ensayo se evalúa la resistencia del suelo en condiciones controladas de óptima de densidad y contenido de humedad, valores tomados del ensayo Proctor modificado. Para realizar el análisis comparativo se tomó el CBR menor de las 3 muestras ensayadas de material propio (MP), siendo este el C-1.

En la **Figura 15** y **Figura 16**, se muestran los resultados del CBR al 100% de su máxima densidad seca en una penetración de 0.1” y 0.2”.

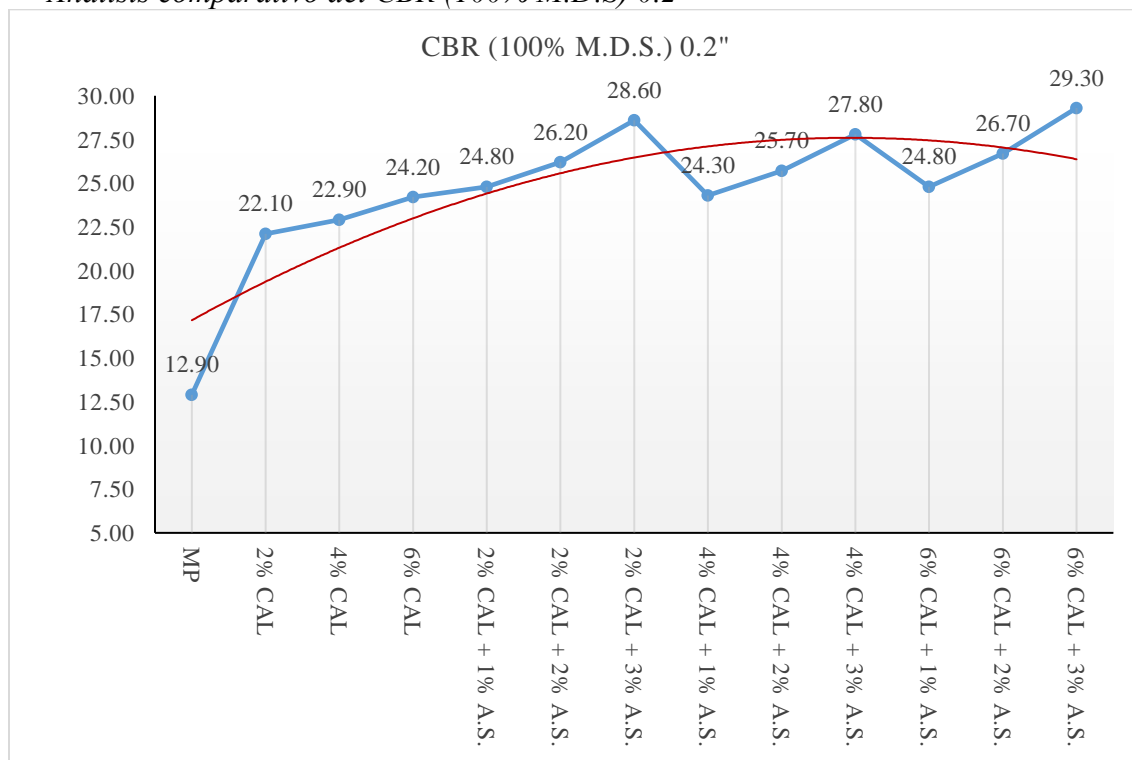
Figura 15

Análisis comparativo del CBR (100% M.D.S.) 0.1”



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Figura 16
Análisis comparativo del CBR (100% M.D.S) 0.2”



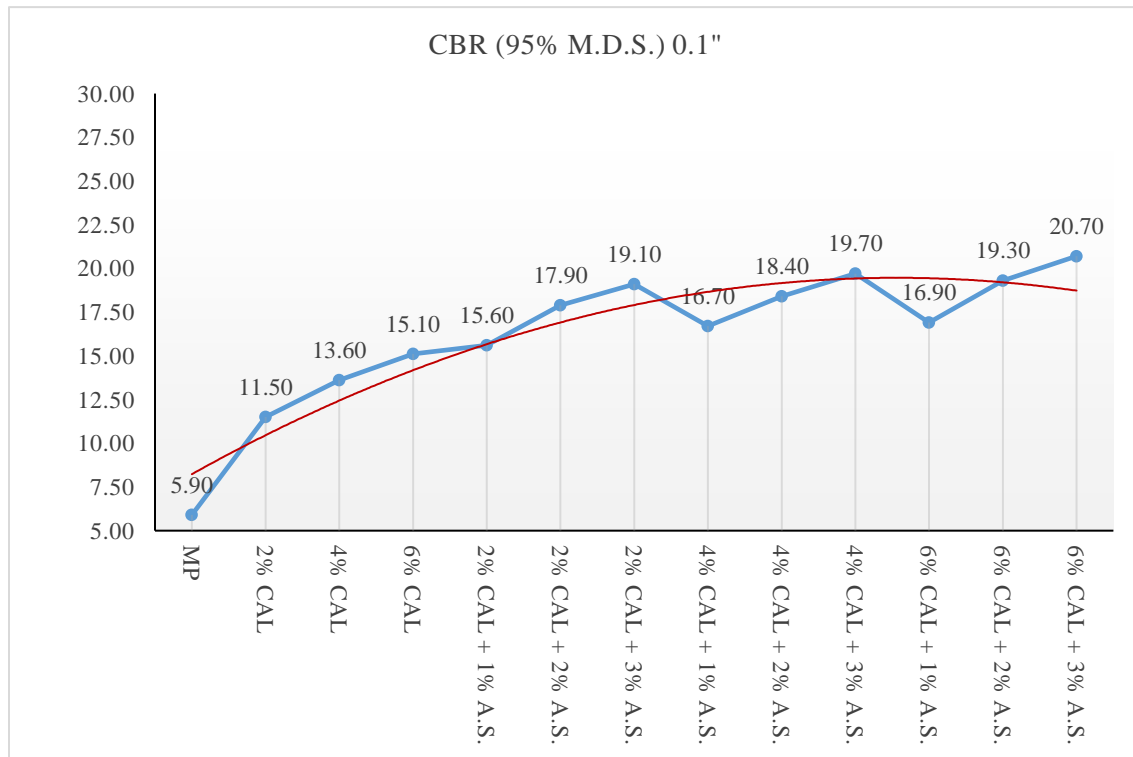
Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Según el manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” el valor del CBR que se tomará para el diseño de la subrasante será al 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga de 2.54mm, por lo que solo tomaremos en cuenta la Figura 17 para el análisis.

En la **Figura 17** y **Figura 18**, se muestran los resultados del CBR al 95% de su máxima densidad seca en una penetración de 0.1” y 0.2”.

Figura 17

Análisis comparativo del CBR (95% M.D.S) 0.1''

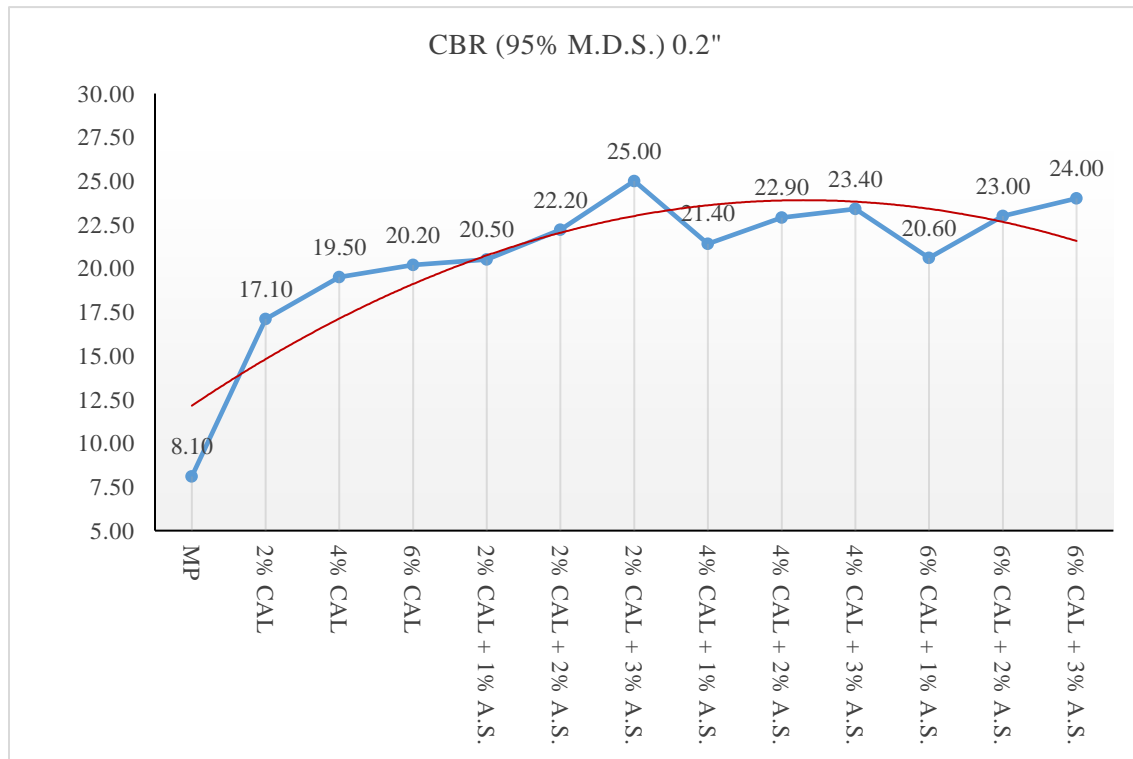


Fuente: Elaboración Propia, 2021.

(Gómez Ávila, A. y Silva Navarro, E., 2020). Concluye que adicionando a las muestras de suelo 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland Tipo I (aditivo solido) y 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado (aditivo liquido), incrementa el CBR en la muestra M1 de 19.6% hasta un 100.2% y en la M2 de 5.8% a 78.1%, pero para pasar de una subrasante inadecuada a una buena solo es necesario utilizar 0.5% de cemento + 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado obteniendo un CBR de 12.1% a 15.2%, y con 2% de cemento + 0.30 Lt/m³ de aceite sulfonado se obtiene un CBR de 24.9% a 30.1%. El material natural que fue ensayo tuvo una clasificación SUCS de “SC” Arena arcillosa de baja plasticidad y “SM” Arena limosa de mediana plasticidad y una clasificación AASHTO de A-2-4, A-2-6 y A-4.

Los valores mostrados en la **Figura 17**, muestran una tendencia en el incremento del CBR al añadir más porcentaje de cal y aceite sulfonado al material propio, siendo el CBR mínimo de 11.5% para la dosificación de 2% de cal y el máximo 20.7% en la dosificación de 6% cal + 3% aceite sulfonado. Pasando de una subrasante insuficiente muy buena, pero para pasar de una subrasante insuficiente a una buena solo es necesario utilizar la dosificación de 2% de cal + 3% de aceite sulfonado en el cual se obtiene un CBR de 19.7%.

Figura 18
Análisis comparativo del CBR (95% M.D.S) 0.2''



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

4.1.6. Prueba de Normalidad

En la **Tabla 31**, se muestran los resultados de la prueba de normalidad por el método de Shapiro Wilk, donde se estableció una hipótesis nula y otra alterna:

- Hipótesis nula (H_0): Los datos siguen una distribución normal. P-Valor ≥ 0.05 , se acepta H_0 .
- Hipótesis alterna (H_a): Los datos no siguen una distribución normal. P-Valor < 0.05 , se acepta H_0 .

Los resultados muestran valores mayores a 0.05 para todas las dosificaciones por lo que se acepta la Hipótesis nula, los resultados obtenidos de la prueba de normalidad provienen de una distribución normal por lo que se procederá con la prueba paramétrica por el método ANOVA.

4.1.7. Análisis de la Varianza

En la **Tabla 33**, se muestra el resultado del análisis de la varianza por el método de ANOVA, donde se estableció las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula (H_0): La cal y el aceite sulfonado no influyen en la mejora de la estabilización. P-Valor ≥ 0.05
- Hipótesis alterna (H_a): La cal y el aceite sulfonado si influyen en la mejora de la estabilización. P-Valor < 0.05

El resultado obtenido en la **Tabla 33**, arroja una significancia de 0.00 la cual es < 0.05 , por lo que se acepta la hipótesis alterna.

4.1.8. Prueba de Turkey

Con esta prueba se determinó cuáles son las dosificaciones más significativas a través del análisis comparativo de las diferentes dosificaciones realizadas.

En la **Tabla 34**, se muestra que los resultados de las significancias de todas las dosificaciones de cal y cal + aceite sulfonado son menores a 0.05 comparadas con material propio sin aditivos adicionales. Lo que corrobora el resultado obtenido en el análisis de varianza.

Pero en las comparativas entre las dosificaciones de cal + aceite sulfonado el grado de significancia es mayor a 0.05, por lo que se concluye que si existe una mejora significativa del CBR del material propio al agregarle cal y aceite sulfonado.

4.2. Conclusiones

- Se determinó que el suelo natural, según la clasificación SUCS es un “SC” Arena arcillosa de mediana plasticidad, y según la clasificación AASHTO se encuentra en el grupo “A-6” suelos arcillosos, terreno de fundación de regular a malo.
- En los ensayos del Proctor Modificado al material propio + 2%, 4% y 6% de cal + 1%, 2% y 3% de aceite sulfonado, se comprobó que a mayor incremento de cal y aceite sulfonado la Máxima Densidad Seca aumenta siendo el valor mínimo de 1.65 g/cm^3 para la dosificación de 2% y el máximo de 1.93 g/cm^3 para la dosificación de 6% de cal + 3% de aceite sulfonado, también se observó que con la dosificación de 2% de cal + 1% de aceite sulfonado se obtiene un valor de 1.91 g/cm^3 valor muy cercano al máximo obtenido.
- Se observó también que con un porcentaje de aceite sulfonado adecuado el contenido de humedad disminuye obteniendo un valor mínimo de 11.40% en la dosificación de 6% de cal + 2% de aceite sulfonado y un máximo de 16.30% en la dosificación de 6% de cal.

- Por otra parte en los ensayos CBR del material propio adicionando 2%, 4% y 6% de cal y 1%, 2% y 3% de aceite sulfonado, demuestran que se produce una mejora del CBR a medida que se aumenta la dosificación de cal y aceite sulfonado, alcanzando un valor mínimo de 15.60% para la dosificación de 2% de cal + 1% de aceite sulfonado y un valor máximo de 20.70% para la dosificación de 6% de cal + 3% de aceite sulfonado, pasando de una subrasante insuficiente a una muy buena, además se observa que para pasar de una subrasante insuficiente a una buena solo es necesario utilizar la dosificación de 2% de cal + 3% de aceite sulfonado.
- Por lo que se concluye que la adición de 2%, 4% y 6% de cal y 1%, 2% y 3% de aceite sulfonado, influyen en la mejora de la máxima densidad seca, en la reducción del óptimo contenido de humedad y en el aumento en el índice de resistencia del suelo CBR.

4.3.Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de la dosificación de 2% cal + 3% aceite sulfonado, ya que con este se alcanza un CBR de 19.7% valor muy cercano al máximo, lo que permitiría una reducción en el porcentaje de cal y por ende una reducción en el costo del mejoramiento de la subrasante sin tener que reducir demasiado las propiedades mecánicas del suelo.
- Para realizar el mejoramiento de la subrasante de cualquier tipo de carretera se deberán realizar los ensayos de mecánica de suelos pertinentes indicados a la norma, además de clasificar la carretera según la demanda.

- Además se sugiere el realizar ensayos de Proctor modificado y CBR después de haber realizado el mejoramiento en campo, ya que en el laboratorio no se simulan las mismas condiciones ambientales de campo, las cuales pueden acelerar el proceso electroquímico del aditivo, esto a causa del efecto oxidante de los rayos ultravioleta, además del efecto catalítico del oxígeno presente entre las partículas del suelo y las condiciones climáticas, además del efecto mecánico que produce el tráfico en el pavimento.

- Se recomienda seguir investigando el aceite sulfonado como aditivo estabilizador de suelos y combinarlo también con agregados y aditivos convencionales y no convencionales, que permitan la mejora de una subrasante que se clasifique como inadecuado, insuficiente o regular, permitiendo ampliar las soluciones ya existentes.

REFERENCIAS

- Jara Anyaypoma, R. (2014). Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca-Perú.
- Huaquisto Caceres, S. (2014). Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo. Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Ugaz Palomino, R. (2006). Estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de subrasante. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Gonzales Carpio, F. M. (2018). Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno. Universidad Andina "Nestor Caceres Velasquez", Puno-Perú.
- Atarama, E. (2015). Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES. Universidad de Piura, Lima-Perú.
- Jiménez Lagos, M. (2014). Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman. Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú
- Castro Cuadra, A. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú.
- Lopez Barbaran, J. (2021). Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – Departamento de San Martín. Universidad de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú.
- Carranza Ortis, A. y Fernandez Lojas, D. (2018). Aplicación de los aditivos proes y conaid para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La Libertad-2018. Universidad Privada del Norte, Lima-Perú.

Heber Huevo, Alber Orellana (2009). Guía básica para estabilizaciones de suelo con cal en caminos de baja intensidad vehicular en el Salvador. Universidad de el Salvador, San Salvador-El Salvador.

Camacho Tauta, J. F., Reyes Ortiz, O. J., Mayorga Antolínez, C., & Méndez G., D. F. (2006). Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá-Colombia.

Gómez Pérez, L. E., Guillín Acosta, W. F., & Gallardo Amaya, R. J. (2016). Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante. *Revista Tecnura*, 20(Edición especial), 95-107. doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.SE1.a07. Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", Ocaña-Colombia.

Ulate Castillo, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, empleando productos no tradicionales. Universidad de Costa Rica, San Pedro-Costa Rica.

Castillo Parra, B. (2017). Estabilización de suelos arcillosos de macas con valores de CBR menor al 5% y límites Líquidos superiores al 100% para utilizarlos como subrasantes en carreteras. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.

Parra Gómez, M. (2018). Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante. Universidad Católica de Colombia, Bogotá-Colombia.

Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (1973). *Mecánica de suelos tomo I Fundamentos de la Mecánica de suelos*. Editorial Limusa, México.

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Editorial Limusa, México.

- Braja M. Das. (2012). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Cuarta edición, Editorial Cengage Learning, Estados Unidos.
- Manual de carreteras (2014) “Suelos Geología, Geotécnica y Pavimentos”. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima-Perú.
- Manual de carreteras (2013) “Especificaciones técnicas generales para la construcción”. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima-Perú.
- Manual de Ensayo de Materiales (2016). Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima-Perú.
- Norma CE.020 (2012). Suelos y Taludes. Lima-Perú.
- Norma E.050 (2018). Suelos y Cimentaciones. Lima-Perú.

ANEXO

ANEXO N°1

Ficha Técnica

PERMA-ROAD



FICHA TÉCNICA

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Perma-Road Iónico es un estabilizador químico de suelos (aceite sulfonado), formulado con complejos ionizantes asociados a elementos intercambiadores. Todo ello, incorporado a un medio oleoso miscible en agua, cuya función es sellar las partículas de suelo estabilizado. Perma-Road Iónico libera el agua retenida por adsorción química en las partículas del suelo, mediante la ruptura de los enlaces electroquímicos que la producen. Permite así su reemplazo por iones más fuertes y estables provistos por el estabilizador y los movilizados presentes en el propio suelo. Conjuntamente con ello anula la bipolaridad de las partículas, permitiendo su estrecho contacto, reduciendo los espacios antes ocupados por el agua de adsorción que en estado molecular es percolada y/o evaporada.

CARACTERÍSTICAS

PermaRoad Iónico	Resultados
<i>Sólidos Activos (Secado a 110°C máximo)</i>	<i>Min. 23%</i>
<i>PH</i>	<i>1.0 +/- 0.15</i>
<i>Índice de Viscosidad cps (a 25°C) (Coaxial Rion - Rotor 3 - Bajo rango, Modelo VA-04)</i>	<i>600 ± 100</i>
<i>Peso específico a 25°C</i>	<i>1,0 ± 0,15</i>
<i>Estado Físico</i>	<i>Líquido</i>
<i>Color</i>	<i>Rojizo</i>
<i>Totalmente dispersable en agua</i>	
<i>No inflamable</i>	
<i>No corrosivo</i>	
<i>No produce vapores dañinos</i>	

BENEFICIOS TÉCNICOS

PermaRoad Iónico modifica positiva e irreversiblemente las constantes físicas del suelo:

- Aumenta la densidad
- Aumenta el valor soporte (CBR)
- Aumenta la resistencia a la compresión
- Disminuye la expansión de los materiales
- Disminuye la Plasticidad
- Aumenta la resistencia al agua

PERMA-ROAD



FICHA TÉCNICA

BENEFICIOS PARA EL CLIENTE

PERMAROAD IÓNICO puede ser utilizado para el mejoramiento de capas estructurales e incluso como superficie de rodamiento; sobre todo en aquellos suelos que normalmente son considerados inadecuados, pudiendo mejorar sus características naturales, tornándolos aptos para los diferentes usos.

- Disminución en costos de ejecución de obra
- Disminución en costos de mantenimiento de la vía
- Mejora la transitabilidad tanto en época de lluvia como en verano
- Disminuye tiempos de recorrido

Uso y Aplicaciones

- Consolidación de caminos de suelo natural (nuevos o existentes)
- Estabilización y mejoramiento de sub-rasantes, sub-bases y bases de suelo seleccionado, en paquetes estructurales terminados con carpeta de rodamiento asfáltica u hormigón.
- Mejoramiento de terraplenes
- Corrección de suelos de aporte (préstamo) que no cumplen con los requerimientos del proyecto
- Tratamiento de caminos suburbanos y rurales, red secundaria y terciaria; caminos de explotaciones mineras, petroleras y forestales; Pistas de aeródromos; playas de estacionamiento; rellenos y terraplenes; entre otros.

SEGURIDAD

Evitar el contacto con los ojos y la ingestión.
Ver ficha de seguridad.

La información en este documento se ofrece como una guía y se considera precisa y confiable a partir de la fecha de impresión. Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso. Para obtener información adicional sobre nuestros productos o información sobre las especificaciones actuales, comuníquese con Biobac Perú.

ANEXO N°2

Hoja de Seguridad

PERMA-ROAD



HOJA DE SEGURIDAD (MSDS)

1/3

1. Identificación del producto y del proveedor	
Nombre del producto:	PermaRoad Iónico (aceite sulfonado)
Uso:	Agente estabilizador iónico de suelos para uso vial.
Proveedor:	Biobac Perú Eirl
Teléfono emergencia:	992-104-298
2. Composición / Ingredientes	
Nombre químico:	Complejo Químico derivado de ácidos orgánicos. Orgánico
Fórmula química:	R-SO ₃ H
3. Identificación de riesgos	
a) Peligros para la salud de las personas: No ingerir.	
b) Peligros para el medio ambiente: Riesgos físicos y químicos: No presenta ningún riesgo en particular bajo condiciones de uso normales.	
c) Peligros especiales del producto y tratamiento de emergencias: No presenta ningún riesgo físico y químico en particular bajo condiciones de uso normales.	
4. Medidas de primeros auxilios	
En caso de contacto accidental con el producto, proceda de acuerdo a las siguientes indicaciones:	
! Contacto con los ojos: En caso de contacto con los ojos, lave con abundante agua.	
! Contacto con la piel: Lave con abundante agua y jabón.	
5. Medidas para lucha contra el fuego	
! Medios de Extinción apropiados: No inflamable. En caso de incendio general, se aconseja utilizar arena y/o agua.	
6. Medidas para controlar derrames o fugas	
! Medidas de emergencia ante derrame: Evite el contacto con la piel y los ojos.	
! Equipo de protección personal para atacar la emergencia: no es necesario.	
! Precauciones a tomar para evitar daños al ambiente: El producto es Biodegradable.	
! Métodos de limpieza: Abundante agua.	
! Método de eliminación de desechos: Lavado con abundante agua.	
7. Manipulación y almacenamiento	
! Recomendaciones técnicas: Incompatibilidad con Alcalis y agentes oxidantes.	
! Precauciones a tomar: Ninguna	
! Recomendaciones sobre manipulación segura, específicas: Ninguna	
! Condiciones de almacenamiento: Evitar lugares con elevadas temperaturas. Mantener el tambor cerrado mientras no está en uso.	

PERMA-ROAD



HOJA DE SEGURIDAD (MSDS)

8. Control de exposición / protección personal	
! Protección respiratoria:	No se requiere
! Guantes de protección:	En casos de pieles sensibles, utilizar guantes con el producto sin diluir.
! Protección de la vista:	No irrita los ojos, pero se recomienda el uso de anteojos de seguridad.
! Otras medidas de protección:	Lave con agua. Ducha de seguridad.
9. Propiedades físicas y químicas	
! Estado físico	Líquido
! Apariencia y color	Rojizo
! Olor	Característico
! pH	1.0 +/- 0.15 (a 25°C)
! Punto de Ebullición	100°C +/- 3°C
! Punto de Inflamación	No es aplicable
! Peso específico	1.0 +/- 0.15 Kg/l (a 25°C)
! T° Auto inflamación	No es aplicable
! Presión de Vapor	+1
! Solubilidad - en agua	100%
10. Estabilidad y reactividad	
Condiciones que deben evitarse	No presenta reacciones peligrosas bajo condiciones normales de uso. Consulte referencias técnicas.
Incompatibilidad (materias primas que deben evitarse)	Álcalis y agentes oxidantes.
11. Información toxicológica	
Toxicidad aguda por ingestión: LD ₅₀ >5000 mg/kg de acuerdo a la Instrucción 93/21/EEC, en relación a la potencial toxicidad vía oral, PermaRoad se clasifica como no tóxico.	
12. Información ecológica	
! Producto biodegradable a las soluciones utilizadas.	
13. Consideraciones sobre disposición final	
! Método de eliminación del producto en los residuos: Lavado con abundante agua	
! Eliminación de envases / embalajes contaminados: Lavado con abundante agua	
14. Información sobre transporte	
Regulaciones internacionales:	
! Vía terrestre:	Ferrocarril / caminos (RID/ADR): No está regulado
! Vía marítima:	(Código IMDG): No está regulado
! Vía aérea:	(OACI-IT/IATA-DGR): No está regulado

PERMA-ROAD



HOJA DE SEGURIDAD (MSDS)

3/3

15. Normas vigentes

Marca en etiqueta: **Rótulo EEC:** No está regulado

16. Otras Informaciones

Fecha actualización: **Enero 2015**. El contenido y formato de esta hoja de seguridad están de acuerdo a la Instrucción 91/155/EEC de la comisión EEC.

La información de esta hoja corresponde al nivel real de nuestro conocimiento.

Esta información no es una especificación del producto y no se puede usar como base para uso contractual.

El usuario de este producto es responsable del seguimiento de las leyes e Instrucciones vigentes.

ANEXO N°3

Crterios para la dosificación de Permaroad en campo



Crterios para la dosificación de PermaRoad en campo

La cantidad de estabilizador es función básicamente del tipo y cantidad de minerales en desequilibrio eléctrico presentes en el suelo a estabilizar. De ahí que una medida indirecta de concluir si un determinado suelo podrá ser mejorado con PermaRoad es ver si denota o no "plasticidad" (luego deberemos analizar el "alcance" de dicha mejora).

El procedimiento rutinario más exacto para dosificar el estabilizador es basarnos en tablas estadísticas correlacionadas con la información suministrada por los ensayos de Identificación y Clasificación, de aquí el pedido que siempre hacemos sobre la necesidad de contar con la granulometría y los Límites de Atterberg. Entre ambos datos, se pueden obtener algunos valores orientativos de la cantidad y tipo de mineral presente.

A veces, se pueden generar ciertas dudas analizando únicamente las características que nos arroja el ensayo de Identificación y Clasificación, por lo tanto estos ensayos deben ser complementados por medio de un "ensayo de reactividad" con una muestra representativa del suelo. Con el ensayo de reactividad se obtiene "agua ionizada" de la muestra de suelo y a partir de esta se van introduciendo pequeñas cantidades del reactivo hasta que el mismo equilibre las cargas y la solución quede completamente estable.

A manera de ejemplo y hablando del caso particular de los minerales arcillosos, a medida que nos acercamos más a las montmorillonitas, el intercambio y desequilibrio eléctrico es mayor y es necesario más estabilizador. Lo que ocurre es que no es posible hacer una tabla de acceso directo, ya que además del tipo o características del mineral es muy importante también la cantidad del mismo. Además, no siempre un suelo con más IP que otro requerirá más estabilizador. Sabemos que si IP es mayor a 0 es casi seguro existirá algo de mineral arcilloso presente, pero este valor de por sí solo no nos brinda toda la información necesaria.

Existen además de lo mencionado, determinados materiales que a pesar de no contar una gran cantidad de minerales arcillosos (incluso suelos NP), presentan una reactividad muy buena con PermaRoad y por ende una buena posibilidad de mejorarlos también. Tales son los casos por ejemplo de suelos calcáreos con Co3Ca, suelos con presencia de óxidos de hierro o suelos lateríticos y suelos con presencia de algunos materiales limosos, como lo son los limo-arenosos del tipo "silcretes".

Por esta misma razón, es que para que exista la posibilidad de mejoramiento de un suelo específico no es estrictamente necesario que sea un suelo con predominio de estos minerales en desequilibrio. Obviamente, si en un suelo existe un predominio de estos minerales el mejoramiento potencial y porcentual va a ser mayor que donde exista un predominio de materiales inertes (como grava, arena, etc.). En el caso de un suelo con predominio de materiales inertes, siempre y cuando exista una cantidad mínima de minerales en desequilibrio (esta cantidad mínima varía según el tipo y calidad de esos minerales), el suelo podrá ser mejorado con el estabilizador; en este caso habrá que evaluar la relación costo-beneficio del alcance de dicha mejora. Esta es la principal razón por la cual no es posible hacer "tablas" de dosificación directa, es fundamental siempre analizar cada caso individualmente.

Página 1 de 2

Celular: 992-104-298

ventas@biobac-peru.com

www.biobac-peru.com



A pesar de todo, si se solicita alguna orientación o estimación general, el siguiente resumen será de utilidad:

- * Suelos A-1 y A-2: 0.005 a 0.0065 Lts/m² (15cm espesor)
- * Suelos A-4: 0.006 a 0.007 Lts/m² (15cm espesor)
- * Suelos A-5 y A-6: 0.0065 a 0.007 Lts/m² (15cm de espesor)
- * Suelos A-7: 0.0065 a 0.01 Lts/m² (15cm de espesor)

ANEXO 4

Metodología para el análisis de laboratorio en la estabilización iónica de suelos con agente PERMAROAD.



METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO EN LA ESTABILIZACIÓN IÓNICA DE SUELOS CON EL AGENTE PERMAROAD

Paso 1 – Análisis previos: se cuenta con los ensayos de clasificación (gradación y límites de Atterberg), Proctor modificado Y CBR convencionales, sobre el suelo sin adiciones del estabilizador.

Paso 2 – Dosificación: De acuerdo con los resultados obtenidos en el paso 1 y los resultados del ensayo de reactividad, el proveedor del aditivo PermaRoad debe suministrar la dosificación a emplear en las pruebas de laboratorio.

Para la dosificación se deben realizar los siguientes pasos:

- Dilución de 3 ml de PermaRoad en 1 litro de agua desionizada (solución B+A) (solución al 0,3%).
- El proveedor debe determinar la cantidad (X ml) de la solución B+A por cada 1 Kg de suelo seco.

Procedimiento:

1. Adicionar agua sola en un recipiente plástico (nunca metálico), hasta llegar a la proporción de 1,5 litros de agua por cada 1 Kg de suelo seco a tratar.
2. Adicionar al recipiente con agua la dosificación recomendada por el proveedor: X ml de la solución B+A por cada 1 Kg de suelo seco a tratar.
3. Homogenizar durante 10 minutos.
4. Preparar el suelo a tratar para ser adicionado al recipiente. El suelo debe estar seco y completamente suelto, libre de terrones.
5. Adicionar al recipiente plástico la cantidad de suelo seco a tratar con el estabilizador.
6. Mezclar muy bien durante 10 minutos o más, hasta homogenizar por completo la mezcla suelo + agua + solución B+A.
7. Dejar reposar y decantar por 24 horas a temperatura ambiente de laboratorio.



8. Mezclar nuevamente muy bien durante 10 minutos o más, hasta homogenizar por completo la mezcla suelo + agua + solución B+A.
9. Dejar reposar mínimo por otras 24 horas o hasta que se decante por completo todos los sólidos del recipiente.
10. Filtrar el agua sobrante del recipiente.
11. Dejar secar por completo, a temperatura ambiente, el suelo tratado con PermaRoad

Paso 3 – Ensayos de evaluación: Una vez terminado el proceso de secado del suelo activado con PermaRoad, se deben realizar todos los ensayos de evaluación según la norma correspondiente a cada uno de estos ensayos; y de igual manera que se realizaron el paso 1 "Análisis Previos".

1. **Proctor modificado:** se realiza el ensayo Proctor modificado.
2. **CBR:** se compactan los moldes de CBR y se realiza ensayo de penetración antes de inmersión, es decir, en condición seca. Los resultados de CBR después de inmersión no son válidos para la estabilizaciones iónicas, puesto que no es un producto cementante, ni aglutinante, ni impermeabilizante; por lo tanto en condición de inmersión el agua se filtra por capilaridad y se satura el sistema.
3. **límites de Atterberg:** por último, con el material que se realizaron los modelos de CBR se toma muestra para realizar nuevamente límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad).

ANEXO N°5

Fotografías de campo.

Figura 19

Ubicación de calicatas



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 20

Calicata 1



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 21
Calicata 2



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 22
Calicata 3



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

ANEXO N°6

Fotografías de ensayos en el laboratorio:

Figura 23

Muestra para el ensayo granulométrico



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 24

Cuarteo de muestra



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 25
Ensayo de Limite Liquido



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 26
Ensayo Proctor Modificado, compactación



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 27

Ensayo Proctor Modificado, pesado de molde + muestra



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 28

Ensayo Proctor Modificado, muestras llevadas al horno para determinar el contenido de humedad



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 29

Mesclado del material propio para el ensayo CBR



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 30

Mesclado del material propio para el ensayo CBR



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 31

Mesclado del material propio para el ensayo CBR



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

Figura 32


Mesclado del material propio para el ensayo CBR



Fuente: Elaboracion Propia, 2021.

ANEXO N°7

Certificados de Laboratorio.

	INFORME DE ENSAYO Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913 / D6913M - 17	Código	CR-FC01
		Versión	01
		Fecha	05-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO: PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021

SOLICITANTE: JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO

CÓDIGO DE PROYECTO: ---

UBICACION DE PROYECTO: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C

CÓDIGO DE MUESTRA: ---

SONDAB / CALICATA: LC-1

Nº DE MUESTRA: M-1

PROGRESIVA: ---

Método de ensayo utilizado: Tamizado arena "B"
Tamaño de abertura (mm): 3/4 in.

Procedimiento de obtención de muestra: Clasificación Visual - manual

Estado de tierra: Seco

Grava: 1.4
Arena: 53.8
Frío: 44.8

Masa Total Humeda g	749.9	Masa Separada Retenido en (tamaño superior)	Fración que pasa
Masa Total seca g	726.7	---	759.5
Masa Tamizada No. 4	0	---	729.2
Masa Tamizada de Fracción	0	10.9	718.3
Masa Seca de Fracción	0	10.3	716.2
Fracción Lenta y Seca	0	10.3	716.2
Humedad de Fracción	%	0.7	3.3
Fracción	%	1.4	96.6
Humedad Total	%	---	3.3
Z de tamizado	g	10.90	716.20

Equipos utilizados:
- Juego de cineses EQ06 - Malla EQ05
- Balanza EQ25 EQ20 y EQ10 - Cuentador EQ09

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Fracción Gruesa de Retención	Fracción/Fina Tamizado	Porcentaje de Fracción Retenido (%)	Tamaño de Tamizado	% Fracción Retenido	% Acumulada Retenido	% Acumulada que Pasa	Especificación
2.00 mm	20.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	Mínima Máxima
4.75 mm	47.50	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
7.5 mm	75.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
15.0 mm	150.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
30.0 mm	300.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
60.0 mm	600.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
75.0 mm	750.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
100.0 mm	1000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
150.0 mm	1500.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
200.0 mm	2000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
250.0 mm	2500.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
300.0 mm	3000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
375.0 mm	3750.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
475.0 mm	4750.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
600.0 mm	6000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
750.0 mm	7500.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
1000.0 mm	10000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
1500.0 mm	15000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
2000.0 mm	20000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
2500.0 mm	25000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
3000.0 mm	30000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
3750.0 mm	37500.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
4750.0 mm	47500.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
6000.0 mm	60000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
7500.0 mm	75000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
10000.0 mm	100000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
15000.0 mm	150000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
20000.0 mm	200000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
25000.0 mm	250000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
30000.0 mm	300000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
37500.0 mm	375000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
47500.0 mm	475000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
60000.0 mm	600000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
75000.0 mm	750000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
100000.0 mm	1000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
150000.0 mm	1500000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
200000.0 mm	2000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
250000.0 mm	2500000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
300000.0 mm	3000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
375000.0 mm	3750000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
475000.0 mm	4750000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
600000.0 mm	6000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
750000.0 mm	7500000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
1000000.0 mm	10000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
1500000.0 mm	15000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
2000000.0 mm	20000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
2500000.0 mm	25000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
3000000.0 mm	30000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
3750000.0 mm	37500000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
4750000.0 mm	47500000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
6000000.0 mm	60000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
7500000.0 mm	75000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
10000000.0 mm	100000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
15000000.0 mm	150000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
20000000.0 mm	200000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
25000000.0 mm	250000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
30000000.0 mm	300000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
37500000.0 mm	375000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
47500000.0 mm	475000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
60000000.0 mm	600000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
75000000.0 mm	750000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
100000000.0 mm	1000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
150000000.0 mm	1500000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
200000000.0 mm	2000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
250000000.0 mm	2500000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
300000000.0 mm	3000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
375000000.0 mm	3750000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
475000000.0 mm	4750000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
600000000.0 mm	6000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
750000000.0 mm	7500000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
1000000000.0 mm	10000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
1500000000.0 mm	15000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
2000000000.0 mm	20000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
2500000000.0 mm	25000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
3000000000.0 mm	30000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
3750000000.0 mm	37500000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
4750000000.0 mm	47500000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
6000000000.0 mm	60000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
7500000000.0 mm	75000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
10000000000.0 mm	100000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
15000000000.0 mm	150000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
20000000000.0 mm	200000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
25000000000.0 mm	250000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
30000000000.0 mm	300000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
37500000000.0 mm	375000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
47500000000.0 mm	475000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
60000000000.0 mm	600000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
75000000000.0 mm	750000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
100000000000.0 mm	1000000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
150000000000.0 mm	1500000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
200000000000.0 mm	2000000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
250000000000.0 mm	2500000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
300000000000.0 mm	3000000000000.00	0.0	0.0	0.0	0.075	0.00	0.00	100.00	
37500000									

	FORMATO	Código	CSPO-01
	ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	05/05/2021
		Página	1 de 1

PROYECTO
PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.

SOLICITANTE
JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO

REGISTRO N°
MFL-LEM-TS-52

MUESTREADO POR
J.F.G

ENSAYADO POR
D. CASTILLO

FECHA DE ENSAYO
3/05/2021

DÍA
Día

PROFUNDIDAD
3.00 m

NORTE

ESTE

COSTA

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216

Tara N°	81
Peso de tara	224.9
Tara + su humedad	574.7
Tara + su masa	951.6
Tamaño máx. de partículas	75"
Método de ensayo	16"
Método de secado	Horno a 110 +/- 5°C

Minimum Particle Size (75% Passing)	Method A		Method B	
	Specimen Mass (g)	Water Content Precision (±%)	Specimen Mass (g)	Water Content Precision (±%)
75.0 mm	3.0	1.0	60.0	0.3
47.5 mm	1.5	1.0	30.0	0.3
25.0 mm	0.75	1.0	15.0	0.3
15.0 mm	0.375	1.0	7.5	0.3
7.5 mm	0.1875	1.0	3.75	0.3
4.75 mm	0.09375	1.0	1.875	0.3
2.0 mm	0.046875	1.0	0.9375	0.3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6912

Tamaño de Malla	Peso (g)	% Retenido	% Pasado
Nº 20	11.2	1.17	98.83
Nº 30	18.9	1.98	98.02
Nº 40	33.8	3.55	96.45
Nº 60	44.7	4.72	95.28
Nº 80	34.6	3.64	96.36
Nº 100	30.6	3.24	96.76
Nº 200	69.9	7.44	92.56
Nº 425	225.3	23.87	76.13

Método de ensayo
B. Tamizado manual <N°4

Método de obtención de arena
Secado a horno a 110 +/- 5°C

Tamaño de Malla	Peso (g)	% Retenido	% Pasado
Nº 20	11.2	1.17	98.83
Nº 30	18.9	1.98	98.02
Nº 40	33.8	3.55	96.45
Nº 60	44.7	4.72	95.28
Nº 80	34.6	3.64	96.36
Nº 100	30.6	3.24	96.76
Nº 200	69.9	7.44	92.56
Nº 425	225.3	23.87	76.13

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318


DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	Multiplica	Unipuntu	Unipuntu	Método de secado	Horno	Ambiente
Nm. de Recipiente		1	2	3	1	2
Peso de Recipiente		12.50	12.50	12.50	7.30	7.10
Peso Recipiente + Suelo Húmedo		28.10	30.80	35.60	22.20	20.80
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)		25.40	27.30	31.10	20.90	19.40
Nº de Colpas		34	34	14	(C)Carpel	(C)Carpel

OBSERVACIONES:
 Clasificación visual - manual: SC - Arena arcillosa de mediana plasticidad de color marrón oscuro en condición poco húmeda.
 Presencia de material superficial (gránulos blancos y rojos de óxido).
 Muestra tomada en campo por el personal de MATESTLAB S.A.C.

EQUIPO	CÓDIGO	FECHA CALIBRACION	Nº CERT CALIBRACION
Balanza digital New Classic 8000g x 0.1g	LS-18	20/09/2020	LM-415-2020
Balanza digital Ohaus 5000g x 1g	LS-07	22/09/2020	LM-415-2020
Balanza digital Hanel 20kg x 0.01mg	LS-06	26/09/2020	LM-420-2020
Horno digital Tecnocep 190L 6° a 300°C	LS-37	26/09/2020	LM-423-2020

MATESTLAB S.A.C

 MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C RUC 2090730072 NICOLE CUMBA BARREJO GERENTE GENERAL
--	--	--

	INFORME DE ENSAYO	Código	CS-FC-01
	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis	Versión	01
	ASTM D6913 / D6913M - 17	Fecha	05-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO: PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021

SOLICITANTE: JORDAN MATEUS SAUFARI APARCO

CODIGO DE PROYECTO: ---

UBICACION DE PROYECTO: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC

REGISTRO N°: MTL - LEM - TS - 52

MUESTREADO POR: J. E.O.

ENSAYADO POR: D. CASTELLO

FECHA DE ENSAYO: 04/05/2021

CODIGO DE MUESTRA: ---

PROFUNDIDAD: 3.00 m

SONDAJE / CALICATA: C-1

N° DE MUESTRA: M-1

PROGRESIVA: ---

Método de ensayo utilizado: Tamizado simple "B"

Tamaño de muestra (E1): 34 m.

Procedimiento de obtención de muestra: Secado al horno

Clasificación Visual - manual: SC

Grava: 1.4

Arena: 53.8

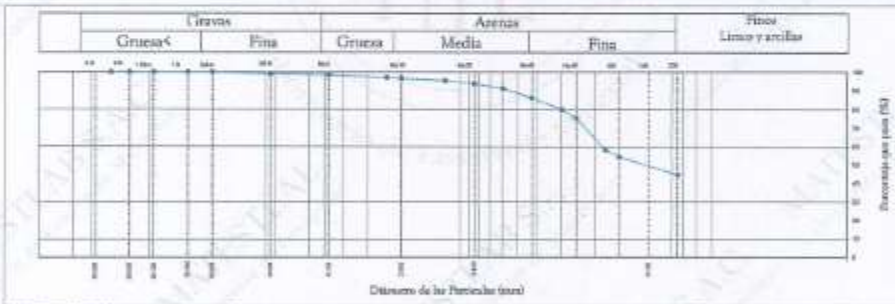
Fines: 44.8

Masa Total Humeda (g)	749.8	% de Separación Retenido en tamiz (tamizado)	Fracción que pasa
Masa Total seca (g)	736.7		
Masa Total Humeda < No. 4	---		739.2
Masa Humeda de Fracción	8	10.6	739.2
Masa Seca de Fracción	8	10.9	736.2
Fracción Larga y Seca	8	10.5	736.2
Humedad de Fracción	%	0.7	3.2
Fracción	%	1.4	98.6
Humedad Total	%		3.2
Σ de tamizado	g	10.90	736.20

Equipos utilizados:

- Juego de tamices EQ206 - Hornos EQ205
- Balanza EQ225 EQ218 y EQ218 - Cuarteador EQ209


TAMIZ	ABERTURA (mm)	Fracción Gruesa de Sonajete	Fracción Fina Tamizado Simple	Fracción de Tuesta Sonajete (%)	Factor de Tamizado	% Partícula Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Experiencias
									Mínim. Máxim.
2.0 mm	63.500	0.0			0.1376084	0.00	0.00	100.00	
4.75 mm	95.250	0.0			0.1376084	0.00	0.00	100.00	
7.5 mm	149.250	0.0			0.1376084	0.00	0.00	100.00	
15.0 mm	234.000	0.0			0.1376084	0.00	0.00	100.00	
30.0 mm	475.500	0.0			0.1376084	0.00	0.00	100.00	
60.0 mm	951.000	0.0			0.1376084	0.00	0.00	100.00	
No. 4	4.750	2.9		0.0	0.1376084	0.00	0.00	38.56	
No. 8	2.360		10.90		0.1376084	1.49	2.49	97.07	
No. 15	2.500		8.50		0.1376084	0.29	2.78	96.84	
No. 30	1.180		3.50		0.1376084	1.24	4.58	95.42	
No. 60	0.840		1.30		0.1376084	1.59	6.14	93.90	
No. 100	0.600		0.80		0.1376084	2.50	8.74	91.26	
No. 200	0.425		0.35		0.1376084	4.50	13.66	86.34	
No. 400	0.300		0.40		0.1376084	8.11	19.82	80.18	
No. 600	0.250		0.40		0.1376084	9.76	24.38	75.02	
No. 840	0.177		0.20		0.1376084	16.83	41.41	58.59	
No. 1060	0.150		0.60		0.1376084	4.21	45.62	54.38	
No. 2000	0.075		0.90		0.1376084	9.52	55.34	44.78	
FONDO	---		225.20		0.1376084	44.76	100.00	0.00	



OBSERVACIONES:

- * No se desataron o encontraron materiales anormales al tamizado.
- * Muestra gravada e identificada por el laboratorio.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C		
TECNICO - LEM 	JEFE - LEM 	CQC - LEM 

	INFORME DE ENSAYO Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913 / D6913M - 17	Código	CS-RO-01
		Versión	01
		Fecha	06-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021

SOLICITANTE: JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO

CÓDIGO DE PROYECTO: ---

UBICACIÓN DE PROYECTO: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC

CÓDIGO DE MUESTRA: MATERIAL PROPIO C-3

SONDAJE / CALICATA: C-2

N° DE MUESTRA: M-1

PROGRESIVA: ---

Método de ensayo utilizado: Tamizado simple "B" No. 4

Procedimiento de obtención de n: Clasificación Visual - manual

Secado al horno: SC

Grav. Arena: 0.9

Peso: 52.8

Presión: 46.3

REGISTRO N°: MTL - LIM - TS - 52

MUESTREADO POR: J. E.G.

ENSAYADO POR: D. CASTILLO

FECHA DE ENSAYO: 6/03/2021

PROFUNDIDAD: 3.00 m

NORTE: ---

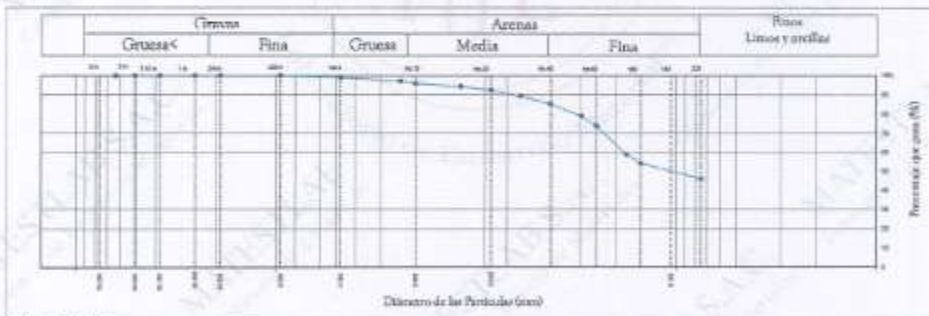
ESTE: ---

COSTA: ---

Masa Total húmeda g	720.8	Fre Separación Retenido en Tamiz	Fracción que pasa
Masa Total seca g	708.8		
Masa Total Húmeda < No. 4	g	6.92	722.9
Masa Húmeda de Fracción	g	6.72	698.8
Masa Seca de Fracción	g	6.70	698.8
Porcentaje Líquido y Seco	%	3.0	3.4
Humedad de Fracción	%	0.95	99.0
Fracción	%		3.4
Humedad Total	%		
W de tamizado	g	6.70	698.80


Equipos utilizados:
 - Juego de tamices E200 - Norma E200
 - Balanzas E205 E212 y E219 - Cuentador E203

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PRECISE Gruesa de Separación	Fracción que pasa Tamizado Simple	Retenido en Tamiz Americano (%)	Factor de Tamizado	% Pasado Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación
2.75 in.	70.00	0.0			0.417434	0.00	0.00	100.00	Minim. Máxima
4 in.	101.60	0.0			0.417434	0.00	0.00	100.00	
7.5 in.	190.50	0.0			0.417434	0.00	0.00	100.00	
1 in.	25.40	0.0			0.417434	0.00	0.00	100.00	
1.18 in.	30.00	0.0			0.417434	0.00	0.00	100.00	
2.0 in.	50.80	0.0			0.417434	0.00	0.00	100.00	
No. 4	4.750	6.7		0.0	0.417434	0.95	0.95	99.05	
No. 10	1.675		13.10		0.417434	1.88	2.83	97.19	
No. 20	0.850		8.20		0.417434	1.18	2.97	95.03	
No. 40	0.425		11.80		0.417434	1.65	5.60	94.40	
No. 60	0.250		13.80		0.417434	1.96	7.55	92.45	
No. 80	0.180		20.80		0.417434	2.95	10.36	89.64	
No. 100	0.150		20.70		0.417434	4.71	14.77	85.23	
No. 200	0.075		44.40		0.417434	6.28	21.05	78.95	
POUNDS			35.80		0.417434	5.09	26.09	73.91	
			102.20		0.417434	14.91	41.01	58.99	
			33.20		0.417434	4.71	41.71	58.29	
			56.70		0.417434	8.94	52.25	47.75	
			826.30		0.417434	46.25	100.00	0.00	



OBSERVACIONES:
 * No se detectaron o encontraron materiales extraños al suelo ensayado.
 * Muestra original e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización expresa de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C		
TECNICO - LEM Nombre y Firma:  	JEFE - LEM Nombre y Firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205740 MATESTLAB S.A.C.	CCC - LEM Nombre y Firma:  

 <p>FORMATO ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</p>	Código	CS-FC-01
	Versión	01
	Fecha	06-05-2021
	Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LDMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LEM - TS - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATHIUS NAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	J. E. G.
CÓDIGO DE PROYECTO	---	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	06/05/2021
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
CÓDIGO DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO C-2	PROFUNDIDAD	3.00 m
SONDAJE / CALICATA	C-2	NORTE	---
N° DE MUESTRA	M-1	ESTE	---
PROGRESIVA	---	COSTA	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2216	
Tara N°	B2
Peso de tara	226.4
Tara + muestra	856.3
Tara + agua	931.9
Tamaño mín. de partículas	---
Método de Estimo	TM
Método de secado	Horno a 110 ± 5°C

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913	
Método de ensayo	Secado al horno a 110 ± 5°C
B Tamizado integral - N°4	Secado al horno a 110 ± 5°C
Peso Inicial Seco: 785.5	Peso de Pasado < N°4: 856.8
TAMIZ ABERTURA PESO	TAMIZ ABERTURA PESO
2" 30.800 0.0	N° 20 0.840 13.8
1 1/2" 38.100 0.0	N° 30 0.800 20.8
1" 23.800 0.0	N° 40 0.425 20.7
3/4" 19.000 0.0	N° 50 0.297 44.4
3/8" 9.500 0.0	N° 60 0.250 35.9
N° 4 4.750 6.3	N° 80 0.177 105.2
N° 10 2.380 13.1	N° 100 0.150 33.2
N° 15 2.060 8.3	N° 200 0.075 56.7
N° 18 1.190 11.5	< N° 20 --- 326.3
MÉTODO DE TAMIZADO	Manual
	TIPO DE SUELO: Argiloso

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318			
LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
Método de ensayo	Multipaso <input checked="" type="checkbox"/> Limpaso <input type="checkbox"/>	Método de sec. Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Nro. de Recipiente	1	2	3
Peso de Recipiente	12.30	12.30	12.30
Peso Recipiente + Suelo Humedo	29.80	33.85	31.20
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	26.70	28.70	30.60
N° De Golpes	33	26	14

Método de preparación Horno <input type="checkbox"/>	Ambiente <input type="checkbox"/>
Método de secado Horno <input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente <input checked="" type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:
 Clasificación (base) - no mesh: **SC - Arena arcillosa de mediana plasticidad de color marrón oscuro en condiciones poco húmeda**
 Presencia de material superficial (gramíneas raíces y restos de ella)
 Muestra tomada en campo por el personal de MATESTLAB S.A.C.

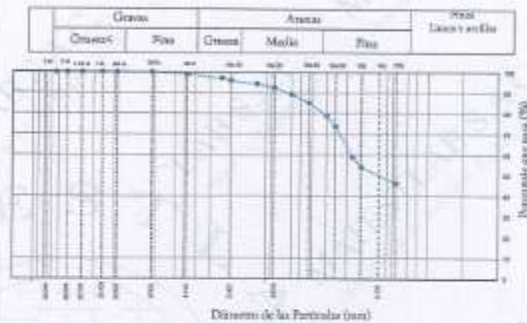
EQUIPO UTILIZADO			
GRUPO	CODIGO	CALIBRACION	N° CERT. CALIBRACION
Balanza digital New Classic 600g x 0.1g	15-08	22/06/2020	LM-416-2020
Balanza digital Ohaus 50000g x 1g	15-07	22/06/2020	LM-415-2020
Balanza digital Proctor 500g x 0.01mg	15-06	24/04/2020	LM-410-2020
Horno digital Temomat 135°C, 9" x 28.5"	15-26	24/05/2020	LM-431-2020

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LEM	JEFE - LEM	CCQ - LEM
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Suelos</p>	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 201749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

	FORMATO	Código	CS-FO-03
	ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	06-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL-LEM-78-02
SOLICITANTE	JORDAN MATHIEUS NAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	J. E. G.
CÓDIGO DE PROYECTO		ENSAYADO POR	D. CASTILLO
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	6/05/2021
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
CÓDIGO DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO C-2	PROFUNDIDAD	1.00 m
SONDAJE / CALCATA	C-2	NORTE	---
N° DE MUESTRA	M-1	ESTE	---
PROGRESIVA	---	COSTA	---

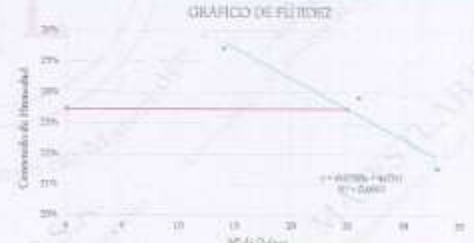
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC.
2 1/2"	38.100	100.00	
"#4	38.100	100.00	
1 1/2"	24.100	100.00	
"#10	2.000	100.00	
"#20	0.850	100.00	
"#40	0.425	100.00	
"#60	0.250	100.00	
"#80	0.175	100.00	
"#100	0.150	100.00	
"#200	0.075	100.00	
Retén	---	0.00	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACION VISUAL - MANUAL	SC - Arena arcillosa de mediana plasticidad de color marrón oscuro en condición poco húmeda
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Presencia de material superficial (gravales ridos y arena de ella)

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 ± 0.5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	B. Tamizado integral "894"
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"




LÍMITE LÍQUIDO	23.95
LÍMITE PLÁSTICO	11.27
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.68
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	1.62
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	-0.6
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multiplicación

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO (%)	0.9
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO (%)	52.8
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO (%)	46.3

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SC
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-6 (C)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena arcillosa

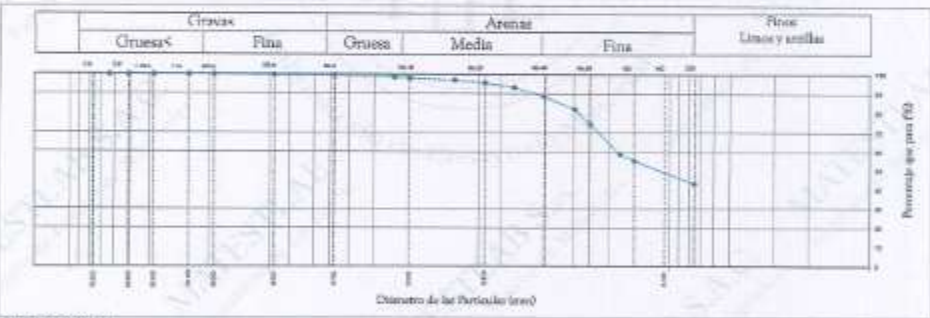
MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LEM 	JEFE - LEM  HENRY IV. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 245749 MATESTLAB S.A.C.	CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC: 20091786972 NICOLE CLIMER BARRETO JEFE GENERAL

	INFORME DE ENSAYO Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913 / D6913M - 17	Código: CS-PQ01
		Versión: 01
		Fecha: 07-05-2021
		Página: 1 de 1

PROYECTO SOLICITANTE: JORDAN MATHÉUS NAUPARI APARCO CÓDIGO DE PROYECTO: UBICACIÓN DE PROYECTO: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC CÓDIGO DE MUESTRA: MATERIAL PROPO C-3 FONDAJE / CALICATA: C-3 N° DE MUESTRA: M-1 PROGRESIVA:	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021 REGISTRO N°: MTL - LEM - 78 - 25 MUESTREADO POR: J. E. G. ENSAYADO POR: D. CASTILLO FECHA DE ENSAYO: 7/05/2021 PROFUNDIDAD: 1.00 m NORTE: --- ESTE: --- COSTA: ---	Método de ensayo utilizado: Tamizado simple "B" Fuente de humedad E1: 24 m. Procedimiento de obtención de n: Secado al horno Clasificación Visual - manual: SC Grava: 0.4 Arena: 56.2 Fines: 43.4
---	--	---

Masa Total húmeda g	707.1	lva. Separada: Removida en tamiz	Fracción que pasa
Masa Total seca g	586.3		
Masa Total Húmeda < No. 4	0		704.1
Masa Húmeda de Fracción	0	3.05	704.1
Masa Seca de Fracción	0	2.95	683.4
Fracción Líquida y Seda	0	2.90	683.4
Humedad de Fracción	%	3.4	3.6
Fracción	%	0.4	99.6
Humedad Total	%	3.0	
L de tamizado	g	2.90	683.40

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Fracción Gruesa de Retención	Fracción Fina Tamizado Simple	Retención en Tamiz Separador (%)	Factor de Tamizado	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	Especificación
2 1/2 in.	63.500	0.0			0.1457089	0.00	0.00	100.00	Mín. Máx.
2 in.	50.800	0.0			0.1457089	0.00	0.00	100.00	
1 1/2 in.	38.100	0.0			0.1457089	0.00	0.00	100.00	
1 in.	25.400	0.0			0.1457089	0.00	0.00	100.00	
3/4 in.	19.000	0.0			0.1457089	0.00	0.00	100.00	
Nº 16	9.500	2.1			0.1457089	0.31	0.31	99.69	
Nº 20	7.500	2.1			0.1457089	0.32	0.42	99.58	
Nº 25	6.000	0.8		0.0	0.1457089	1.05	1.46	98.54	
Nº 30	4.750		7.10		0.1457089	0.51	1.97	98.03	
Nº 35	4.250		3.30		0.1457089	0.95	2.92	97.05	
Nº 40	3.750		0.95		0.1457089	1.60	4.27	95.63	
Nº 45	3.300		15.80		0.1457089	2.27	6.64	93.36	
Nº 50	2.900		11.80		0.1457089	4.95	11.28	88.73	
Nº 60	2.500		46.80		0.1457089	5.82	18.10	81.90	
Nº 75	2.000		50.70		0.1457089	7.39	23.48	74.52	
Nº 85	1.750		104.30		0.1457089	15.78	41.26	58.74	
Nº 100	1.500		24.80		0.1457089	1.66	43.84	55.12	
Nº 200	0.850		80.70		0.1457089	11.76	56.64	43.36	
FONDO			207.60		0.1457089	63.26	100.00	0.00	





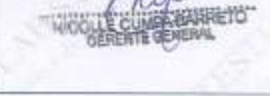



Diámetro de las Partículas (mm)

Porcentaje que pasa (%)

Observaciones:

- * No se detectaron o reconocieron materiales ajenos al suelo ensayado.
- * Muestra proveniente e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LEM  	JERÉ - LEM  HENRY W. SANTOYO PEÑAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	CQC - LEM  

	FORMATO	Código	CS-FO-02
	ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LEM - TS - 52
SOLICITANTE	JORDAN MATHIEUS NAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	J.E.O.
CÓDIGO DE PROYECTO	---	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	7/05/2021
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
CÓDIGO DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO C-3	PROFUNDIDAD	3.00 m
SONDARIL / CALICATA	C-3	NOMBRE	---
N° DE MUESTRA	M-1	ESTE	---
PROGRESIVA	---	COSTA	---

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D2215

Tara N°	RI
Peso de tara	324.9
Tara + m. húmeda	932.0
Tara + m. seca	911.2
Tamaño máx. de partícula	---
Método de Ensayo	"B"
Método de secado	Horno a 110 ± 5°C

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D6913

TAMIZ ABERTURA	PESO	TAMIZ ABERTURA	PESO
2"	0	N° 20	9.6
1 1/2"	0.0	N° 30	0.000
1"	25.400	N° 40	0.425
3/4"	19.000	N° 50	0.297
3/8"	9.500	N° 60	0.150
N° 4	4.750	N° 80	0.177
N° 8	2.380	N° 100	0.150
N° 10	2.000	N° 200	0.075
N° 15	1.190	N° 30	---

LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4315

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3	1	2	3
Nº. de Recipiente						
Peso de Recipiente	12.50	12.50	12.50	7.10	7.20	7.30
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	29.40	29.50	32.30	21.80	21.40	20.20
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	26.40	26.50	26.30	20.80	19.70	18.70
Nº De Grapas	35	25	14	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)

Método de preparación: Horno Ambiente

Método de secado: Horno Ambiente


Temperatura de secado: 110 ± 5°C Ambiente

EQUIPO UTILIZADO

EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACION	N° CERT. CALIBRACION
Balanza digital New Classic 1000g a 0.1g	LS-08	22/09/2020	LM-416-2020
Balanza digital Ohaus 2000g a 1g	LS-07	22/09/2020	LM-413-2020
Balanza digital Hummel 20g a 0.01mg	LS-06	24/09/2020	LM-423-2020
Termo digital Lorchtop 194.0° a 300°C	LS-20	24/09/2020	LM-421-2020

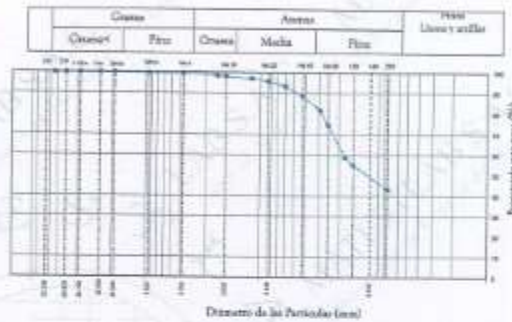
MATESTLAB S.A.C.

<p>TECNICO - LEM</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>JEFE - LEM</p>  <p>HENRY W. SANTAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>CQC - LEM</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. CQC 0000000072 NICOLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
---	--	---

	FORMATO	Código	CS-FO-01
	ENSAYO PARA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LBM - 75 - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS SAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	J. E. G.
CÓDIGO DE PROYECTO	---	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	7/05/2021
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
CÓDIGO DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO C-3	PROFUNDIDAD	2.00 m
SONDAJE / CALICATA	C-3	NOCTE	---
N° DE MUESTRA	M-1	ESTE	---
PROGRESIVA	---	COSTA	---

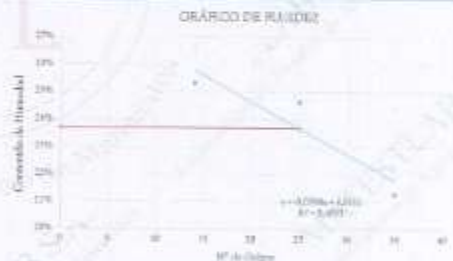
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFIC.
2 1/2"	63.50	100.00	
2"	50.80	100.00	
1 1/2"	38.10	100.00	
1"	25.40	100.00	
3/4"	19.00	100.00	
3/8"	9.50	99.69	
N° 4	4.75	99.58	
N° 8	2.36	98.55	
N° 10	2.00	98.03	
N° 16	1.19	97.60	
N° 20	0.84	95.63	
N° 30	0.60	92.36	
N° 40	0.425	88.72	
N° 50	0.30	81.90	
N° 60	0.25	74.33	
N° 80	0.175	38.74	
N° 100	0.15	55.12	
N° 200	0.075	43.36	
Fundo	---	0.00	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.0
METODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
METODO DE REPORTE	"w"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SC - Arena arcillosa de mediana plasticidad de color marrón oscuro en estado poco húmedo
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Presencia de material superficial (gravales finos y restos de cila)

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	Secada al horno a 110 ± 0.5°C
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	R. Tamizado integral - <N°4
TAMIZ SEPARADOR	Ninguno
METODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"s"



LÍMITE LÍQUIDO	24.036
LÍMITE PLÁSTICO	12.426
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.21
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (I _c)	1.77
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (I _L)	-0.8
METODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO	0.4
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO	96.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO	43.4

CLASIFICACIÓN SUES (ASTM D2487)	SC
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3383)	A-6 (2)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena arcillosa

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LBM 	JEFE - LBM  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	CQC - LBM  MATESTLAB S.A.C. RUC N° 20801700972 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	<p>FORMA: INFORME</p> <p>PROYECTO: PROYECTO MODIFICADO (ASTM DIST. (ASTM D698))</p>	Código: CS-404E
		Versión: 01
		Fecha: 01/09/2021
		Página: 1 de 1

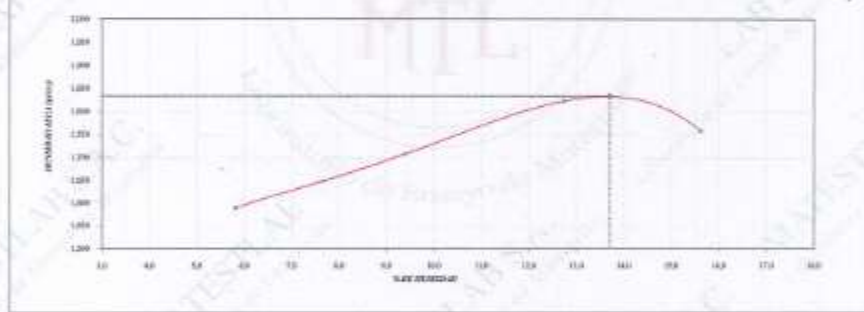
<p>OBJETIVO: PROPIEDAD DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZANDO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA ESTABILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% (LIMA NORTE 2021)</p>	<p>ELABORADO POR: MATESTLAB S.A.C.</p>
<p>SOLICITANTE: JORDAN MATHEUS BARRERO APARCO</p>	<p>REVISADO POR: EL CASTILLO</p>
<p>UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>FECHA DE ENVÍO: 01/09/2021</p>
<p>MATERIAL: MATERIAL PROPIO</p>	<p>TÍTULO: ---</p>
<p>IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: MATERIAL PROPIO</p>	<p>PROYECTO: ---</p>
<p>BONDAD/ CALIDAD: ---</p>	<p>MONTE: ---</p>
<p>N° DE MUESTRA: ---</p>	<p>OTRO: ---</p>
<p>PROCESO: ---</p>	<p>COMPA: ---</p>

ENSAJO DE COMPACTACIÓN - PROYECTO MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 (ASTM D698)

FUNCIÓN DE ENSAYOS	Muestra	Máxima Densidad		Módulo de Resiliencia	Módulo de Deformación	Módulo de Deformación	Módulo de Deformación
		g/cm ³	g/cm ³				
Muestra + Muestra	g	1.910	1.910	4.000	4.000	4.000	4.000
Muestra + Muestra + Cemento	g	1.900	1.900	1.700	1.700	1.700	1.700
Muestra + Muestra + Aceite	g	1.890	1.890	1.600	1.600	1.600	1.600
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite	g	1.880	1.880	1.500	1.500	1.500	1.500
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra	g	1.870	1.870	1.400	1.400	1.400	1.400
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra	g	1.860	1.860	1.300	1.300	1.300	1.300
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.850	1.850	1.200	1.200	1.200	1.200
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.840	1.840	1.100	1.100	1.100	1.100
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.830	1.830	1.000	1.000	1.000	1.000
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.820	1.820	0.900	0.900	0.900	0.900
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.810	1.810	0.800	0.800	0.800	0.800
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.800	1.800	0.700	0.700	0.700	0.700
Muestra + Muestra + Cemento + Aceite + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra + Muestra	g	1.790	1.790	0.600	0.600	0.600	0.600

Densidad Máxima Seca: 1.834 g/cm³ Contenido Humedad Óptimo: 13.7 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y analizada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 NICOLE CLARA BARRETO GERENTE GENERAL	

	INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1583)	Código	CRFO02
		Versión	01
		Fecha	07-09-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LEM - 35 - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS SALPARI APARCO	MUESTREO POR	MATESTLAB SAC
UBICACION DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	FECHA DE ENSAYO	08/05/2021
		TURNO	Diurno

IDENTIFICACION DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO	PROFUNDIDAD	1.00
CONDICION / CALICATA	C-2	NORTE	1.00
N° DE MUESTRA	1M1	ESTE	1.00
PROGRESIVA	---	OSTA	1.00

ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1583						
		Valores Mide:				
		Peso Mide:				
		g	cm ³			
		4316				
NÚMERO DE ENSAYOS						
Peso Suelo + Mide	gr	1.597	4.110	4.309	4.346	4.231
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	1.670	1.262	1.293	1.077	1.200
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.756	1.860	2.042	2.110	1.997
Recipiente Numero		10	07	11	07	08
Peso de la Taza	gr	99.3	10.2	134.3	10.8	96.2
Peso Suelo Humedo + Taza	gr	278.0	286.2	270.4	212.0	277.2
Peso Suelo Seco + Taza	gr	275.0	261.7	210.2	204.9	236.3
Peso del agua	gr	15.4	10.4	12.2	24.3	35.2
Peso del suelo seco	gr	260.0	222	192	207	214
Contenido de agua	%	6.0	5.7	10.4	11.9	16.1
Densidad Seca	gr/cm ³	1.883	1.754	1.818	1.888	1.786
Densidad Máxima Seca:		1.883 gr/cm ³		Contenido Humedad Optimo:		
				12.1 %		



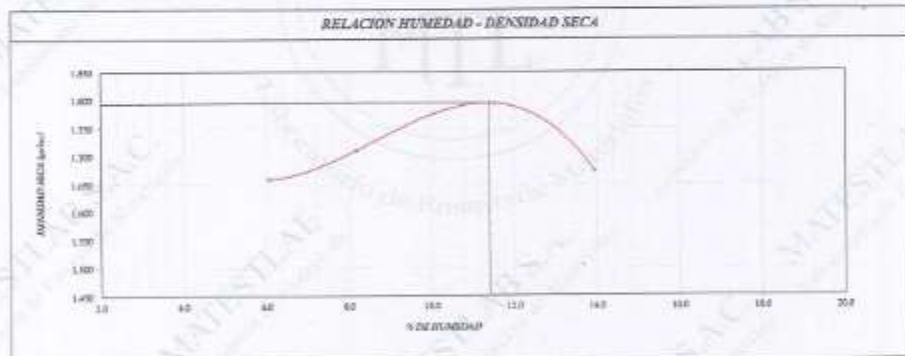
OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

MATESTLAB S.A.C		
TECNICO - LEM	IFE - LEM	QC - LEM
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>MATESTLAB S.A.C. RUC N° 20504329972</p> <p>NICOLLE CUBRA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

	INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883)		Código: C830002
			Versión: 01
			Fecha: 01/05/2021
			Página: 1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.		REGISTRO N°: MTL - LEM - TS - 52
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS ÑAUPARI APARCO		MUESTREADO POR: MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.		ENSAYADO POR: D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO		FECHA DE ENSAYO: 10/01/2021
			TURNO: Diurno

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO	PROFUNDIDAD: 1 ---
SONDAJE / CALCATA	C-3	NORTE: ---
N° DE MUESTRA	M1	ESTE: ---
PROGRESIVA	---	COSTA: ---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883						
		Volumen Móvil		cm ³		
		Peso Móvil		gf.		
NUMERO DE ENSAYOS						
		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gf.	1.988	4.781	5.194	6.228	6.194
Peso Suelo Humedo Compactado	gf.	1.082	1.709	1.808	1.922	1.820
Peso Volumen Humedo	gf.	1.799	1.858	1.994	2.000	1.936
Escalera Numero		25	30	31	37	35
Peso de la Tara	gf.	70.3	69.2	154	91.5	70.5
Peso Suelo Humedo + Tara	gf.	110.0	239.2	192.4	242.4	191.2
Peso Suelo Seco + Tara	gf.	101.9	262.1	240.4	239.3	199.3
Peso del agua	gf.	15.2	17.1	18.8	25.9	22.9
Peso del suelo seco	gf.	251	269	187	225	236
Contenido de agua	%	6.1	8.2	10.1	11.5	15.9
Densidad Seca	g/cm ³	1.659	1.710	1.772	1.789	1.673
Densidad Máxima Seca:		2.794 g/cm ³		Contenido Humedad Óptimo: 11.4 %		



OBSERVACIONES
 * Muestra tomada en tiempo por el solicitante y extendida por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO-LEM	3275-1234	LQC-LEM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20210728872 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1585)	Código	CE-0942
		Versión	01
		Fecha	09-09-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZANDO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021.	PROYECTO Nº	MTE-LAM-ES-03
CLIENTE	ORDENAN MATEUS SAGUANA APARCO	ELABORADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENCARGADO POR	JOHNNY
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 2% CAL	FECHA DE ENSAYO	09/09/21
		TIPO DE	OTRO

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + 2% CAL	PROFUNDIDAD	1.20
MARCA / CALIBRA	10-C	MUESTRA	---
Nº DE MUESTRA	---	ESTR	---
PREDETERMINADA	---	OTRO	---

ENSAJO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1585						
		Wet Mass		Dry Mass		
		g	g	g	g	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Wet State - Moist	07	1,410	1,177	1,096	1,050	
Wet State - Heavy Compacted	04	1,124	980	1,733	1,497	
Wet State - Normal Compacted	08	1,290	1,003	1,512	1,305	
Wet State - Super	11	1,111	1,111	1,111	1,111	
Dry State - Moist	08	1,019	969	919	869	
Dry State - Heavy + Super	04	1,042	992	942	892	
Dry State - Super + Super	09	1,012	962	912	862	
Dry State - Super	06	1,119	1,069	1,019	969	
Dry State - Super + Super	05	1,279	1,229	1,179	1,129	
Consolidation Super	06	1,118	1,068	1,018	968	
Consolidation Super	07	1,400	1,300	1,200	1,100	
Wet State - Moist		1,000	g	Consolidation Super		1,000



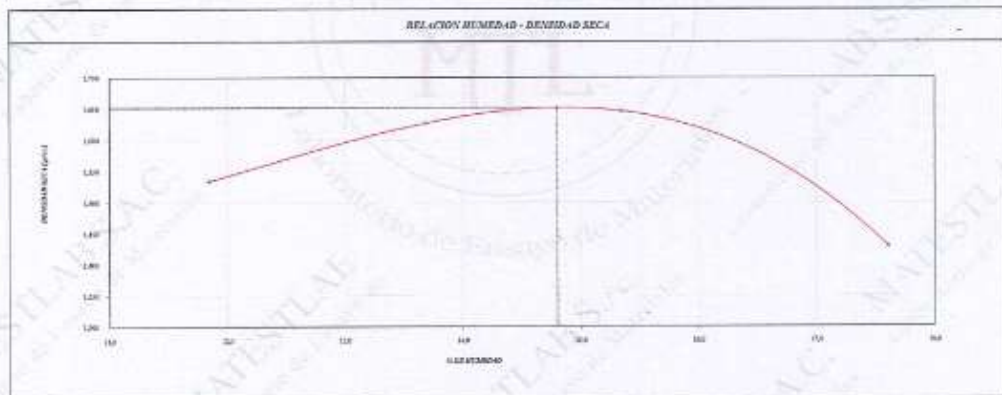
IDENTIFICACIONES
 * Muestra tomada en campo por el ingeniero y recopilada por el personal de Valididad S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20004782572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CC-00-01
	PROYECTO MODIFICADO ASTM D1557 / ASTM D1558	Versión	01
		Fecha	09-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	REGISTRO Nº	MEL-1434-05-21
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS SAÑUPARI APARCO	MISIONADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INDICACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	EMBAJADO POR	DI CASTELLO
MATERIAL	MATERIAL PROBE + 4% CAL	PROBETA (S) PROBADA(S)	2005201
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROBE + 4% CAL	TURNO	Diurno
INDICADOR DE CALIDAD	101	PROFUNDIDAD	1.20
Nº DE MUESTRA	101	NOMBRE	101
PROBATORIA	101	IDEM	101
		CORTA	117

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR						
ASTM D1557 / ASTM D1558						
		100 mm Máximo		75 mm		
		Peso Máximo		Peso Máximo		
NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Seco + Húmedo	gr	5,653	6,062	6,132	5,933	
Peso Seco Máximo Compactado	gr	1,402	1,189	1,816	1,586	
Peso Volúmen Máximo	gr	1,717	1,686	1,960	1,942	
Equipos Usados		02	87	10	10	
Forma de la Taza	gr	11,4	16,3	17,6	20,8	
Peso Seco Máximo + Taza	gr	386,2	388,1	413,9	412,3	
Peso Seco Seco + Taza	gr	393,1	394,1	419,7	419,9	
Peso de Agua	gr	23,8	15,1	18,9	20,9	
Función de Distribución	gr	23,1	23,9	28	29,1	
Coeficiente de Grapes	%	11,9	15,7	15,9	15,6	
Densidad Seca	gr/cm ³	1,822	1,823	1,947	1,931	
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1,952	1,952	2,076	2,076	
						94,7 %

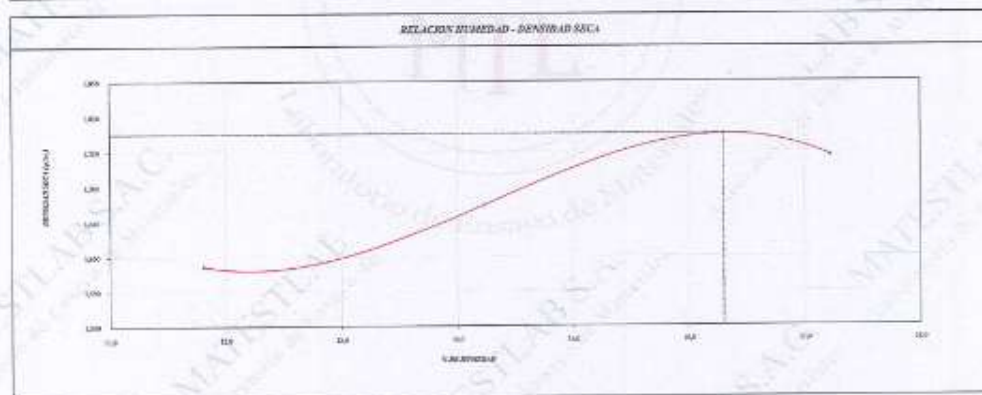


REMARKS:
* Muestra tomada en campo para el estudio de campo por el personal de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
01020-1019	0101-1020	0101-1020
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20201728972 NICOLE CUZCO BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CE-03-00
	PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 - ASTM D1586)	Fecha	01
		Fecha	09-04-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZANDO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO Nº	MPL-1304-03-02
OBJETIVO	ELABORAR MATRICES PARA EL ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE LA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD.	ELABORADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DEL PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE LA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD.	ENSAYADO POR	INGENIERO
MATERIAL	MATERIALES: ARENA + CAL	FECHA DE ENVÍO	20-04-2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL: ARENA + CAL	TÍTULO	ESTRUC.
CONDICIÓN / CALIDAD	10%	PLASTICIDAD	10%
Nº DE MUESTRA	10%	MOED	10%
PROCESO	10%	DATE	10%
		LISTA	10%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR						
ASTM D1557 / ASTM D1586						
NÚMERO DE ENSAYOS	Volumen Muestra Peso Muestra	100		200		5
		cm ³	gr	cm ³	gr	
Peso Suelo + Molde	gr	980.0	914.0	820.0	720.0	620.0
Peso Suelo + Molde + Compactación	gr	1.096	1.028	1.009	1.004	1.004
Peso Volúmenes + Compactación	gr	1.074	1.013	1.004	1.004	1.004
Compactación Normal	gr	83	87	94	101	107
Peso de la Taza	gr	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
Peso Suelo + Taza + 30%	gr	113.4	113.4	113.4	113.4	113.4
Peso Suelo + Taza + 40%	gr	113.4	113.4	113.4	113.4	113.4
Peso Suelo + Taza + 50%	gr	113.4	113.4	113.4	113.4	113.4
Peso del agua	gr	27.2	26.8	26.8	26.8	26.8
Contenido de agua	%	23.8	29.1	28.1	24.1	24.1
Control de humedad	%	13.0	14.2	14.2	14.2	14.2
Densidad seca	gr/cm ³	1.027	1.014	1.004	1.004	1.004
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1.779	1.674	1.674	1.674	1.674



INDICACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el sub-construccionista y analizada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2080730872 NICOLÁS BARRETO GERENTE GENERAL</p>

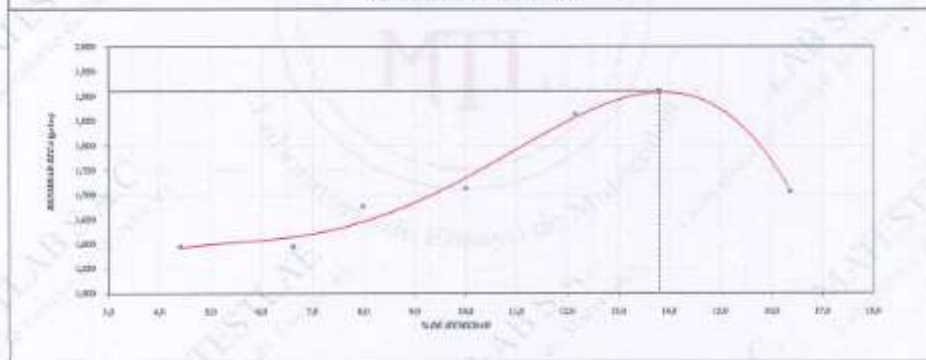
	<p>INFORME</p> <p>PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 / ASTM D1586</p>	<p>Código: CS-10340</p> <p>Verión: 01</p> <p>Fecha: 07-09-2021</p> <p>Página: 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: PROPIEDAD DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021</p>	<p>REGISTRO Nº: MTEL-LEN-19-91</p>
	<p>CLIENTE: JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO</p> <p>UBICACIÓN DE PROYECTO: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.</p> <p>MATERIAL: MATERIAL PROTO + 2% CAL + 3% ACEITE</p>	<p>MATERIALES POR: MATESTLAB S.A.C.</p> <p>DESARROLLADO POR: D. CASTILLO</p> <p>FECHA DE EMISIÓN: 27/09/2021</p> <p>TIPO: OTRO</p>
	<p>IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: MATERIAL PROTO + 2% CAL + 3% ACEITE</p> <p>QUIMICA / CÁLCULO: V.C.</p> <p>Nº DE MUESTRA: 001</p> <p>PROCESO: 001</p>	<p>PROYECTADO: ---</p> <p>REVISADO: ---</p> <p>REVISOR: ---</p> <p>COMPROBADO: ---</p>

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1586

	Volúmenes Muebles		Paso Medio		Paso Fino	
	1	2	3	4	5	6
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5	6
Peso Bate + Molds	gr. 6,899	6,942	6,999	6,111	6,110	6,219
Peso Bate + Tamado Compuesto	gr. 1,392	1,428	1,732	1,800	1,999	1,999
Peso Moldes + Tamado	gr. 1,666	1,763	1,832	1,886	1,984	1,997
Residuo Mayor	gr. 01	01	01	01	01	11
Peso de la Tierra	gr. 797	769	417	761	761	841
Peso Suelo Humedo + Tasa	gr. 218,1	331,1	348,7	346,7	296,1	461,4
Peso Suelo Seco + Tasa	gr. 222,1	318,7	329,9	331,1	311,9	331,1
Porcentaje agua	gr. 6,7	61,3	58,9	58,9	34,8	43,2
Peso del agua	gr. 15,2	204	247	204	204	204
Contenido de agua	% 6,8	6,8	6,8	6,8	13,2	14,4
Densidad Seca	gr/cm ³ 1,595	1,595	1,575	1,714	1,694	1,738

Densidad Máxima Seca:	1,719 gr/cm ³	Contenido Humedad Óptimo:	13,8 %
-----------------------	--------------------------	---------------------------	--------

RELACION DENSIDAD - CONTENIDO DE AGUA



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y enviada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
00000-1204	0010-1204	0010-1204
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. O.R.N. N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>NICOLLE CAMPABARRETO GERENTE GENERAL</p>

	INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D997 / ASTM D998)		Código	CR-02
			Verión	01
			Título	07-0-2021
			Página	1 de 1
PROYECTO	RESPUESTA DE ESTABILIZACIÓN EN ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZANDO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021.		EXEJECUTIVO	VIT - LEM - TS - 02
CLIENTES	JORDAN MATEUS APARCO		MEJORA DO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	ESTACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.		ELABORADO POR	DIASOLLE
MATERIAL	MATERIAL PIEDRA - ZACAL - 2%ACRISTO		FECHA DE ENSAYO	05/03/21
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPRIO - ZACAL - 2%ACRISTO		TUPO	OTRO
IDENTIDAD / CALIFICATA	-C1		PROFUNDIDAD	---
Nº DE MUESTRA	---		K075	---
PROGRAMA	---		025	---
	---		0075	---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D997 / ASTM D998

NÚMERO DE ENSAYO	Volumen Muestra Por Muestra	1		2		3		4		5		6	
		g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³	g	cm ³
Peso Suelo + Muestra	g	6,170	6,396	6,280	6,280	6,280	6,280	6,280	6,280	6,280	6,280	6,280	6,280
Peso Suelo (Suelo) Compactado	g	1,839	1,920	1,894	1,894	1,894	1,894	1,894	1,894	1,894	1,894	1,894	1,894
Peso Volumen (Suelo)	g	1,840	2,066	2,078	2,078	2,078	2,078	2,078	2,078	2,078	2,078	2,078	2,078
Resistencia Máxima	g	81	91	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Peso de la Tasa	g	22,3	23,1	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3
Peso Suelo (Suelo) + Tasa	g	34,4	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6	37,6
Peso Suelo (Suelo) + Tasa	g	113,9	141,7	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
Peso del agua	g	37,6	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8
Peso del suelo seco	g	289	336	289	289	289	289	289	289	289	289	289	289
Contenido de agua	%	9,8	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Densidad seca	g/cm ³	1,770	1,847	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828	1,828

Densidad Máxima Seca: **1,828 g/cm³** Contenido Humedad Óptimo: **11,9 %**



OBSERVACIONES:

* Muestra tomada en campo por el subcontratista y ensayada por el personal de Matestlab SAC

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LEM	JEFE - LEM	OQC - LEM
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	 <p>HENRY DE SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20210789972 NICOLE CUZCO BARRETO GERENTE GENERAL</p>

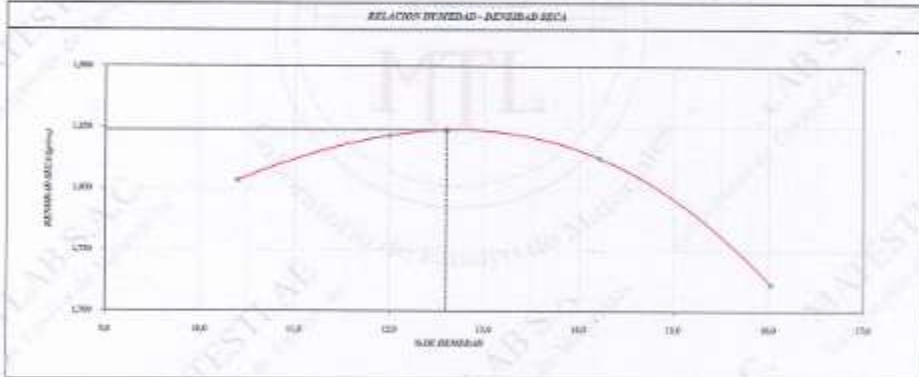
	INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D2922)	Código	CS-10-02
		Versión	01
		Página	01 de 02
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZANDO EL CBR OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	PROYECTO Nº	MTE - LDM - 01 - 01
CLIENTE	JORDAN MATHEUS RESPUESTA APARCO	MODIFICADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	UBICACIÓN MATHEUS RESPUESTA APARCO	ENSAYADO POR	D. CASTELLANO
MATERIAL	MATERIAL PROYECTO: INICIAL + PRACCIÓN	FECHA DE ENSAYO	20/06/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROYECTO: INICIAL + PRACCIÓN	TURNO	Diurno
NOMBRE / CALIDAD	CS	PROFUNDIDAD	1.00
Nº DE MUESTRA	1.00	NOTES	0001
PROXIMIDAD	1.00	OPIN	1.00
		OPRVA	0001

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D2922

	Número de Ensayos	Volúmenes Muebles		Peso Muebles		Muebles	
		1	2	3	4	5	6
Peso Suelo + Molde	gr	4,220	4,290	4,300	4,220		
Peso Suelo + Molde + Compensado	gr	1,807	1,814	1,891	1,810		
Peso Volúmenes Baseado	gr	1,959	2,081	2,180	1,998		
Residuos Molde	gr	59	51	59	48		
Peso de la Taza	gr	34,2	35,3	35,3	34,8		
Peso Suelo Baseado + Taza	gr	301,1	317,8	342,1	345,7		
Peso Suelo Seco + Taza	gr	273,7	271,6	309,3	307,7		
Peso del agua	gr	27,4	46,2	32,8	38,0		
Peso del molde seco	gr	184	218	218	217		
Contenido de agua	%	10,4	17,0	14,2	14,8		
Densidad Base	gr/cm ³	1,807	1,846	1,853	1,752		

Densidad Máxima Óptima: 1,846 gr/cm³

Contenido Humedad Óptimo: 17,0 %



CONSEJOS:

- Muestra ensada en campo por el subcontratista y enviada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LDM	ING. - LDM	COC - LDM
  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. PUC 2007010072 HIDALGO CARRERA S. PÉREZ GERENTE

	INFORME	Código	CE-10-02
	PROYECTO	Verifica	01
	FECHA	Fecha	07-09-2021
	PAIS	Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA (UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%).	REGISTRO Nº	MPL-LEN-15-01
CLIENTE	ACEITE SULFONADO AL 2%, 4 Y 6% LIMA NORTE 2021	MATERIALIZADO POR	MATESTLAB S.A.C
UBICACIÓN DE PROYECTO	JORDAN MATHEUS RALPARI APARCO	EMBAJADO POR	EL COMITÉ
MATERIAL	MATERIAL PROPIO - ENCAL - INACIOTE	FECHA DE ENVÍO	08/09/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO - ENCAL - INACIOTE	TIPO	OTRO
BONDAD / CALIDAD	101	PROFUNDIDAD	100
Nº DE MUESTRA	100	NORMA	1000
PROGRESIVA	100	EDICIÓN	100
		OTRO	100

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROYECTO HABILITADO PARA CBR
AUTOMÁTICO / AUTOMÁTICO

	NÚMERO DE ENSAYOS	Volúmenes Múltiples				
		1	2	4	5	
Peso Suelo + Molde	gr	4,225	4,362	4,292	4,298	
Peso Suelo (Suelo Compactado)	gr	3,984	3,887	3,878	3,922	
Peso Volumenico (Suelo)	gr	3,988	3,841	3,873	3,831	
Moisture Ratio		0,8	0,1	0,1	0,2	
Peso de la Tasa	gr	71,2	71,2	71,2	71,2	
Peso Suelo (Suelo + Tasa)	gr	397,2	400,4	392,4	400,0	
Peso Suelo (Suelo + Tasa)	gr	326,0	309,0	316,2	328,8	
Peso del agua	gr	71,2	91,4	76,2	71,2	
Peso del suelo seco	gr	256	218	240	258	
Contenido de agua	%	27,8	41,9	31,7	27,6	
Densidad seca	gr/cm ³	1,800	1,905	1,820	1,790	

Densidad Máxima Seca: 1,920 gr/cm³ Contenido Máximo Óptimo: 31,7 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

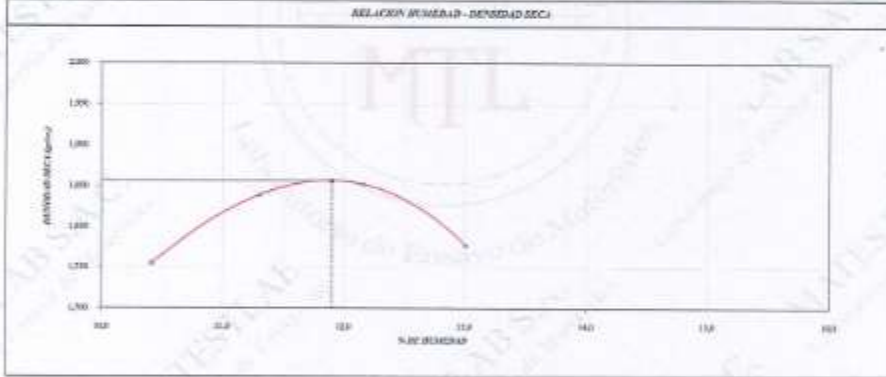


OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y preparada por el personal de Matestlab S.A.C

MATESTLAB S.A.C.		
 TECNICO - LEM	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 NICOLE SUPRA BARRETO GERENTE GENERAL

	ENCUESTA	Unidad	CS-03-02
	PROYECTO MODIFICADO (ATM D407 / ARTEDESB)	Verificación	01
		Fecha	09-09-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	RESERVA N°	MTL-LIM-09-02
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS BAUPARLAPARCO	MUESTREO POR	MATESTLAB S.A.C
DIRECCIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C	ENCUESTA POR	ECUATELLO
MATERIA	(MATERIAL PROPE) + (CAL) + (ACEITE)	FECHA DE ENVÍO	2021/09/02
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	(MATERIAL PROPE) + (CAL) + (ACEITE)	TURNO	Mañana
RENDA / CALICATA	(D-E)	PROPUNDA	1.00
N° DE MUESTRA	---	NCRTS	1.00
PROGRAMA	---	DATE	1.00
	---	CIERTA	1.00

ENSAJO DE COMPACTACIÓN - PROYECTO MODIFICADO PARA CBR					
ATM D407 / ATM D155					
		Volúmenes Múltiplos		Pesos Múltiplos	
		1	2	3	4
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Suelo + MOLD	gr	4,334	4,274	4,331	4,227
Peso Suelo + MOLD + Compactado	gr	4,855	4,858	4,907	4,821
Peso Volumétrico Humedo	gr	4,854	4,846	4,879	4,809
Residuo Finísimo	%	11	11	11	10
Peso de la Tera	gr	15,2	15,2	15,2	15,1
Peso Suelo Humedo + Tera	gr	245,9	229,7	245,2	215,9
Peso Suelo Seco + Tera	gr	221,9	203,9	217,4	211,9
Peso del agua	gr	24,0	25,8	27,8	4,0
Peso del suelo seco	gr	209	177	189	171
Contenido de agua	%	11,5	14,6	14,7	2,3
Densidad Seca	gr/cm ³	1,775	1,840	1,833	1,774
Densidad Máxima Seca	gr/cm ³	1,837			
Contenido Humedad Óptimo	%	11,9			



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo por el solicitante y descrita por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECHCO-LIM	ITEE-LIM	OJC-LIM
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC 20201735972 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-F04E
	PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1585)	Versión	01
		Fecha	07-09-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	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	REGISTRO Nº	MTL-LEM-79-03
CLIENTE	ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%, LIMA NORTE 2021	ELABORADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DEL PROYECTO	INGENIERO HENRY W. SANTIAGO FLORES	REVISADO POR	INGENIERO NICOLLE C. GONZÁLEZ
MATERIAL	ESTABILIZACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENVÍO	09/09/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROYECTO + ANCAL + INACIETE	TÍTULO	Informe
FORMA / CALCADA	1:1	PROFUNDIDAD	1.00
SP DE MUESTRA		ANCHO	1.00
PROGRESIVA		ESTR.	1.00
		COND.	1.00

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR						
ARENA DESTI / ASTM D1585						
		1	2	3	4	5
	Volumen Mide	500	500	500	500	500
	Peso Mide	4136	4136	4136	4136	4136
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Mide	gr	6,196	6,290	6,303	6,227	6,211
Peso Suelo + Mide + Compactado	gr	1,874	1,871	1,867	1,811	1,811
Peso Volúmenes Compactado	gr	1,900	1,866	2,078	1,899	1,899
Recuento Humedad	%	9.1	9.2	9.1	9.1	9.1
Peso de la Tasa	gr	11.8	70.9	70.3	126.2	126.2
Peso Suelo Humedo + Tasa	gr	339.0	171.1	389.0	434.9	434.9
Peso Suelo Seco + Tasa	gr	331.7	141.8	311.4	293.0	293.0
Peso del agua	gr	22.3	29.3	77.6	41.9	41.9
Peso del suelo seco	gr	124	97	241	249	249
Contenido de agua	%	18.0	11.9	12.4	12.4	12.4
Densidad Seca	gr/cc	1.781	1.549	1.822	1.710	1.710
Densidad Máxima Seca		1.818 gr/cc		Contenido Humedad Óptimo		11.1 %



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y enviada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNO-LEM	EXP-LEM	CCC-LEM
	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2080800020 NICOLLE C. GONZÁLEZ GERENTE GENERAL</p>

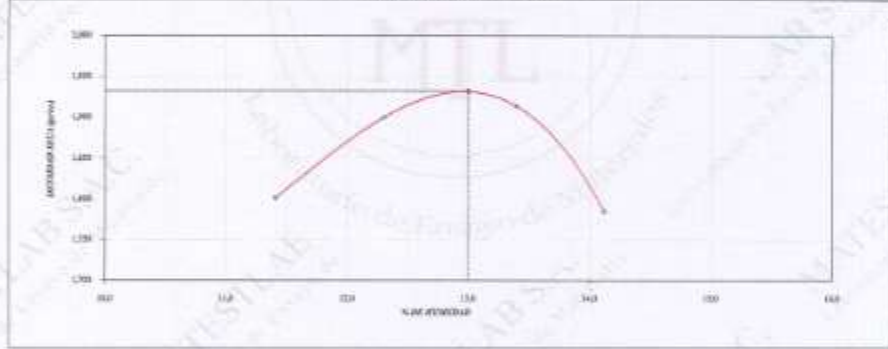
	INFORME	Código	CS-02-02
	PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1558)	Verión	01
		Fecha	09-05-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZANDO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% EN LIMA NORTE 2021.	REGISTRO Nº	HTL - LBN 79 - 02
ENCARGADO	JORDAN MATHEUS JORDAN APARCO	ELABORADO POR	MATESTLAB S.A.C.
DIRECCIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENVIADO POR	INCASILLCO
MATERIAL	MATERIAL PROCTOR - ARENA + INACAL + INACEITE	FECHA DE ENVÍO	11/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROCTOR - ARENA + INACAL + INACEITE	TURNO	Turno
SONDAR / CALICATA	0-4	PROFUNDIDAD	cm
Nº DE MUESTRA		NOTA	cm
PROGRAMA		OTR	cm
		COND	cm

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1558**

NÚMERO DE ENVAYOS		Volumen Máx.		Peso Máx.	
		cm ³	g	g	g
Peso Suelo + Húmedo	g	6,225	6,225	6,225	6,225
Peso Suelo + Húmedo Compactado	g	1,829	2,040	2,070	1,848
Peso Volumétrico Estándar	g	2,007	2,124	2,171	2,028
Ejemplar Normado	g	62	62	62	62
Peso de la Taza	g	72,4	74,3	66,1	75,3
Peso Suelo + Húmedo + Taza	g	425,1	390,9	478,2	400,0
Peso Suelo + Taza	g	389,7	316,6	378,8	345,2
Peso del agua	g	26,3	20,2	38,4	37,7
Peso del suelo seco	g	316	296	337	297
Contenido de agua	%	11,4	11,3	11,4	14,1
Densidad Seca	g/cm ³	1,802	1,806	1,814	1,788

Densidad Máxima Síntesis: 1,802 g/cm³ Conversión Humedad Óptima: 11,8 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y analizada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL P.º.º. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 208207272 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CBFO-02
	PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1558)	Versión	01
		Página	01 de 01
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DEL MODALMENTO DEL MATERIAL PROPOSIENDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2 Y 3% PARA SU ESTABILIZACION - LIMA NORTE 2021.	SECCION Nº:	MTE-LIM-05-01
SOLICITANTE	JORDAN MATEUS MATHEUS APARCO	SUBSISTEMO POR:	MATESTLAB S.A.C
UBICACION DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C	ENVIADO POR:	D. CASTELLO
MATERIAL	MATERIAL PROPRIO + ARECAL + PLACENTE	FECHA DE ENVÍO:	15/05/2021
IDENTIFICACION DE MUESTRA	MATERIAL PROPRIO + ARECAL + PLACENTE	TURNO:	Diurno
SONDAR / CALCATA	LD4	PROFUNDIDAD	1.00
APCS MUESTRA	---	NORMA	NMT5
INGREDIENIA	---	ESTR.	2**
		COEX	1**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1558

		Volúmenes	91.3	97.3	100	102.9
		Por Muestra	47.15	50	52.75	55.5
NÚMERO DE ENSAYOS			1	2	3	4
Peso Puzos + Muestra	gr	4.330	4.223	4.207	4.229	4.229
Peso Suelo + Boveda Compactada	gr	1.764	1.807	1.841	1.840	1.840
Peso Vidrio + Boveda	gr	1.846	1.895	1.898	1.879	1.879
Resistencia Humida		07	08	08	08	08
Peso de la Tara	gr	70.3	70.8	72.8	71.4	71.4
Peso Suelo Boveda + Tara	gr	492.9	542.8	590.5	611.3	611.3
Peso Suelo Seco + Tara	gr	416.9	314.9	371.9	391.7	391.7
Peso del agua	gr	33.9	26.9	23.9	20.9	20.9
Peso del agua seco	gr	249	248	284	309	309
Contenido de agua	%	8.8	30.7	11.8	15.1	15.1
Densidad seca	gr/cm ³	1.780	1.860	1.908	1.728	1.728

Densidad Máxima Sínc: 1.902 gr/cm³ Contenido Humedad Óptimo: 11.1 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y enviada por el personal de Matestlab S.A.C

MATESTLAB S.A.C		
TECNICO - LDM	DIR - LDM	COD - LDM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C RUC 2006100572 NICOLLE CUBA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-7042
	PROCTOR MODIFICADO (ASTM D998 / ASTM D1557)	Versión	01
		Fecha	07-09-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%, LIMA NORTE 2021.	ENCARGADO	MTL - LEM - 05 - 01
CLIENTE	ERDIAM MATEUS BAUPARI APARCO	MODIFICADO POR	MATESTLAB S.A.C
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C	ENVIADO POR	D. CASTELLO
MATERIAL	(MATERIA, PROPI) - ARENAS + FRAGUETE	FECHA DE ENVÍO	07/09/2021
ERIDIFICACIÓN DE MATERIA	(MATERIA, PROPI) - ARENAS + FRAGUETE	TURNO	Diurno
BONDAD / CALIDAD	---	PROFUNDIDAD	---
Nº DE MUESTRA	---	NOTAS	---
PROCESO	---	DETA	---
	---	COMEN	---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D998

	Número de Muestras	Volumen Máx. (cm³)		Peso Máx. (g)	
		1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	6	4,190	4,230	4,202	4,227
Peso Suelo + Molde Compactado	6	3,874	3,984	3,987	3,931
Peso Volumen + Molde	6	1,460	1,573	1,579	1,599
Recipiente Molde	6	10	10	10	10
Peso de la Tapa	6	71,4	66,3	66,3	76,3
Peso Suelo + Molde + Tapa	6	410,7	399,3	391,3	480,7
Peso Suelo Seco + Tapa	6	377,7	367,7	370,2	397,4
Peso del agua	6	33,0	31,6	21,1	43,3
Peso del molde seco	6	340	290	290	319
Contenido de agua	%	18,8	11,6	11,6	13,5
Densidad Seca	gr/cm³	1,748	1,859	1,848	1,740

Densidad Máxima Seca: 1,967 gr/cm³ Contenido Humedad Óptimo: 13,8 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
* Muestras tomadas en campo por el solicitante y analizada por el personal de Matestlab S.A.C

MATESTLAB S.A.C		
 HENRY VÁSQUEZ FLORES INGENIERO CIVIL R.C. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 INDOLLECUAR BARRETO GERENTE GENERAL	

	EXFORMA	Código	CE-FO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	ENCARGO Nº	MTL-LEN-19-02
CLIENTE	JORDAN MATHEUS SANTIAGO FLORES	ADMINISTRADOR	MATESTLAB S.A.C.
DIRECCIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADOR PRINCIPAL	D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	TECNOLOGÍA DE ENSAYO	STRENGTH
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO	TURNO	DÍA
ESCALA / CALCATA	1:1	PROFUNDIDAD	1.00
Nº DE MUESTRA	1.01	MÓDULO	1.00
PROCESIVA	1.00	SITE	1.00
		COSTA	1.00

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1586

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Módulo N°	1	2	3	4	5	6
Número de golpes	3	3	3	3	3	3
Mostrador de golpes	25	25	25	25	25	25
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,443	12,344	11,435	11,435	11,435	11,435
Peso molde (gr.)	7,694	7,785	7,785	7,785	7,785	7,785
Peso suelo compactado (gr.)	4,749	4,559	4,073	4,073	4,073	4,073
Volumen del molde (cm ³)	2,326	2,324	2,324	2,324	2,324	2,324
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,037	1,960	1,751	1,751	1,751	1,751
Densidad seca (gr./cm ³)	1,835	1,732	1,683	1,683	1,683	1,683

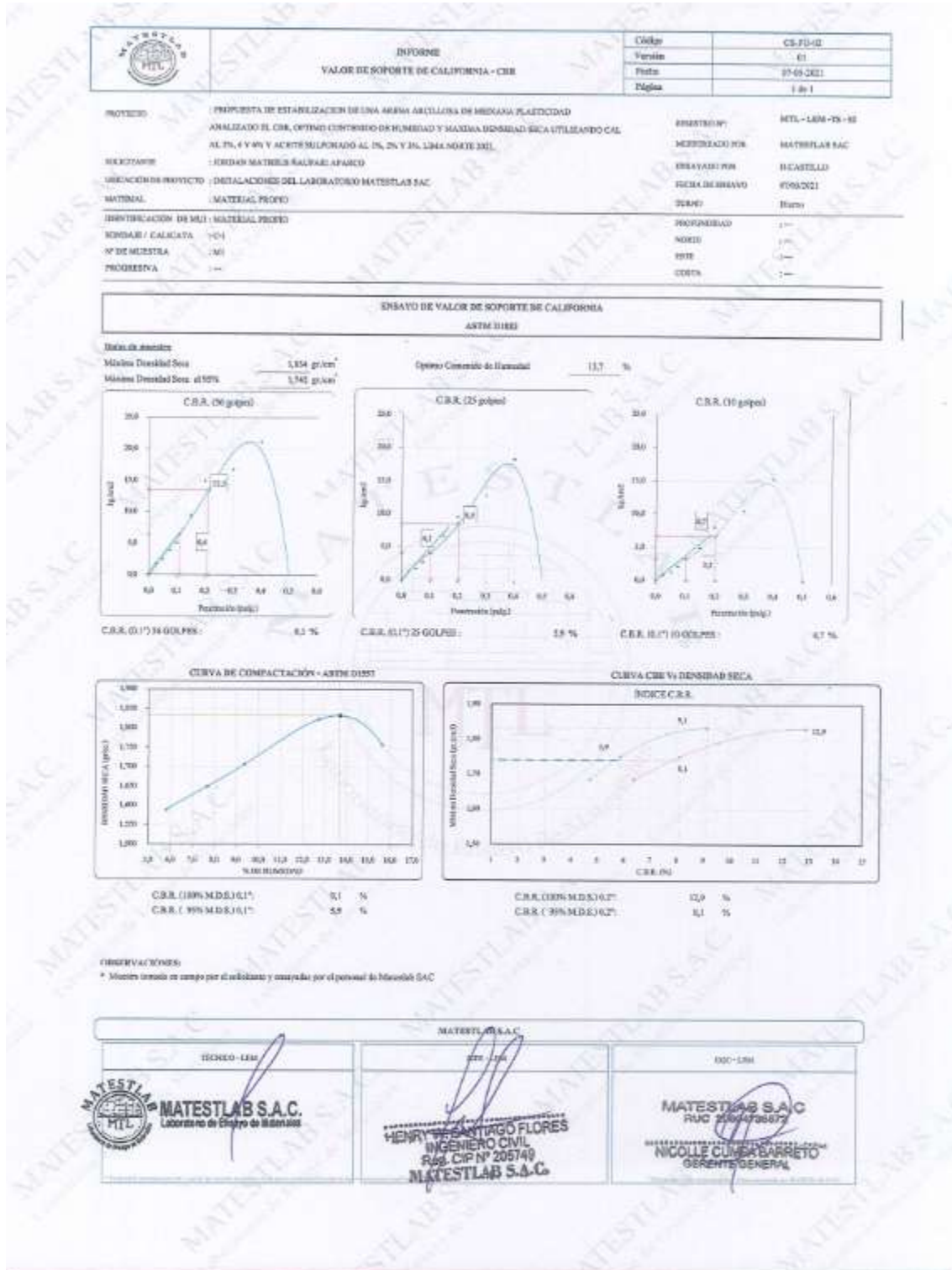
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de agua (gr.)	71.5	70.8	65.8	65.8	65.8	65.8
Tasa + suelo húmedo (gr.)	498.0	491.2	468.2	468.2	468.2	468.2
Tasa + suelo seco (gr.)	487.7	481.2	463.4	463.4	463.4	463.4
Peso de agua (gr.)	44.3	43.8	42.8	42.8	42.8	42.8
Peso de suelo seco (gr.)	343.3	311.6	315.0	315.0	315.0	315.0
Humedad (%)	13.2	14.1	13.6	13.6	13.6	13.6

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	D ₁₀₀ (mm)	D ₁₀₀ (mm)		D ₁₀₀ (mm)		D ₁₀₀ (mm)		D ₁₀₀ (mm)	
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
07-may	11:00	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08-may	11:00	24	0.00	0.00	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
09-may	12:00	48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10-may	11:00	72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11-may	11:00	96	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo N° 2				Módulo N° 16				Módulo N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		24	1.0			25	1.0			17	0.6		
0.050		50	2.0			33	1.0			22	1.0		
0.075		76	3.0			34	1.3			40	1.5		
0.100	70,000	102	4.0	6.4	8.1	82	4.1	4.1	2.0	17	2.5	3.3	4.7
0.150		139	6.0			114	6.0			18	4.5		
0.200	100,000	202	8.0	13.5	12.9	193	8.0	8.0	8.1	142	8.0	8.7	8.4
0.300		310	12.0			238	12.0			211	10.4		
0.400		427	16.0			267	16.0			238	15.3		
0.500			20.0				20.0				20.0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C.

 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY V. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL R.O.C. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 2090473872 NICOLLE COMBA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--	---



	DFORMAR VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Código	C97027
		Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Firma	[de-1]

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	REGISTRO N°	MTL - LEM - TS - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS SALPARI APARCO	MUESTREADO POR	MATESTLAB S.A.C
UBICACION DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	D.CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	FECHA DE ENSAYO	09/05/2021
IDENTIFICACION DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
SONDAS / CALCATA	C-2	PROFUNDIDAD	---
N° DE MUESTRA	MI	NORTE	---
PROGRESIVA	---	ESTE	---
		COSTA	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**


CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1	2	3	4	5	6
Número de golpes	1	2	3	4	5	6
Número de golpes	25	50	75	100	125	150
Condiciones de la muestra:	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	11.508	12.034	11.620			
Peso molde (gr.)	7.634	7.791	7.762			
Peso suelo saturado (gr.)	4.974	4.243	4.858			
Volumen del molde (cm³)	2.326	2.394	2.338			
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.121	1.774	2.078			
Densidad seca (gr./cm³)	1.889	1.687	1.710			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	54.7	54.6	54.8			
Tara + suelo húmedo (gr.)	196.2	170.3	195.1			
Tara + suelo seco (gr.)	142.4	140.9	135.7			
Peso de agua (gr.)	53.8	29.4	59.4			
Peso de suelo seco (gr.)	290.9	296.1	243.9			
Humedad (%)	18.5	10.0	24.4			

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
09-May	11:06	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10-May	11:08	24	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11-May	11:09	48	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
12-May	11:08	72	0.07	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
13-May	11:08	96	0.09	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00

PENETRACIÓN													
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 5				Molde N° 10				Molde N° 15			
		Carga	Corrosión	Carga	Corrosión	Carga	Corrosión	Carga	Corrosión	Carga	Corrosión		
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		20	1.0			27	1.7			33	1.9		
0.050		42	2.1			55	3.8			70	4.7		
0.075		63	3.1			85	5.8			110	7.0		
0.100	70.000	100	5.4	7.0	18.0	100	6.4	7.0	18.0	130	8.1	2.0	5.6
0.150		150	7.5	10.1		168	10.5			210	13.2		
0.200	105.000	220	11.0	14.3	33.8	283	17.7	10.8	18.3	350	21.9	7.0	19.4
0.300		330	16.5	21.4		414	25.9			510	31.9		
0.400		440	22.0	28.4		550	34.4			680	42.7		
0.500													

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LEM	EPT - LEM	QC - LEM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	HENRY IV. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC 2060108572 NICOLLE CLAYPP BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Código	CS2002
		Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

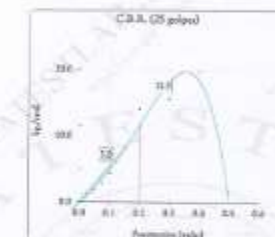
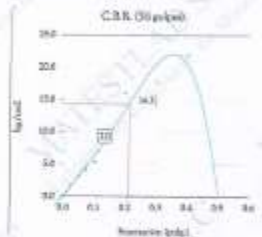
PROYECTO	: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LEM - 75 - 52
SOLICITANTE	: JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO	MUESTREO POR	MATESTLAB S.A.C
UBICACIÓN DE PROYECTO	: INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	: MATERIAL PROPIO	FECHA DE ENSAYO	08/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	: MATERIAL PROPIO	TURNO	Día
SONDAJE / CALICATA	: C-2	PROFUNDIDAD	---
N° DE MUESTRA	: M1	NORTE	---
PROGRESIVA	: ---	ESTE	---
		COSTA	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca: 1.856 g/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95%: 1.782 g/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 12.1 %



OBSERVACIONES:

* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C

MATESTLAB S.A.C		
TECNICO - LEM	JTE - LEM	CCC - LEM
	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 28749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C RUC: 207730372 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Código	CS-P001
		Versión	01
		Fecha	05/05/2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL-LEM-19-22
SOLICITANTE	JORDAN MATHÉUS SALDARÍ APARCO	MUESTREADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	D CASTELLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	FECHA DE ENSAYO	11/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
SONDAR / CALICATA	C-3	PROFUNDIDAD	1m
N° DE MUESTRA	M1	NORTE	1m
PROGRESIVA	---	ESTE	1m
		COSTA	1m

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4		10		15	
Número de capas	4		5		4	
Número de golpes	25		25		25	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + molde (gr.)	11.131	11.291	11.291	11.291	11.519	11.519
Peso molde (gr.)	5.614	5.731	5.499	5.702	5.702	5.702
Peso suelo compactado (gr.)	5.517	5.592	5.792	5.589	5.817	5.817
Volumen del molde (cm³)	3.336	3.294	3.294	3.128	3.128	3.128
Densidad húmeda (gr./cm³)	1.654	1.725	1.788	1.787	1.859	1.859
Densidad seca (gr./cm³)	1.838	1.767	1.767	1.889	1.889	1.889

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	21.6		21.7		21.8	
Tara + suelo húmedo (gr.)	115.7		119.5		119.3	
Tara + suelo seco (gr.)	112.1		112.3		111.1	
Peso de agua (gr.)	23.6		27.2		23.1	
Peso de suelo seco (gr.)	230.9		247.8		220.9	
Humedad (%)	10.2		11.0		10.5	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
11-May	11:00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12-May	11:00	24	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-May	11:00	48	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-May	11:00	72	0.07	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15-May	11:00	96	0.09	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00

Penetración	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 4				Molde N° 10				Molde N° 15			
		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		30	1.0			24	1.2			18	0.9		
0.050		55	2.7			45	1.9			24	1.3		
0.075		75	3.8			55	2.7			48	2.4		
0.100	80.000	102	5.1	6.5	9.3	80	4.0	4.5	6.4	72	3.6	3.5	5.8
0.200	160.000	195	9.6	14.0	18.5	140	7.0	9.8	9.3	108	5.4	7.2	6.9
0.300		245	12.2	18.0	24.0	195	9.7	14.5	14.5	150	7.5	11.0	11.0
0.400		325	16.2			260	13.0			210	10.5		
0.500													

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Materlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LEM	JEF. LEM	COC. LEM
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Estudios de Recursos</p>	<p>HENRY IV. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20190795972</p> <p>NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

	INFORME VALORES DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Código	CBR02
		Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

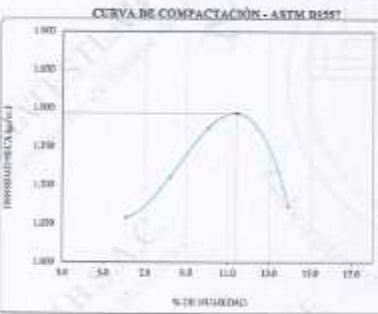
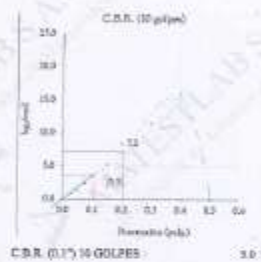
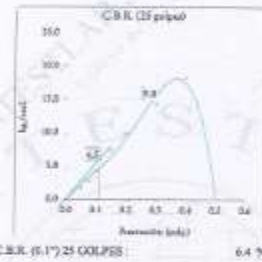
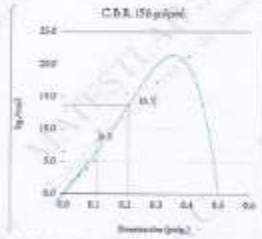
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°:	MTL - LEM - 18 - 52
SOLICITANTE	JORDAN MATHIEUS NAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	MATESTLAB S.A.C
UBICACION DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO	FECHA DE ENSAYO	11/09/2021
IDENTIFICACION DE MUESTRAS	MATERIAL PROPIO	TURNO	Diurno
SONDAJE / CALICATA	C-3	PROFUNDIDAD	1 m
N° DE MUESTRA	M1	NORTE	1 m
PROGRESIVA	—	ESTE	1 m
		COSTA	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

Datos de muestra:

Máxima Densidad Seca: 1.794 g/cm³
Máxima Densidad Seca al 95%: 1.794 g/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 11.4 %



OBSERVACIONES:

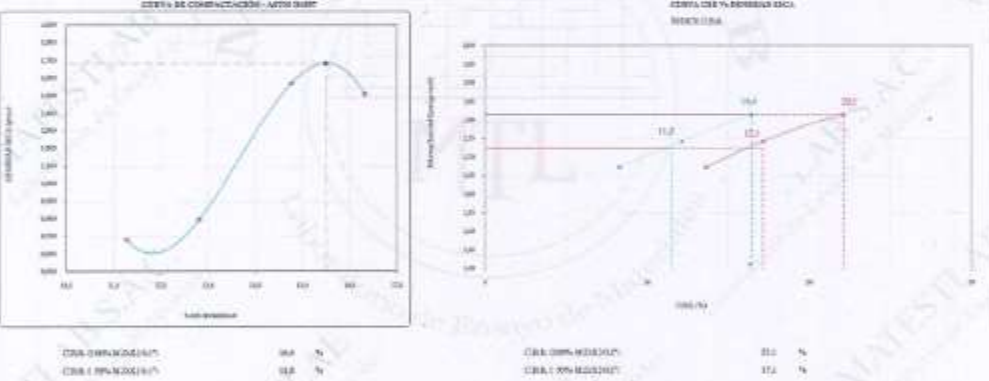
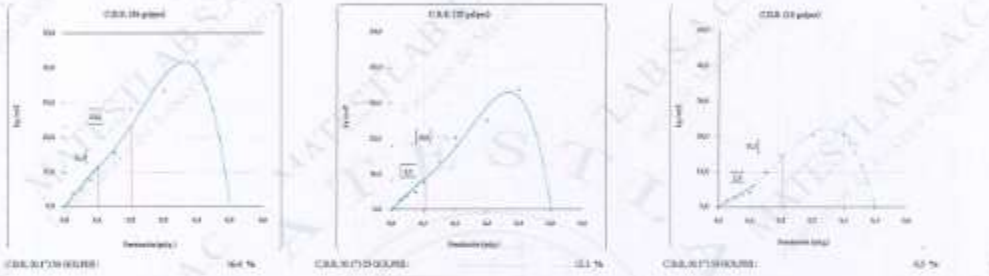
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LEM	JRC - LEM	GGC - LEM
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>MATESTLAB S.A.C. REG. 2001700672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

	INFORME VALOR DE REPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Cliente: CIBAC
			Fecha: 11
			Hora: 09:00
			Págs: 1 de 1
PROYECTO:	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.	ENCARGADO:	MATESTLAB S.A.C.
SOLICITANTE:	JORDAN MATHEUS SA FERRAZ ARIAS	PREPARADO POR:	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PRUEBA:	DISTRITO DE SAN JUAN DE LOS RIOS, MATUSTE S.A.C.	FECHA DE EMISIÓN:	11/09/2021
MATERIAL:	MATERIAL SECO + 2% CAL	TÍTULO:	CBR
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA:	MATERIAL SECO + 2% CAL	PROFUNDIDAD:	1.00
ORDEN DE CALIDAD:	104	NOTAS:	
N° DE MUESTRA:		OFICINA:	
PROCESADO:		CONTA:	

ENSAYO DE VALOR DE REPORTE DE CALIFORNIA
ARTÍCULO 1002

Datos de muestra:
 Muestra Desecada Seca: 1.881 gr/cm³ Óxido-Carbono de Elemento: 36.0 %
 Muestra Desecada Con. al 20%: 1.881 gr/cm³



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo para el análisis y ensayo que se le presentará al Muestreador.

MATESTLAB S.A.C.		
 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL RUC: CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 NICOLLE GUZMÁN BARRETO GERENTE GENERAL	MATESTLAB S.A.C. RUC: 2004736572

	<p>INFORME</p> <p>VALOR DE BOMBA DE CALIFORNIA - CBR</p>	<p>Fecha: 05/05/21</p> <p>Volumen: 01</p> <p>Folio: 01-01</p> <p>Página: 1 de 1</p>
	<p>PROYECTO: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO 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</p>	<p>DIRECCIÓN: RTE - LIMA - TR - EC</p>
	<p>SELECCIÓN: JORDAN MATHEUS SANCHEZ</p>	<p>MATESTLAB S.A.C.</p>
	<p>UBICACIÓN DE PROYECTO: INTERCAMBIO DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>FECHA DE EMISIÓN: 03/05/2021</p>
<p>NOMBRE: (NATURAL PERU) - A.C. S.A.</p>	<p>TIPO DE OBRA: 20000</p>	
<p>DIRECCIÓN DE SERVICIO: (NATURAL PERU) - A.C. S.A.</p>	<p>PROYECTOS: 1.01</p>	
<p>DENOMINACIÓN: 070</p>	<p>HECHOS: ---</p>	
<p>SPES MUESTRA: ---</p>	<p>EST: ---</p>	
<p>RESERVA: ---</p>	<p>OTROS: ---</p>	

ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA													
ARTÍCULO 100													
CARACTERÍSTICAS DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA - CBR													
Índice SF	0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Mostrador de arena	0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Mostrador de grava	0	1	2	3	4	5	6	7	8				
Condiciones de ensayo	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	SATURADO				
Temperatura - ambiente (°C)	11.000		11.700		12.000		12.000		12.000				
Diámetro (mm)	5.084		5.084		5.084		5.084		5.084				
Temperatura - muestra (°C)	2.000		2.000		2.000		2.000		2.000				
Volumen del molde (cm³)	2.000		2.000		2.000		2.000		2.000				
Densidad Máxima (g/cm³)	1.700		1.700		1.700		1.700		1.700				
Densidad Real (g/cm³)	1.800		1.800		1.800		1.800		1.800				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Temperatura (°C)	16.7		16.7		16.7		16.7		16.7				
Tasa - medio húmedo (g)	170.0		162.0		162.0		162.0		162.0				
Tasa - medio seco (g)	157.1		157.1		157.1		157.1		157.1				
Peso de agua (g)	12.9		5.9		5.9		5.9		5.9				
Peso del suelo seco (g)	200.0		197.0		197.0		197.0		197.0				
Humedad (%)	6.4		3.0		3.0		3.0		3.0				
EXPANSIÓN													
Fecha	Dosis	2000		2500		3000		3500		4000			
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
07/05/21	0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
07/05/21	0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
07/05/21	0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
21/05/21	0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
22/05/21	0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
POSTERIORIDAD													
Densidad	Carga Vertical (kg/cm²)	Módulo N° 5				Módulo N° 10				Módulo N° 15			
		Carga	Deformación	Carga	Deformación	Carga	Deformación	Carga	Deformación				
0.000	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.000	10000	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0
0.000	10000	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0
0.000	10000	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0
0.000	10000	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0
0.000	10000	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0
0.000	10000	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0	100	1.0

REMARKS:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y enviada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>10000-1000</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>			<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>1001-1001</p>  <p>HENRY N. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>			<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>1002-1002</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2080720572 NICOLLE GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>		
---	--	--	--	--	--	---	--	--

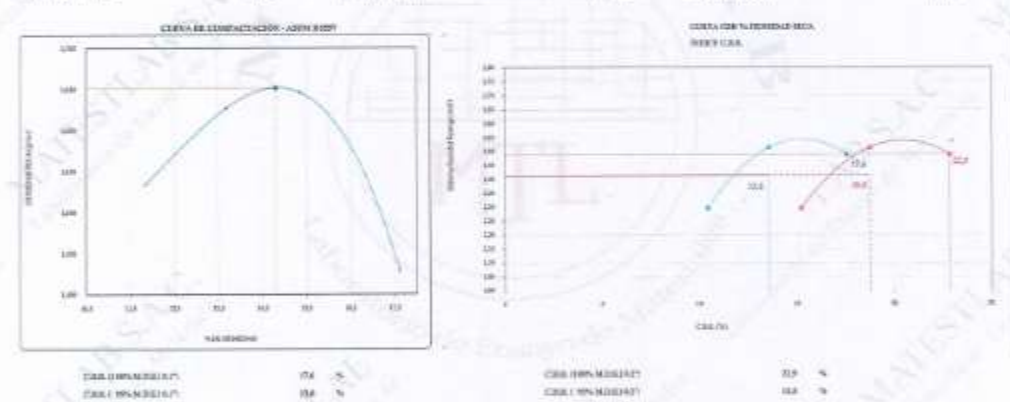
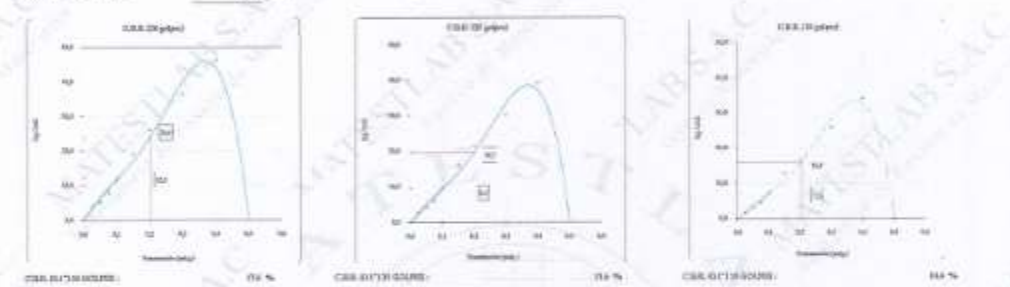
	OPORTUNIDAD	Orden	0394E
	TÍTULO	Título	01
	FECHA	Fecha	04/03/2021
	NOMBRE	Nombre	S&T

PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD (PM=20%) CON ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO Nº	MIL-1884-03-01
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS SACHIMANANO	MUESTREO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE MUESTRO	UBICACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENCUADRO POR	EXAMENES
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 8% CAL	FECHA DE ENVÍO	03/03/21
		TURNO	Diurno

ESTABILIZACIÓN DE MOEDERA	MATERIAL PROPIO + 8% CAL	PROFUNDIDAD	1.00
CONDICIÓN / CATEGORÍA	104	NORMA	177
Nº DE MUESTRA	1	SECT	10
RESERVA	1	CERT.	03/03/21

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
APTA 0000

Detalles de ensayo:
 Método Densidad Seca: 1.987 g/cm³
 Método Densidad Seca al 95%: 1.997 g/cm³
 Método Clasificación de Humedad: 104 %



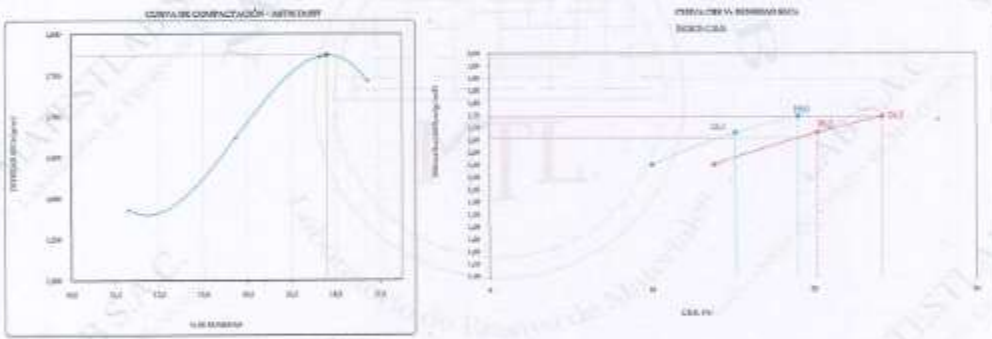
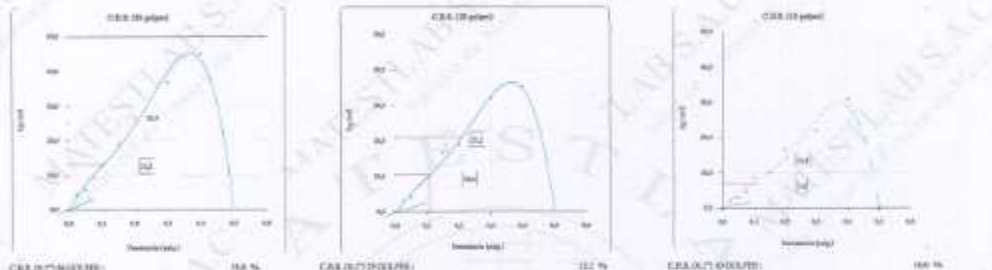
COMENTARIOS:
 * Muestra enviada al campo por el solicitante y controlada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC Nº 2004126672 NICOLLE CUMBRA BARRETO GERENTE GENERAL
--	---	---

	FORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Fecha: 2021/06
			Págs: 01
			Año: 2021
			Folio: 1 de 1
PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021	SECCION:	MTS - 000 - EN - 01
CLIENTE	JORDAN MATHEUS FARIAS JAVIER	REVISADO POR	MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DEL PROYECTO	ESTACIONES DE LA RUTA EN MATESTLAB S.A.C.	ANALIZADO POR	HENRY W. FLORES
MATERIAL	MATERIAL PROYECTO - PAVIMENTO	FECHA DE ELABORACIÓN	2021/06
IDENTIFICACION DE MUESTRA	MATERIAL PROYECTO - PAVIMENTO	TIPO DE MUESTRA	Simple
GRUPO DE CALIFICACIÓN	01	IMPRESIÓN	1
Nº DE MUESTRA	1	FECHA	2021
PROBLEMA	1	USUARIO	00000

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - ASTM D1557

Datos de muestra: Muestra Densidad Seca: 1.770 g/cm³ (Optimo Contenido de Humedad: 16.5 %)
 Muestra Densidad Seca al 100%: 1.622 g/cm³



CONSIDERACIONES:
 * Muestra ensayada en campo por el laboratorio y controlada por el personal de MATESTLAB SAC

 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20604708172 NICOLE CLUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--	--

	INFORME	Código	CP-00-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Verifica	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO Nº	MTC - LEM-15-91
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS SAIPARI APARCO	MONITOREADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ELABORADO POR	EL CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 2% CAL + 1% ACEITE	FECHA DE ENSAYO	20/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + 2% CAL + 1% ACEITE	TÍTULO	Barro
SONDAGE / CALICATA	D-1	PROFUNDIDAD	---
Nº DE MUESTRA	---	NOMBRE	---
PROGRESIVA	---	SECC	---
		COTA	---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Muestra Nº	1	2	3
Número de golpes	5	10	15
Alcance de golpe	24	25	18
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,424	12,961	11,317
Peso molde (gr.)	7,614	7,381	7,742
Peso suelo solo (gr.)	4,810	5,580	3,575
Volumen del molde (cm ³)	3,228	3,284	3,228
Densidad húmeda (gr./cm ³)	1,489	1,700	1,111
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,000	1,254	1,718

CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3
Peso de tara (gr.)	75,2	85,4	75,8
Tara + suelo húmedo (gr.)	316,5	411,9	497,3
Tara + suelo seco (gr.)	48,5	77,5	497,3
Peso de agua (gr.)	44,2	34,4	48,9
Peso de suelo seco (gr.)	134,3	281,1	366,6
Humedad (%)	33,4	14,0	13,4

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Inflado	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-may	11:00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28-may	11:00	24	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29-may	11:00	48	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-may	11:00	72	0,07	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31-may	11:00	96	0,09	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00

PENETRACIÓN

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo Nº 5				Módulo Nº 10				Módulo Nº 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		57	4,1			69	5,0			85	6,4		
0,050		120	9,0			100	7,5			120	9,0		
0,075		180	13,5			172	12,8			180	13,5		
0,100	70,000	275	19,6	13,5	89,3	204	15,3	19,9	15,6	197	14,5	6,9	
0,150		400	28,0			270	20,2			270	20,2		
0,200	100,000	510	35,7	29,0	24,8	477	35,5	21,5	38,8	510	35,7	18,9	
0,300		770	53,9			660	49,5			670	49,5		
0,400		951	67,6			830	62,2			920	67,5		
0,500													

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y preparada por el personal de Matestlab SAC.

 TERCERO - LIMA  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. JEF. LIMA  HENRIKAL SANTAGO FLORES INGENIERO CIVIL RUT. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	CDC - LIMA  MATESTLAB S.A.C. RUT. CIP Nº 205749 NICOLLE SHIFF BARRETO GERENTE DE CDT
--	--	---

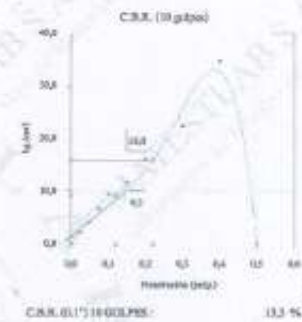
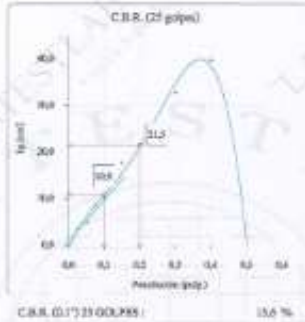
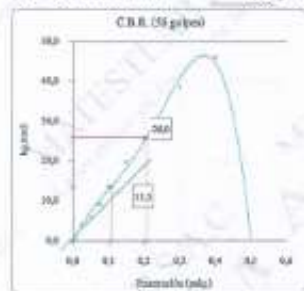
	INFORME	Código	CB-PO-01
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Variable	01
		Fecha	05-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPIUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	INSTRUMENTO	MTL-LIM-ES-02
VEHICULAR	-ORDEN MATRÉS NAUPARI APARCO	MANTENIMIENTO POR	MATESTLAB S.A.C
DIRECCIÓN DE PROYECTO	-INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C	ENSAYADOR POR	D. CASTILLO
MATERIAL	-MATERIAL PROFEO + 2% CAL + 3% ACEITE	UNIDAD DE ENSAYO	300x300x300
IDENTIFICACIÓN DE MUE	-MATERIAL PROFEO + 2% CAL + 3% ACEITE	TURNO	Diurno
BORDAR / CALICATA	10-1	PROFUNDIDAD	100
N° DE MUESTRA	---	DIRECCIÓN	---
PROCESO	---	CORRECCIÓN	---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ATM DIBES

Datos de ensayo:
Máxima Densidad Húmeda: 1,990 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 85%: 1,832 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 13,3 %



OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el subcontratista y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C

MATESTLAB S.A.C		
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>MATESTLAB S.A.C RUC 20204730072</p> <p>NICOLLE CLAYIA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

	INFORME	Código	CS-PO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LEM - TS - 02
ENCARGADO	JORDAN MATHEUS BALPARI APARCO	REGISTRADO POR	MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	EMISADO POR	D-CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROFUNDO + 2% CAL + 2% ACEITE	FECHA DE ENSAYO	28/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA		TURNO	Diurno
CONDICIÓN / CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.00
N° DE MUESTRA	1.00	NORTE	1.00
PROGRESIVA	1.00	ESTE	1.00
		OESTE	1.00

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Módulo N°	2	10	15				
Número de capas	2	5	7				
Número de golpes	36	25	10				
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	12,389		12,383		11,999		
Peso molde (gr.)	7,614		7,791		7,762		
Peso suelo compactado (gr.)	4,775		4,594		4,236		
Volumen del molde (cm ³)	2,326		2,294		2,128		
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,044		2,003		1,950		
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,830		1,788		1,852		


CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	90,0		71,4		70,4		
Tara + suelo húmedo (gr.)	402,4		402,0		401,1		
Tara + suelo seco (gr.)	441,5		394,9		411,2		
Peso de agua (gr.)	41,3		35,7		40,9		
Peso de suelo seco (gr.)	351,5		294,3		342,9		
Humedad (%)	11,7		12,1		11,9		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-may	11:00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29-may	11:00	24	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30-may	11:00	48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31-may	11:00	72	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01-jun	11:00	96	0,09	0,00	0,00	0,11	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00

Penetración (mm)	Carga (kg/cm ²)	Módulo N° 5				Módulo N° 10				Módulo N° 15			
		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión	
		kg	mm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	mm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	mm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		40	4,7			70	5,6			50	3,5		
0,050		110	6,7			110	5,8			71	3,5		
0,075		200	10,2			100	0,8			92	4,4		
0,100	70,000	280	14,4	15,0	21,4	220	11,2	12,3	15,9	180	8,9	8,0	11,4
0,150		400	20,2			320	16,4			238	11,8		
0,200	100,000	514	25,4	27,5	26,2	400	21,2	21,3	22,2	342	16,9	15,3	14,8
0,300		790	36,1			482	33,8			400	24,5		
0,400		920	47,0			610	46,4			483	33,8		
0,500			0,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC.

 TECNICO - LEM  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. 2021 / LEM  HENRYAN SAMIR FLORES INGENIERO CIVIL Reg. OIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	OIC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 2007020172 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--	---

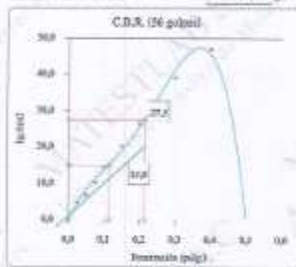
	INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Código	CB-00-01
		Versión	01
		Fecha	10-05-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2% Y 4% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021	REGISTRO Nº	MTL-L04-TN-10
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO	ELABORADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UNIDAD DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 2% CAL + 2% ACEITE	FECHA DE ENSAYO	28/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	MATERIAL PROPIO + 2% CAL + 2% ACEITE	TURNO	Día
SONDAJE / CALCATA	1-5-1	FRECUENCIA	1-1-1
Nº DE MUESTRA	1-1-1	PROFUNDIDAD	1-1-1
PROGRESIVA	1-1-1	TARE	1-1-1
		CEBIA	1-1-1

ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

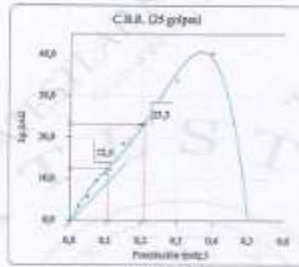
Datos de ensayos

Máxima Densidad Seca $1,830 \text{ gr./cm}^3$
Máxima Densidad Seca al 05% $1,728 \text{ gr./cm}^3$

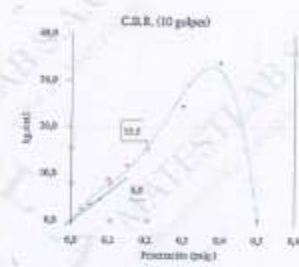
Óptimo Contenido de Humedad $12,0 \%$



C.B.R. (56) 50 GOLPES: $21,4 \%$

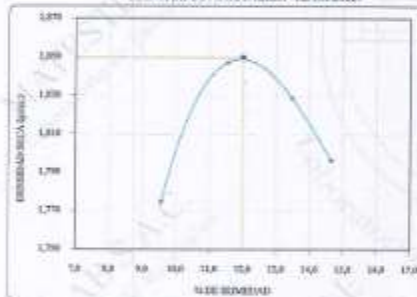


C.B.R. (25) 25 GOLPES: $17,9 \%$



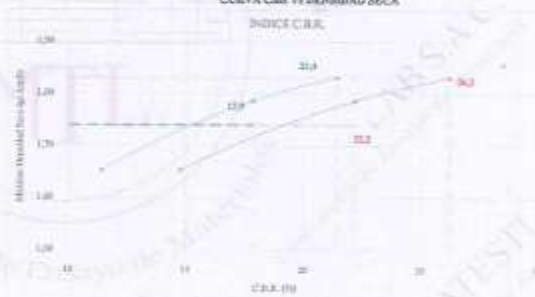
C.B.R. (10) 10 GOLPES: $11,4 \%$

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 5.7% $21,4 \%$
C.B.R. (95% M.D.S.) 4.1% $17,9 \%$

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 5.7% $21,4 \%$
C.B.R. (95% M.D.S.) 4.1% $17,9 \%$

OBSERVACIONES:

- Muestras extraídas en campo por el solicitante y ensayadas por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - L034	2021 - 1734	COC - L034
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC Nº 201001000000000 RODOLFO GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-10-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTL - LEM - 09 - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS RAU-PARI APARCO	ELABORADO POR	MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PRUEBA	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	ELABORADO POR	EL CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 2% CAL + 3% ACEITE	FECHA DE ENVÍO	28/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + 2% CAL + 3% ACEITE	TURNO	Diurno
SONDAS / CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.00
N° DE MUESTRA	1.00	NORTE	2.00
PROGRESIVA	1.00	ESTE	2.00
		OCEA	1.00

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	1		2		3	
Número de capas	3		3		3	
Número de golpes	20		20		20	
Condiciones de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso seco = anillo (gr.)	17,397		17,372		17,099	
Peso mojado (gr.)	7,694		7,791		7,742	
Peso seco compactado (gr.)	4,781		4,581		5,934	
Volumen del molde (cm ³)	2,326		2,284		2,329	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,055		1,997		1,824	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,839		1,770		1,619	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de agua (gr.)	91,3		76,9		91,4	
Tasa = agua húmedo (gr.)	463,3		402,1		463,3	
Tasa = agua seco (gr.)	422,1		416,0		422,3	
Peso de agua (gr.)	46,7		46,3		41,5	
Peso de suelo seco (gr.)	336,6		360,1		321,9	
Humedad (%)	12,3		12,8		12,9	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Diel	Expansión		Diel	Expansión		Diel	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
28-may	12:00	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29-may	12:00	24	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
30-may	12:00	48	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
31-may	12:00	72	0,07	0,00	0,00	0,08	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
01-jun	12:00	96	0,09	0,00	0,00	0,11	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00

Penetración	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 5				Molde N° 10				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		100	3,0			85	4,7			70	5,9		
0,050		142	7,0			122	6,5			85	4,2		
0,075		216	10,7			189	9,4			116	5,7		
0,100	70,000	280	14,1	10,3	23,6	234	11,9	13,4	18,1	208	9,9	11,2	16,0
0,150		476	23,8			380	18,8			262	13,6		
0,200	105,000	570	28,2	30,0	28,6	469	24,7	26,3	28,0	324	16,5	20,5	19,8
0,300		826	40,9			582	34,0			421	25,7		
0,400		1188	58,3			680	43,0			508	34,7		
0,500			0,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:

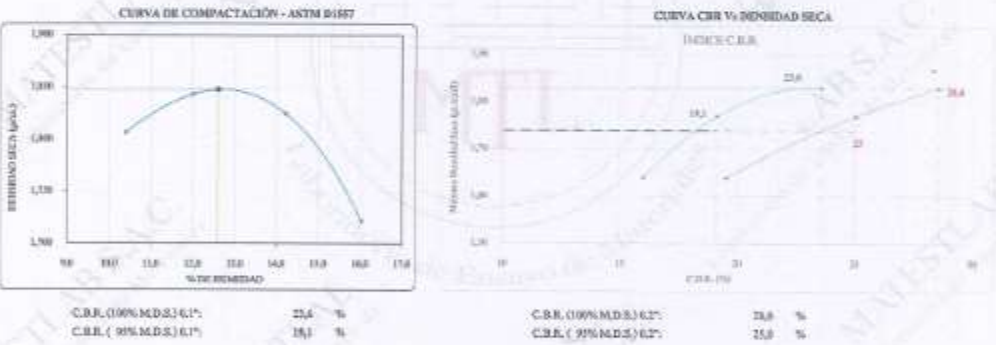
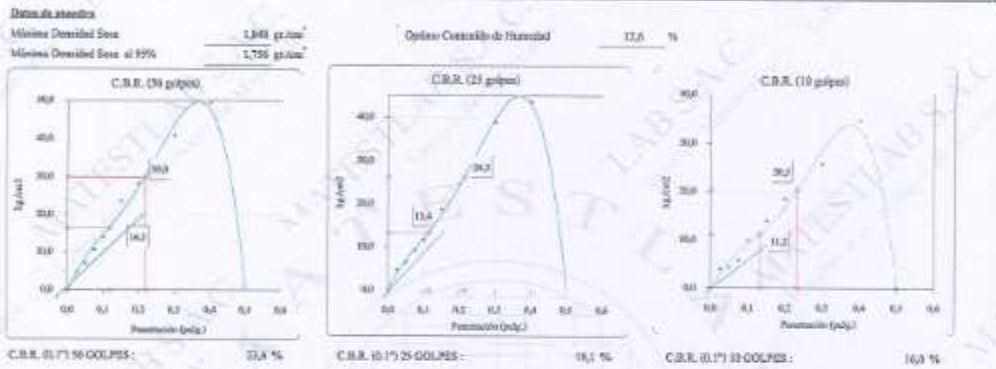
* Muestra tomada en campo por el asistente y empujada por el personal de Matestlab SAC

MATESTLAB S.A.C.		
YMACO-LIMA	LIMA-LIMA	CPC-LIMA
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL RUC. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 2004203272 NICOLE CARMEN BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CE-FO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Variable	01
		Fecha	07-05-2021
		Páginas	1 de 1

PROPÓSITO	: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	RESISTIVO (P)	MTL-LRM-18-K
ELABORANTE	: JORDAN MATHÉUS SÁLMELI APARCO	MUNIFICADO POR	MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	PREPARADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	: MATERIAL PROPIO + INICAL + FINACETE	FECHA DE EMBAJO	20/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUE	: MATERIAL PROPIO + INICAL + FINACETE	TURNO	18:00h
SINDOJE / CALICATA	: C-1	PROFUNDIDAD	100
Nº DE MUESTRA	: 100	NORTE	100
PROGRESIVA	: 100	SURTE	100
		CURVA	100

**ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
* Muestra ensada en campo por el seleccioner y ensayada por el personal de Mateslab SAC

MATESTLAB SAC		
TECNICO - LRM	ELABORADO POR	COD - LRM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 200726972 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Código	CS-PO-02
		Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	: PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MAXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	REGISTRO N°	NTL - LEM - TS - 02
SOLICITANTE	: JORDAN MATEUS RUIPARI APARCO	REGISTRADO POR	MATESLAB SAC
UBICACION DE PROYECTO	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESLAB SAC	ENVIADO POR	EL CASTILLO
MATERIAL	: MATERIAL PROPO + #SCAL + #ACEITE	FECHA DE ENVÍO	31/05/2021
IDENTIFICACION DE MUESTRA	: (MATERIAL PROPO + #SCAL + #ACEITE)	TIRADO	22cm
SONDAGE / CALCATA	: C-1	PROFUNDIDAD	2 cm
N° DE MUESTRA		NORMA	200
PROGRESIVA	1 cm	ESTE	2.1
		COSTA	2 cm

ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)						
Módulo N°	1	2	3	4	5	6
Número de capas	1	1	1	1	1	1
Número de golpes	10	25	25	25	25	25
Condiciones de la muestra:	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + mezcla (gr.)	11,208	12,413	11,851	11,851	11,851	11,851
Peso molde (gr.)	4,944	7,091	4,789	4,789	4,789	4,789
Peso molde compactado (gr.)	4,944	4,822	4,789	4,789	4,789	4,789
Volumen del molde (cm ³)	2,326	2,294	2,138	2,138	2,138	2,138
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,140	2,102	1,954	1,954	1,954	1,954
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,900	1,855	1,731	1,731	1,731	1,731

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de lata (gr.)	16,7	14,8	15,4	15,4	15,4	15,4
Tara + suelo húmedo (gr.)	452,7	456,9	461,2	461,2	461,2	461,2
Tara + suelo seco (gr.)	411,2	405,3	414,1	414,1	414,1	414,1
Peso de agua (gr.)	41,5	41,6	47,1	47,1	47,1	47,1
Peso de suelo seco (gr.)	370,7	363,7	367,0	367,0	367,0	367,0
Humedad (%)	11,2	11,4	12,8	12,8	12,8	12,8

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Día	Expansión		Día	Expansión		Día	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
01-may	11:00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01-jun	11:00	24	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
02-jun	11:00	48	0,06	0,00	0,34	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
03-jun	11:00	72	0,07	0,00	0,39	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
04-jun	11:00	96	0,09	0,00	0,11	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo N° 5				Módulo N° 10				Módulo N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		46	4,5			72	3,9			45	3,2		
0,050		131	5,9			165	5,2			80	4,7		
0,075		182	8,0			200	7,4			112	6,0		
0,100	70,000	270	12,4	14,0	24,0	215	10,0	11,7	24,7	182	8,3	9,6	13,7
0,150		382	18,0			340	17,0			270	12,4		
0,200	100,000	465	24,5	25,5	24,7	440	21,2	22,5	31,4	370	18,5	17,8	17,8
0,300		726	35,9			640	32,1			530	24,5		
0,400		900	44,6			820	40,6			730	33,8		
0,500			0,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y entregada por el personal de Mateslab S.A.C.

 <p>TRUJILLO - LIMA</p>	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESLAB S.A.C.</p>	 <p>COC - LIMA</p> <p>NICOLE CLARA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
--	--	---

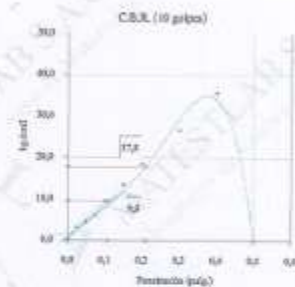
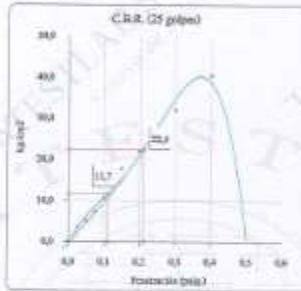
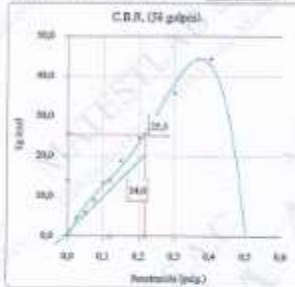
	INFORME	Código:	CB-PO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión:	01
		Fecha:	07-05-2021
		Página:	1 de 2
PROYECTO:	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021.	NUMERO DE:	MTL-LAN-75-22
SOLICITANTE:	JORDAN MATHEUS SAUPARI APARCO	ENCARGADO DE:	MATESTLAB S.A.C.
UBICACION DE PROYECTO:	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	INSTAADO POR:	D. CASTILLO
MATERIAL:	MATERIAL PROPIO + FENCAL + FENACEITE	FECHA DE EMISIÓN:	10/05/2021
IDENTIFICACION DE MUE:	MATERIAL PROPIO + FENCAL + FENACEITE	TURNO:	Diurno
NOMENCL. / CALICATA:	1-C-1	PROFUNDIDAD:	1 cm
N° DE MUESTRA:	1	NOVEN:	1
PROGRESIVA:	1	DETE:	1
		COCTA:	1

**ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557**

Datos de muestra:

Máxima Densidad Seca: 1,920 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95%: 1,824 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad: 12,1 %



OBSERVACIONES:

* Muestra tomada en campo por el solicitante y analizada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TECNICO - LIMA	DIR. - LIMA	CCC - LIMA
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY V. SANJAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20204736672 NICOLE GUINPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-PO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	03-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	REGISTRO N°	MTE - LEM - 75 - 82
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO	ENSAYADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	ELCARTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + ARCIL + INCALES	FECHA DE ENSAYO	03/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + ARCIL + INCALES	TURNO	Diurno
BOMBAJE / CALCATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.00
N° DE MUESTRA	1.00	SECTE	1.00
PROGRESIVA	1.00	SETE	1.00
		CONTA	1.00

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Módulo N°	1	2	3	4	5	6
Número de capas	1	1	1	1	1	1
Número de golpes	25	25	25	25	25	25
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo (gr.)	12,309		12,323		11,793	
Peso molde (gr.)	7,614		7,591		7,742	
Peso suelo compactado (gr.)	4,703		4,502		3,988	
Volumen del molde (cm ³)	2,294		2,294		2,328	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,057		1,989		1,885	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,943		1,774		1,668	


CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de agua (gr.)	54,2		61,2		71,4	
Tara + suelo húmedo (gr.)	488,2		473,8		434,8	
Tara + suelo seco (gr.)	373,7		387,9		373,2	
Peso de agua (gr.)	34,5		33,9		35,6	
Peso de suelo seco (gr.)	287,5		284,7		301,8	
Humedad (%)	11,8		12,3		11,8	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Espesura		Dial	Espesura	
				mm	%		mm	%		mm	%
27-may	11:00	0	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01-jun	11:00	24	0,48	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03-jun	11:00	48	0,54	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03-jun	11:00	72	0,57	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04-jun	11:00	96	0,59	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00

Penetración (psi)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo N° 5				Módulo N° 10				Módulo N° 15			
		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión		Carga		Corrosión	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		94	4,7			60	4,0			40	3,0		
0,050		125	6,3			115	5,3			67	4,0		
0,075		165	8,3			175	8,3			115	5,7		
0,100	70,000	200	11,0	15,0	21,4	230	11,4	17,0	18,4	175	8,5	12,1	
0,150		400	19,8			171	10,4			262	12,9		
0,200	105,000	500	24,9	27,0	25,7	400	20,0	24,0	22,9	360	17,8	16,5	
0,300		740	36,7			675	33,8			430	20,1		
0,400		912	45,3			642	31,7			500	25,0		
0,500			0,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de MATESTLAB S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
	 <p>HENRY DE SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

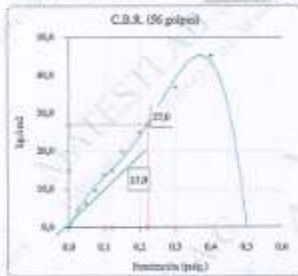
	INFORME	Código	CS-PO-02
	VALOR DE SOPORTE BS CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-09-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO:	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR (ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021)	SEDEÑO 3P:	MTL - LEM - TS - 02
MOLESTARIO:	JORDAN MATEUS SÁNCHEZ AFANCO	MUESTREO POR:	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO:	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ELABORADO POR:	D. CASTELLO
MATERIAL:	MATERIAL PROPIO + FICAL + 2% ACEITE	FECHA DE ENSAYO:	01/09/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUI:	MATERIAL PROPIO + FICAL + 2% ACEITE	TURNO:	Diurno
SONDAR / CALICATA:	C-1	PROFUNDIDAD:	100
Nº DE MUESTRA:	---	NORMA:	100
PROGRESIVA:	---	DATE:	100
		COUNT:	100

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

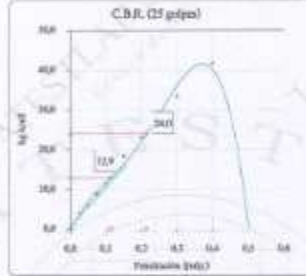
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca: 1,857 gr/cm³
Máxima Densidad Seca a 91%: 1,764 gr/cm³

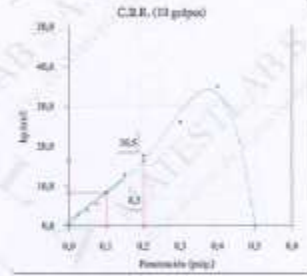
Óptimo Contenido de Humedad: 11,9 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES: 33.4 %



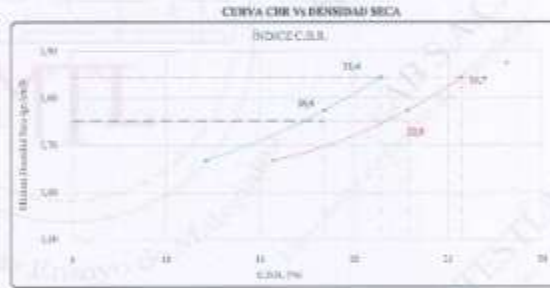
C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 16.4 %



C.B.R. (0.1") 10 GOLPES: 12.1 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 33.4 %
C.B.R. (91% M.D.S.) 0.1": 16.4 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 33.4 %
C.B.R. (91% M.D.S.) 0.1": 16.4 %

OBSERVACIONES
* Muestra tomada in situ por el solicitante y preparada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LEM	EJE - TS	CCE - LEM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY V. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. P.O. BOX 2000-700072 NICOLÉE CUMBRE BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-FC-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-03-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021	REGISTRO Nº	MTL - LEN - 79 - 12
SOLICITANTE	JORDAN MATEUS NAUPARI APARCO	ANALIZADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENVIADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 6% CAL + 2% ACEITE	FECHA DE ENVÍO	31/03/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + 6% CAL + 2% ACEITE	TURNO	Diurno
SONDAGE / CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1 -
Nº DE MUESTRA	1 -	NORTE	1 -
PROCESIVA	1 -	SUR	1 -
		ESTE	1 -
		OESTE	1 -

ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Muestra Nº	1	2	3	4	5	6
Número de golpes	5	10	15	20	25	30
Número de golpes	5	10	15	20	25	30
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + molde (gr.)	12,426	12,369	11,713	11,713	11,713	11,713
Peso molde (gr.)	5,614	7,791	7,742	7,742	7,742	7,742
Peso suelo ampatado (gr.)	4,812	4,579	3,971	3,971	3,971	3,971
Volumen del molde (cm ³)	3,326	3,384	3,138	3,138	3,138	3,138
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,989	1,996	1,599	1,599	1,599	1,599
Densidad seca (gr./cm ³)	1,947	1,774	1,637	1,637	1,637	1,637

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	91,8	91,3	90,2	90,2	90,2	90,2
Tara + suelo húmedo (gr.)	407,3	424,7	411,8	411,8	411,8	411,8
Tara + suelo seco (gr.)	371,9	384,7	377,4	377,4	377,4	377,4
Peso de agua (gr.)	35,8	39,2	34,4	34,4	34,4	34,4
Peso de suelo seco (gr.)	286,1	314,2	312,2	312,2	312,2	312,2
Humedad (%)	12,0	12,5	12,2	12,2	12,2	12,2

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dist	Expansión		Dist	Expansión		Dist	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
31-may	11:00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01-jun	11:00	24	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02-jun	11:00	48	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03-jun	11:00	72	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
04-jun	11:00	96	0,25	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo Nº 5				Módulo Nº 10				Módulo Nº 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,303	100	3,0			0,303	4,1			0,303	3,5			
0,350	140	4,0			0,350	6,1			0,350	4,8			
0,475	210	10,0			0,475	10,2			0,475	6,8			
0,600	300	14,0	16,8	24,0	0,600	11,9	13,8	18,3	0,600	10,0	11,2	14,0	
0,750	415	20,5	24,5	30,0	0,750	16,0	18,0	24,0	0,750	14,5	16,5	21,0	
0,900	540	26,7	29,2	37,0	0,900	23,0	24,0	30,4	0,900	18,0	20,2	24,2	
0,900	771	38,2	40,0	48,0	0,900	34,0	36,0	45,0	0,900	27,0	30,0	36,0	
0,900	947	46,8	48,0	57,0	0,900	42,0	44,0	54,0	0,900	33,0	36,0	44,0	
0,900	1123	57,8	58,0	70,0	0,900	51,0	53,0	66,0	0,900	40,0	44,0	54,0	

OBSERVACIONES:

* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LEM	ING. CIVIL	GEC - LEM
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Matestlab	 HENRY AL. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20541766973 NICOLÉE O. BARRETO GERENTE GENERAL

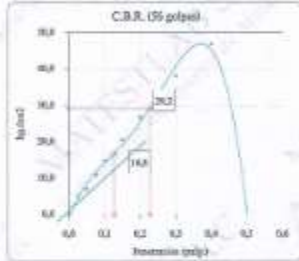
INFORME		Código	CS-PC-02
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	SISTEMA N°	MTL - LEM - 78 - 82
ENCARGANTE	JORDAN MATEUS RAUPAHU APARCO	ELABORADO POR	MATESLAB S.A.C
DIRECCIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESLAB S.A.C	ENVIADO POR	D CASTELLO
MEDIDAS	MATERIAL PROPIO + FUSCAL + FNAACEITE	FECHA DE ENVÍO	21/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUI	MATERIAL PROPIO + FUSCAL + FNAACEITE	TUBO	Duros
SONDAJE / CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1' - 0"
N° DE MUESTRA	---	NORMA	1' - 0"
PROGRESIVA	---	DATE	1' - 0"
		COCTA	1' - 0"

ENSAJO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

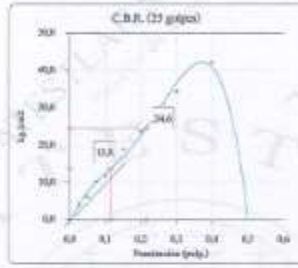
Datos de ensayos

Mínima Densidad Seca: 1,820 gr./cm³
Máxima Densidad Seca: 2,155 gr./cm³

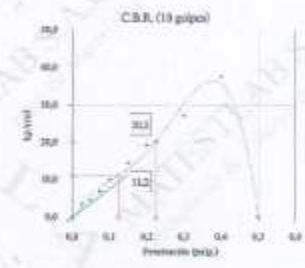
Óptimo Contenido de Humedad: 12,3 %



C.B.R. (55) 50 GOLPES: 24,0 %

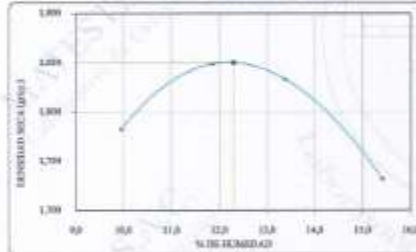


C.B.R. (25) 25 GOLPES: 19,7 %

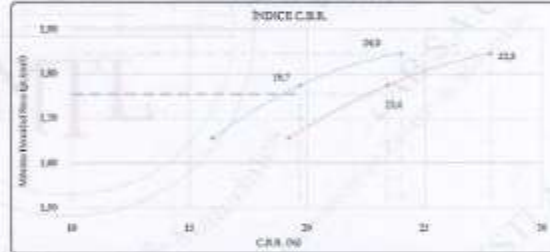


C.B.R. (10) 10 GOLPES: 16,0 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES

* Muestra tomada en campo por el solicitante y enviada por el personal de Mateslab S.A.C

MATESLAB S.A.C		
TECNICO - LEM	COORDINADOR	CCO - LEM
		
 MATESLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayos de Suelos	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 203749 MATESLAB S.A.C.	MATESLAB S.A.C. RUC 20201726972 NICOLE COMBA SAPRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-PO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-15-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTC - LEM - TS - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	MATESTLAB S.A.C.
ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENVIADO POR	SUCASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + FUSCAL + 1%ACEITE	FECHA DE ENVÍO	07/15/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + FUSCAL + 1%ACEITE	TURNO	Diurno
SONDAS / CALCATA	1.0"±	PROFUNDIDAD	1.00
N° DE MUESTRA	1.00	NGRTE	1.00
PROGRESIVA	1.00	SETE	1.00
		COORD	1.00

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557**

Molde N°	CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)					
	Molde N° 5		Molde N° 10		Molde N° 15	
Número de capas	3		3		3	
Número de golpes	25		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,549		11,608		11,912	
Peso molde (gr.)	7,614		7,791		7,762	
Peso suelo compactado (gr.)	4,935		4,817		4,150	
Volumen del molde (cm ³)	2,326		2,394		2,328	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,126		2,186		1,785	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1,898		1,937		1,676	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)	82,3		72,8		80,7	
Tara + suelo húmedo (gr.)	432,8		420,2		422,8	
Tara + suelo seco (gr.)	393,7		397,5		391,2	
Peso de agua (gr.)	39,1		41,6		61,6	
Peso de suelo seco (gr.)	304,7		315,2		318,5	
Humedad (%)	12,7		13,2		19,9	

EXPANSIÓN												
Fecha	Hora	Tiempo	Diel	Expansión			Diel			Expansión		
				mm	%	%	mm	%	%	mm	%	%
01-jun	11:00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
02-jun	11:00	24	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	
03-jun	11:00	48	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	
04-jun	11:00	72	0,07	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	
05-jun	11:00	96	0,09	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 5				Molde N° 10				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,075		100	5,0			33	4,1			44	3,3		
0,150		130	5,9			47	4,7			79	5,8		
0,300		200	8,9			177	8,3			130	5,9		
0,450	30,000	260	13,3	14,6	20,9	217	16,7	11,8	16,9	166	12,2	9,0	12,9
0,600		317	18,8			391	17,4			217	16,7		
0,750	105,000	387	25,9	24,0	24,8	415	26,3	21,8	28,4	318	15,3	16,3	18,5
0,900		421	35,7			627	31,4			489	31,2		
0,400		418	45,4			763	38,3			526	39,0		
0,500			8,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y enviada por el personal de Matestlab S.A.C.

 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg./CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20064786972 NICOLLET CUSIBARROTO GERENTE GENERAL
---	--	--

INFORME		Código	CS-FC-02
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	02
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	: PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	PROYECTO N°	: MTL - LBN - 75 - 23
COLABORANTE	: JORDAN MATHEUS RAÚPARI APASCO	ELABORADO POR	: MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DEL PROYECTO	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ELABORADO POR	: D. CASTELLO
MATERIAS	: MATERIAL PROPIO + #FICAL + #NACEITE	FECHA DE ENSAYO	: 01/05/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	: MATERIAL PROPIO + #FICAL + #NACEITE	TÍTULO	: Densidad
SONDARE / CALICATA	: C-1	PROPÓSITO	: 1.1.1
N° DE MUESTRA	: 1.1.1	NORMA	: 1.1.1
PROGRESIVA	: 1.1.1	DATE	: 1.1.1
		CENSA	: 1.1.1

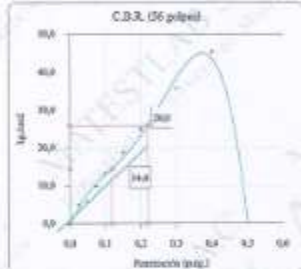
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

Unidades de medida

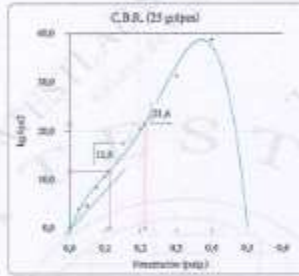
Máxima Densidad Seca: 1.92 gr/cm³

Máxima Densidad Seca al 95%: 1.855 gr/cm³

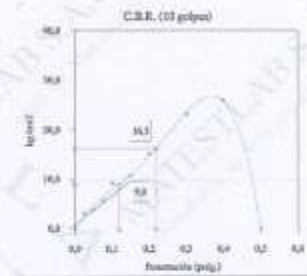
Óptimo Contenido de Humedad: 11.0 %



C.B.R. (156) 54 GOLPES: 20.9 %

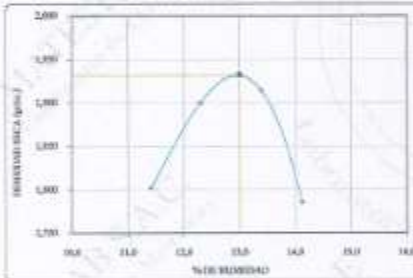


C.B.R. (25) 25 GOLPES: 16.9 %



C.B.R. (10) 10 GOLPES: 12.5 %

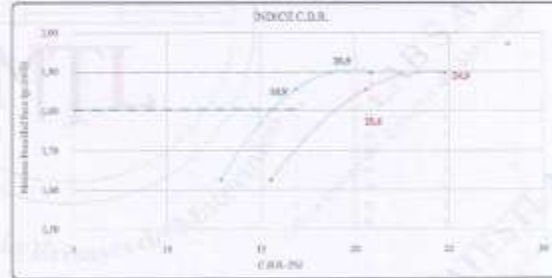
CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) (1.1) 20.9 %

C.B.R. (95% M.D.S.) (1.1) 16.9 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) (1.1) 20.9 %

C.B.R. (95% M.D.S.) (1.1) 16.9 %

OBSERVACIONES

- Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TÉCNICO - LBN	075 - LBN	CCC - LBN
		
MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC 200878923 NICOLLE LUJÁN BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	CS-F0-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	01-10-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROPUESTA DEL MEJORAMIENTO DEL MATERIAL PROPIO USANDO CAL AL 2%, 4% Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% PARA SU ESTABILIZACIÓN. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO Nº	MTL - LEM - 16 - 03
REALIZANTE	JORDAN MATHEUS SAGPARA APARCO	HUBUNDO POR	MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + 4% CAL + 2% ACEITE	FECHA DE ENSAYO	03/02/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MATERIAL PROPIO + 4% CAL + 2% ACEITE	TURNO	Diurno
SONDAR / CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.00
Nº DE MUESTRA	---	NORTE	1.00
PROGRESIVA	---	ESTE	1.00
		OESTE	1.00

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Módulo Nº	3		10		15		
Número de capas	5		2		3		
Número de golpes	20		20		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso molde + arena (gr.)	11,441		11,344		11,759		
Peso molde (gr.)	7,814		7,791		7,762		
Peso suelo compactado (gr.)	4,327		4,553		3,997		
Volumen del molde (cm ³)	3,326		3,384		3,328		
Densidad húmeda (gr./cm ³)	3,075		1,985		1,379		
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,370		1,778		1,967		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	92,3		92,3		92,3		
Tara + suelo húmedo (gr.)	413,2		402,9		429,7		
Tara + suelo seco (gr.)	386,0		371,3		386,5		
Peso de agua (gr.)	32,2		34,1		35,8		
Peso de suelo seco (gr.)	285,2		297,9		315,3		
Humedad (%)	11,3		11,4		11,3		

EXPANSIÓN												
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión			Expansión			Expansión		
				mm	%		mm	%		mm	%	
01-jun	11:00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
02-jun	11:00	24	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
03-jun	11:00	48	0,26	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	
04-jun	11:00	72	0,07	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	
05-jun	11:00	96	0,09	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	

Penetración (gr./g.)	Carga Standard (gr/cm ²)	Módulo Nº 5				Módulo Nº 10				Módulo Nº 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	mm	CBR %	kg	kg/cm ²	mm	CBR %	kg	kg/cm ²	mm	CBR %
0,025		101	8,1			81	4,6			67	3,3		
0,050		132	8,5			108	5,1			79	3,9		
0,075		218	10,6			190	8,4			120	5,9		
0,100	70,000	289	14,3	14,3	20,3	241	11,9	13,5	19,3	201	9,9	10,0	14,3
0,150		403	19,8			326	16,8			278	13,8		
0,200	105,000	321	25,8	25,0	26,7	449	22,2	24,2	23,8	396	19,3	20,7	19,8
0,300		742	26,7			674	33,4			581	29,3		
0,400		971	46,1			823	40,4			711	37,3		
0,500			0,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

 TÉCNICO - LEM MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HPP - LEM HENRY DE SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL F.P.C. CIP Nº 205749 MATESTLAB S.A.C.	 OJC - LEM MATESTLAB S.A.C. PUC 20073832 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
--	---	--

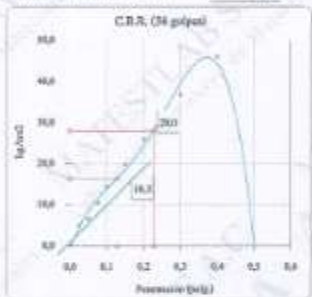
INFORME		Código	CB-70-02
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Variable	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1
PROYECTO	: PROPUESTA DEL MEJORAMIENTO DEL MATERIAL PROPIO USANDO CAL AL 2%, 4% Y 6% Y ACEITE	REGISTRO N°	MIL - LEM - TS - 02
	: RELANZADO AL 15% Y 2% PARA SU ESTABILIZACION , LIMA NORTE DEL.	MEJORADO POR	MATESTLAB SAC
CLIENTE	: JORDAN MATHEUS SALDARI APARCO	ENSAYADO POR	E. CASTELLO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	01/06/2021
MATERIAL	: MATERIAL PROPIO + ÓXCAL + 2% ACEITE	TÉRMINO	Días
IDENTIFICACIÓN DE MUI	: MATERIAL PROPIO + ÓXCAL + 2% ACEITE	HUMEDAD	1 --
BONDURE / CALICATA	: C-1	NORTE	1 --
N° DE MUESTRA	: 1 --	ESTE	1 --
PROGRESIVA	: 1 --	COSTA	1 --

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

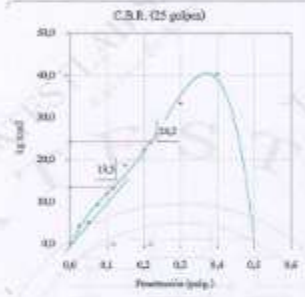
Datos de ensayo

Máxima Densidad Seca 1.602 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% 1.700 gr/cm³

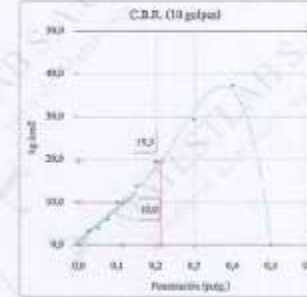
Óptimo Contenido de Humedad 11.6 %



C.B.R. (0.1") 34 GOLPES: 25.3 %

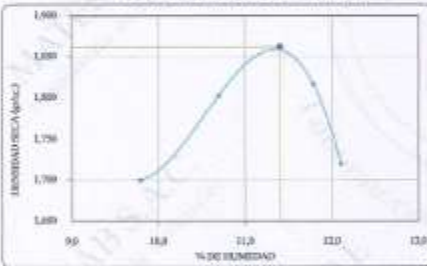


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 19.3 %



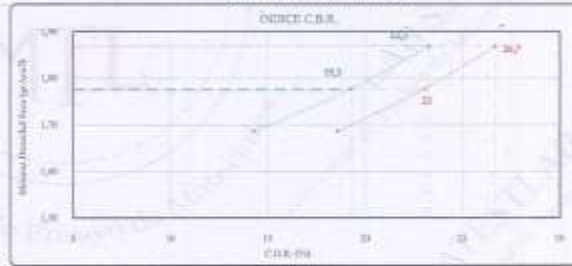
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES: 14.3 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 25.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 19.3 %

CURVA CBR VS DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 26.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 23.0 %

OBSERVACIONES:

* Intercala tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab SAC

MATESTLAB S.A.C.		
 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL ROL. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 NICOLL & CURPA BARRETO GERENTE GENERAL	DDC - L136

	INFORME	Código	CS-FO-02
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR	Versión	01
		Fecha	07-05-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	PROYECTO DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3% LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MTE - LEM - TS - 92
SOLICITANTE	JORDAN MATHEUS NAUPARI APARCO	MUESTREADO POR	MATESTLAB S.A.C.
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	D. CASTELLO
MATERIAL	MATERIAL PROPIO + ESCAL + INSCRIE	FECHA DE ENSAYO	03/06/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTREA	MATERIAL PROPIO + ESCAL + INSCRIE	TURNO	Diurno
SORDAJE / CALICATA	C-1	PROFUNDIDAD	1.00
N° DE MUESTRA	---	NORTE	1.00
FRECUENCIA	---	ESTE	1.00
		OCCIDENTE	1.00

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D188**

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Módulo N°	3		10		15		
Número de capas	2		2		3		
Número de golpes	50		25		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso sartén + molde (gr.)	12,480		12,430		11,790		
Peso molde (gr.)	7,614		7,791		7,762		
Peso sartén compactado (gr.)	4,846		4,625		4,000		
Volumen del molde (cm ³)	3,026		3,294		2,120		
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,003		2,014		1,883		
Densidad seca (gr./cm ³)	1,965		1,797		1,682		

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de agua (gr.)	32,4		70,2
Tarifa + molde húmedo (gr.)	425,8		413,5
Tarifa + molde seco (gr.)	393,7		376,1
Peso de agua (gr.)	34,0		36,4
Peso de suelo seco (gr.)	298,3		291,1
Humedad (%)	11,7		12,5

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Diel	Expansión		Diel	Densidad		Diel	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
01-jun	11:00	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02-jun	11:00	24	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03-jun	11:00	48	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04-jun	11:00	72	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05-jun	11:00	96	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm ²)	Módulo N° 5				Módulo N° 10				Módulo N° 15			
		Carga		Conversión		Carga		Conversión		Carga		Conversión	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0,025		104	5,1			91	4,3			77	2,9		
0,050		142	7,0			118	5,8			90	4,2		
0,075		225	11,1			200	9,9			142	7,0		
0,100	70,000	313	15,4	17,8	25,4	225	11,2	14,5	20,7	218	10,8	12,2	17,4
0,150		426	21,1			301	14,6			268	13,2		
0,200	105,000	550	27,2	33,8	39,3	405	20,0	25,2	34,0	368	18,2	22,0	29,8
0,300		781	38,7			600	29,6			566	27,7		
0,400		954	47,2			800	41,1			763	37,2		
0,500			0,0				0,0				0,0		

OBSERVACIONES:
* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C.

MATESTLAB S.A.C.		
TRONCO - LIMA	EST - LIMA	CUC - LIMA
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 HENRY VE SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 200847080782 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

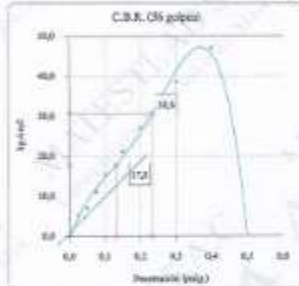
INFORME		Código	CP-70-02
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
		Fecha	07-09-2021
		Páginas	1 de 1
PROYECTO	PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE UNA ARENA ARCILLOSA DE MEDIANA PLASTICIDAD ANALIZADO EL CBR, ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA UTILIZANDO CAL AL 2%, 4 Y 6% Y ACEITE SULFONADO AL 1%, 2% Y 3%. LIMA NORTE 2021.	REGISTRO N°	MPL - LSH - TS - 02
SOLICITANTE	JORDAN MATEUS SAUTAU APARCO	MUESTREADO POR	MATESTLAB SAC
UBICACIÓN DE PROYECTO	DIRECCIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC	ENSAYADO POR	D. CASTILLO
MATERIAS	MATERIAL PROPIO + 6% CAL + 2% ACEITE	FECHA DE ENSAYO	04/04/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	MATERIAL PROPIO + 6% CAL + 2% ACEITE	TURNO	DIURNO
CONDICIÓN / CALICATA	C-1	PRELIMINAR	---
N° DE MUESTRA	---	ROTE	---
PROGRESIVA	---	RETE	---
		CORTA	---

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

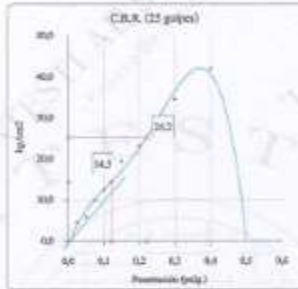
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca: 1.807 g/cm³
Máxima Densidad Seca a 95%: 1.774 g/cm³

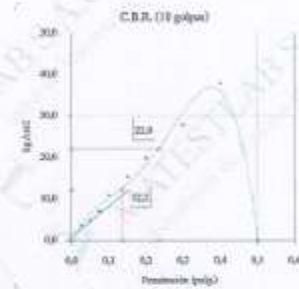
Óptimo Contenido de Humedad: 12.0 %



C.B.R. (0.1") 50 GOLPES: 35.4 %

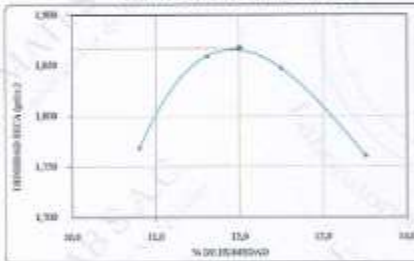


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES: 35.3 %



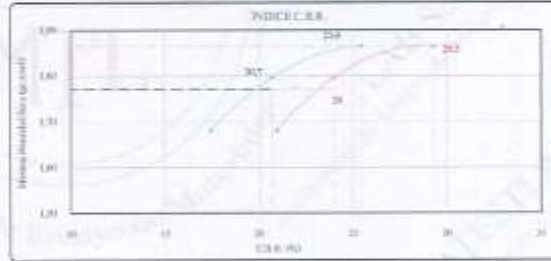
C.B.R. (0.1") 10 GOLPES: 17.4 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 35.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 26.7 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 35.3 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 26.0 %

OBSERVACIONES

* Muestra ensayada en campo por el solicitante y analizada por el personal de Matestlab SAC

MATESTLAB S.A.C.		
<p>TECNICO - LSH</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>REP. LSH</p>  <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p>ODC - LSH</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 20004726073 NICOLLE GONZALEZ PARETO GERENTE GENERAL</p>