



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la
cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña,
Arequipa - 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Avendaño Livise, Gerson Darío (ORCID: 0000-0002-3473-4649)

Chipana Benique, Brandon Jheffersson (ORCID: 0000-0003-0502-2973)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida, Omart Demetrio (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA NORTE – PERÚ

2021

Dedicatoria

A nuestros **padres y familiares**, por su amor incondicional, su continuo apoyo moral, económico que hizo posible poder lograr cada uno de los objetivos propuestos, a nuestro **asesor** por su guía en el desarrollo de la presente investigación y a la **universidad**.

Agradecimiento

Dar **gracias** a **Dios** por brindarnos la salud, cuidado, durante el tiempo de desarrollo del estudio de investigación, por darnos fuerzas para seguir adelante a pesar de las dificultades, por haber puesto en nuestras vidas a aquellas personas que han sido, nuestro soporte fundamental durante nuestra formación académica universitaria.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos	vii
Índice de figuras	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación.....	25
3.1.1 Tipo.....	25
3.1.2 Nivel.....	26
3.1.3 Diseño de investigación.....	27
3.2 Variables y operacionalización.....	27
3.2.1 Variable independiente: Residuos de ignimbrita de la cantera Añashuayco	27
3.2.2 Variable dependiente: subrasantes areno-limosas.....	28
3.2.3 Matriz de operacionalización	28
3.3 Población, muestra y muestreo.....	28
3.3.1 Población.....	28
3.3.2 Muestra.....	28
3.3.3 Muestreo.....	31

3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
3.4.1	Técnica	32
3.4.2	Instrumento	32
3.4.3	Validez	33
3.4.4	Confiabilidad	33
3.5	Procedimientos	34
3.6	Métodos de análisis de datos	36
3.7	Aspectos éticos	36
IV.	RESULTADOS	38
4.1	Desarrollo de procedimiento	39
4.2	Resultados	66
V.	DISCUSIÓN	75
VI.	CONCLUSIONES	81
VII.	RECOMENDACIONES	85
	REFERENCIAS	87
	ANEXO	94

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Identificación y cuantificación de fases cristalinas</i>	12
Tabla 2 <i>Porcentaje de fase amorfa presentes en las materias primas estudiadas</i>	13
Tabla 3 <i>Caracterización química por fluorescencia de rayos X de las materias primas estudiadas</i>	14
Tabla 4 <i>Escala del pH – pOH</i>	17
Tabla 5 <i>Clasificación granulométrica de los suelos</i>	18
Tabla 6 <i>Índice de plasticidad</i>	20
Tabla 7 <i>Tipo de suelo en relación a la gravedad específica</i>	21
Tabla 8 <i>Categorías de subrasante de acuerdo a su CBR</i>	22
Tabla 9 <i>Cantidad de calicatas a investigar según el tipo de vía</i>	29
Tabla 10 <i>Descripción de dosificaciones</i>	29
Tabla 11 <i>Cantidad de especímenes, indicador N° 01 alcalinidad</i>	29
Tabla 12 <i>Cantidad de especímenes ,indicador N° 02 granulometría.</i>	30
Tabla 13 <i>Cantidad de especímenes, indicador N° 03 plasticidad</i>	30
Tabla 14 <i>Cantidad de especímenes, indicador N° 04 gravedad específica</i>	30
Tabla 15 <i>Cantidad de especímenes, indicador N° 05 compactación</i>	30
Tabla 16 <i>Cantidad de especímenes, indicador N° 06 capacidad de carga.</i>	31
Tabla 17 <i>Rangos de validez</i>	33
Tabla 18 <i>Dosificaciones para cada muestra</i>	35
Tabla 19 <i>Porcentaje de participación de los materiales</i>	42
Tabla 20 <i>Preparación de especímenes por indicador</i>	43
Tabla 21 <i>Resultado porcentuales de la escala granulométrica según sus dosificaciones</i>	68

Índice de gráficos

Gráfico 1 <i>Ensayo de pH para M1-SP</i>	50
Gráfico 2 <i>Promedio para el pH de M1-SP</i>	50
Gráfico 3 <i>Ensayo de pH para M2-SC</i>	51
Gráfico 4 <i>Promedio para el pH de M2-SC</i>	51
Gráfico 5 <i>Ensayo de pH para M3-SCI20%</i>	51
Gráfico 6 <i>Promedio para el pH de M3-SCI20%</i>	51
Gráfico 7 <i>Ensayo de pH para M4-SCI30%</i>	52
Gráfico 8 <i>Promedio para el pH de M4-SCI30%</i>	52
Gráfico 9 <i>Ensayo granulométrico para M1-SP</i>	52
Gráfico 10 <i>Promedio granulométrico para M1-SP</i>	53
Gráfico 11 <i>Ensayo granulométrico para M2-SC</i>	53
Gráfico 12 <i>Promedio granulométrico para M2-SC</i>	53
Gráfico 13 <i>Ensayo granulométrico para M3-SCI20%</i>	54
Gráfico 14 <i>Promedio granulométrico para M3-SCI20%</i>	54
Gráfico 15 <i>Ensayo granulométrico para M4-SCI30%</i>	54
Gráfico 16 <i>Promedio granulométrico para M4-SCI30%</i>	55
Gráfico 17 <i>Ensayo de plasticidad para M1-SP</i>	55
Gráfico 18 <i>Promedio de plasticidad para M1-SP</i>	55
Gráfico 19 <i>Ensayo de plasticidad para M2-SC</i>	56
Gráfico 20 <i>Promedio de plasticidad para M2-SC</i>	56
Gráfico 21 <i>Ensayo de la gravedad específica para M1-SP</i>	57
Gráfico 22 <i>Promedio de la gravedad específica para M1-SP</i>	57
Gráfico 23 <i>Ensayo de la gravedad específica para M2-SC</i>	57
Gráfico 24 <i>Promedio de la gravedad específica para M2-SC</i>	58
Gráfico 25 <i>Ensayo de la gravedad específica para M3-SCI20%</i>	58
Gráfico 26 <i>Promedio de la gravedad específica para M3-SCI20%</i>	58
Gráfico 27 <i>Ensayo de la gravedad específica para M4-SCI30%</i>	59
Gráfico 28 <i>Promedio de la gravedad específica para M4-SCI30%</i>	59
Gráfico 29 <i>Ensayo de la compactación para M1-SP</i>	60
Gráfico 30 <i>Ensayo de la compactación para M2-SC</i>	60
Gráfico 31 <i>Ensayo de la compactación para M3-SCI20%</i>	61
Gráfico 32 <i>Ensayo de la compactación para M4-SCI30%</i>	61

Gráfico 33 <i>Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M1-SP</i>	62
Gráfico 34 <i>Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M1-SP</i>	62
Gráfico 35 <i>Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M2-SC</i>	63
Gráfico 36 <i>Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M2-SC</i>	63
Gráfico 37 <i>Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M3-SCI20%</i>	64
Gráfico 38 <i>Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M3-SCI20%</i>	64
Gráfico 39 <i>Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M4-SCI30%</i>	65
Gráfico 40 <i>Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M4-SCI30%</i>	65
Gráfico 41 <i>Resultados según dosificación, alcalinidad (pH)</i>	66
Gráfico 42 <i>Disminución porcentual según dosificación. Alcalinidad (pH)</i>	66
Gráfico 43 <i>Resultados según dosificación de la granulometría para M1-SP Y M2-SC</i>	67
Gráfico 44 <i>Resultados según dosificación de la granulometría para M2-SC Y M3-SCI20%</i>	67
Gráfico 45 <i>Resultados según dosificación de la granulometría para M3-SCI20% Y M4-SCI30%</i>	67
Gráfico 46 <i>Resultado porcentuales de incremento y disminución según su dosificación a partir del suelo patrón.</i>	68
Gráfico 47 <i>Resultado según dosificación, plasticidad</i>	69
Gráfico 48 <i>Incremento porcentual según dosificación, plasticidad.</i>	69
Gráfico 49 <i>Resultado según dosificaciones, gravedad específica</i>	70
Gráfico 50 <i>Disminución porcentual según dosificación, gravedad específica</i>	70
Gráfico 51 <i>Resultados de compactación máxima según dosificación</i>	71
Gráfico 52 <i>Incremento y disminución porcentual según dosificación, compactación</i>	72

Gráfico 53 <i>Resultado según dosificaciones, penetración a 0.1" y 0.2"</i>	73
Gráfico 54 <i>Resultados del CBR %, según su dosificación.</i>	74
Gráfico 55. <i>Porcentaje según dosificación, capacidad de carga (CBR %)</i>	74

Índice de figuras

Figura 1 <i>Procesado de espectros de polvo de rayos x</i>	12
Figura 2 <i>Ubicación de las zonas de composición en el diagrama de fases del sistema Al₂O₃-MgO-SiO₂</i>	14
Figura 3 <i>Ficha Técnica de Cal de Construcción</i>	16
Figura 4 <i>Carta de Plasticidad de Casagrande</i>	20
Figura 5 <i>Densidad seca</i>	22
Figura 6 <i>Valor soporte california</i>	23
Figura 7 <i>Mapa de ubicación del distrito de Quequeña</i>	39
Figura 8 <i>Zona de estudio del proyecto</i>	39
Figura 9 <i>Identificación de la calicata representativa</i>	40
Figura 10 <i>Excavación de la calicata</i>	40
Figura 11 <i>Acopio de residuos de ignimbrita (sillar)</i>	41
Figura 12 <i>Embolsado de los residuos de ignimbrita (sillar)</i>	41
Figura 13 <i>Cal de obra</i>	41
Figura 14 <i>Trituración y molienda de la ignimbrita (sillar)</i>	42
Figura 15 <i>Homogenización de los materiales</i>	42
Figura 16 <i>Secado de muestras</i>	44
Figura 17 <i>Reposo de soluciones</i>	44
Figura 18 <i>Determinación del ph muestras, M1-SP y M2-SC</i>	44
Figura 19 <i>Determinación del ph muestras, M3-SCI20% y M4-SCI30%</i>	44
Figura 20 <i>Lavado de muestra y secado al horno</i>	45
Figura 21 <i>Tamizado de muestras</i>	45
Figura 22 <i>Ensayo en la cuchara de Casagrande</i>	46
Figura 23 <i>Introduciendo la muestra al horno</i>	46
Figura 24 <i>Formación de bastones de la muestra</i>	47
Figura 25 <i>Compactado con el pisón, enrasado de muestra y extracción</i>	48
Figura 26 <i>Saturación de probetas</i>	49
Figura 27 <i>Ensayo del CBR</i>	49
Figura 28 <i>Probetas después de la penetración</i>	50

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento mecánico de subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa – 2021. Tipo de investigación por enfoque cuantitativa, por propósito aplicada; de nivel explicativo con un diseño cuasiexperimental. La población fue los suelos areno-limosos, la muestra estuvo constituida por 300 m de vía local, el muestreo fue de tipo no probabilístico. Analizando los resultados de la muestra patrón (M1-SP) que son los siguientes : Alcalinidad 7.33 pH, granulométrica (3.39% gravas, 63.63% arenas, 32.98% finos), plasticidad (LL%=17, LP%=N.P, IP%=N.P), gravedad específica (Gs=2.500), compactación 1.903 gr/cm³, capacidad de carga (CBR al 100% DMS es 45%), la dosificación más optima es (M2-SC) que presenta los resultados: Alcalinidad 8.41pH, granulometría (2.32% gravas, 60.91% arenas, 36.77% finos), plasticidad (LL%=20, LP%=N.P, IP%=N.P), gravedad específica (Gs = 2.480), compactación 1.958 gr/cm³, capacidad de carga (CBR 100% DMS = 49%). Por ende, se concluye que la muestra (M2-SC) con cal de obra al 5%, es la más optima, sin embargo, las muestras (M3-SCI20% y M4-SCI30%) con la adición de residuos de ignimbrita al 20% y 30%, no se activaron adecuadamente dentro de la matriz pétreo.

Palabras Clave: Areno-limosas, alcalinidad, ignimbrita, cal.

Abstract

The objective of this research work was to determine the mechanical behavior of sandy-loamy subgrades with ignimbrite residues from the Añashuayco quarry, Los Exploradores Street, Quequeña, Arequipa - 2021, type of research by quantitative approach, by applied purpose; explanatory level with a quasi-experimental design. The population was sandy-loamy soils, the sample was constituted by 300 m of local road, the sampling was of non-probabilistic type. Analyzing the results of the standard sample (M1-SP), which are as follows: Alkalinity 7.33 pH, granulometry (3.39% gravels, 63.63% sands, 32.98% fines), plasticity (LL%=17, LP%=N.P, IP%=N.P), specific gravity ($G_s=2.500$), compaction 1.903 gr/cm³, load capacity (CBR at 100% DMS is 45%), the most optimal dosage is (M2-SC) which presents the results : Alkalinity 8.41pH, granulometry (2.32% gravels, 60.91% sands, 36.77% fines), plasticity (LL%=20, LP%=N.P, IP%=N.P), specific gravity ($G_s = 2.480$), compaction 1.958 gr/cm³, load capacity (CBR 100% DMS = 49%). Therefore, it is concluded that the sample (M2-SC) with site lime at 5%, is the most optimal, however, the samples (M3-SCI20% and M4-SCI30%) with the addition of ignimbrite residues at 20% and 30%, were not adequately activated within the stone matrix.

Keywords: sandy-siltstones, alkalinity, ignimbrite, lime

I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional** según Torres-Carrasco (2017), es elemental estudiar y desarrollar materiales cementantes opcionales al cemento tradicional Portland, siendo una **línea investigativa de prioridad** y de **interés mundial**, donde el desarrollo de nuevos materiales disminuya la **emisión de gases que contaminan la atmosfera**. Así mismo, actualmente existe un grupo dentro de **RILEM** (“Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux” o “Encuentro Internacional de Laboratorios y Expertos en Materiales”) que es la "Durability testing of alkali-activated materials - Technical Committee 247-DTA" o “Ensayos de durabilidad de materiales activados por álcalis-Comité técnico 247-DTA” encabezado por el Profesor **John L. Provis**, que **busca realizar un estudio de distintos ensayos de durabilidad a los que son sometidos los materiales activados alcalinamente para poder establecer normas específicas para cada material**. Aunque los ensayos a estos materiales alternativos demostraron tener un comportamiento óptimo, incluso en algunos casos mejor que cemento portland, las normas no son las adecuadas debido a la diferencia de la composición química entre **sistemas base Cemento Portland** y **Sistemas de aluminosilicatos activados alcalinamente**.

A **nivel nacional**, según Cruz (2019), recomienda en la investigación sobre los residuos de ignimbrita de la Cantera Añashuayco, “Evaluar como variables independientes el **tamaño de finura y el tipo de suelos**, el primero porque es un **factor influyente en el proceso geopolimérico** y lo segundo con la finalidad de **augmentar el alcance de estos residuos como materiales alternativos y ecológicos** en la industria de la construcción como agentes de mejoramiento mecánico de suelos”.

En la **Asociación Agroindustrial de Quequeña**, la población comienza a usar sus lotes para el cultivo, aprovechando sus propiedades agrícolas del suelo para la siembra y cosecha de hortalizas. Sin embargo, el suelo de uso público utilizado como subrasante por los vehículos de tránsito liviano, medio y pesado, aún no se han pavimentado y durante los meses de (diciembre, enero, febrero) con las precipitaciones pluviales, es afectado perjudicando a la asociación compuesta por 250 vecinos que residen en la zona.

Es ahí donde se enfocó el presente proyecto de investigación donde se **busca estudiar el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas, adicionando residuos de ignimbrita activado alcalinamente con cal de obra**, se consideró este activador debido a la restricción en el mercado del hidróxido de sodio (**soda caustica**).

La formulación del problema general: ¿Cuál es el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?, **como problemas específicos; la primera** ¿Cuál es el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en relación a la alcalinidad del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?; **la segunda** ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco con respecto a la escala granulométrica del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?; **la tercera**, ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en función a la plasticidad del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?; **la cuarta**, ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco con respecto a su gravedad específica del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?; **la quinta**, ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en función a la compactación del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?; y **la sexta**, ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en relación a la capacidad de carga del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?.

Continuando la secuencia del esquema de proyectos de investigación se menciona la **justificación del problema**; desde la **perspectiva tecnológica**, la investigación busca encontrar nuevos materiales cementantes que puedan ser utilizados para el comportamiento mecánico

de subrasantes areno-limosa en las zonas alejadas del país; desde la **perspectiva práctica**, se determinara el comportamiento químico, físico y mecánico de la subrasantes areno-limosas con adición de residuos de ignimbrita y cal de obra como activador, en lugar de estudio; desde la **perspectiva sociológica**, ofrecer productos alternativos al cemento, que tengan un costo más económico y sea eco amigable, en beneficio de la población.

La investigación fija como objetivo general: Determinar el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021. Como **objetivos específicos:** **la primera**, Determinar la relación de la alcalinidad del suelo con el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la segunda**, Conocer la escala granulométrica del suelo en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la tercera**, Definir la relación de la plasticidad del suelo con el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la cuarta**, Establecer la gravedad específica en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la quinta**, Calcular la compactación en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; y **la sexta**, Calcular la capacidad de carga en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021

Planteado los problemas y fijado los objetivos se formula las hipótesis, teniendo como hipótesis general: Las subrasantes areno-limosas con

residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa – 2021, mejorara su comportamiento mecánico. **Las hipótesis específicas; la primera:** Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, aumenta su comportamiento mecánico en relación a la alcalinidad del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la segunda:** Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, en relación a la escala granulométrica optimiza su comportamiento mecánico del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la tercera:** Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, aumentan su plasticidad en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la cuarta:** Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, disminuye cuantitativamente su gravedad específica del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la quinta:** Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, mejora su compactación del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021; **la sexta:** Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, aumenta su capacidad de carga de los suelos en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos como antecedentes tenemos que, según Fernandez (2010), **en el artículo científico titulado** “ Propiedades y aplicaciones de los cementos alcalinos”, **fijó como objetivos:** “Ofrecer una revisión de las técnicas de caracterización mineral más usuales, así como valorar la incidencia de los estudios mineralógicos en la exploración, valoración y explotación de yacimientos minerales.”, **aplicando una metodología** experimental **obtuvo los resultados siguientes:** " En la activación alcalina de las cenizas volantes se utilizaron dos disoluciones: N = NaOH 8M y W = mezcla del 15% de silicato sódico + 85% NaOH 12.5M, (modulo $\text{SiO}_2 / \text{Na}_2\text{O} = 0.16$). Para preparar las disoluciones se empleó: NaOH (lentejas con una pureza de 98%, PANREAC) y silicato sódico a granel (8.2% Na_2O , 27% SiO_2) y 64.8% H_2O , $d = 1.38 \text{ g/cc}$). ". **Finalmente, fija como conclusiones:** “En el caso de los elementos, la operación del pretensado de la armadura metálica se realiza antes de verter el hormigón en el molde. Teniendo en cuenta que estos hormigones de ceniza activada alcalinamente pueden desarrollar unas elevadas resistencias iniciales (en las primeras 12-20 horas) así como presentan una muy buena adherencia a la armadura, se podría disminuir el tiempo necesario para llevar a cabo el desmoldado de las piezas. Ello podría dar lugar a un aumento significativo de la producción de estos elementos en las factorías.”

Según Bautista (2017), **en el artículo científico titulado** “Caracterización de las cenizas volantes de una planta termoeléctrica para su posible uso como aditivo en la fabricación de cemento”, **fijó como objetivos:** “Uso de cenizas volantes de una planta termoeléctrica como aditivo en la fabricación de cemento”, **aplicando una metodología** no experimental **obtuvo los resultados siguientes:** " A partir del análisis cualitativo se identificaron las fases estructurales presentes, que corresponden a dos fases mayoritarias: Mullita ($\text{Al}_4.80\% \text{ O}9.60\% \text{ Si}1.20\%$), Cuarzo (SiO_2), y una tercera fase estructural en menor proporción asociada a Hematita (Fe_2O_3); fases que son esencialmente pasivas que posibilitan la formación de hidratos de cemento". **Finalmente, fija como conclusiones:** “Análisis como FRX y DRX revelan que las Cenizas Volantes, CV, tipo F analizadas en este trabajo

tienen un gran potencial para ser utilizadas como aditivo para la fabricación de cemento; principalmente por la presencia de aluminosilicatos amorfos propios de este tipo de ceniza los cuales reaccionan eficazmente con los hidróxidos de calcio Ca(OH)_2 . Además, los resultados indican un bajo contenido de CaO lo cual da una ventaja importante a este tipo de cenizas, pues aumenta la eficiencia de suprimir la expansión debida a la reacción de la sílice alcalina.”

Según García (2015), en **el trabajo de investigación** “Cementos híbridos de bajo impacto ambiental: Reducción del factor clinker”, **fijó como objetivos:** “Pone en evidencia la gran versatilidad de los cementos híbridos”, **aplicando una metodología** experimental **obtuvo los resultados siguientes:** “ Sistemas multicomponente de bajo contenido en clínker (20 %), que permiten desarrollar materiales cementantes con buenos comportamientos mecánico resistentes”. **Finalmente, fija como conclusiones:** “El producto principal de reacción generado en los sistemas (fase gel) es altamente dependiente de la composición química de las materias de partida; para aquellos sistemas ricos en calcio (B2-BFS) se generará principalmente un gel tipo C-A-S-H. Para aquellos sistemas más ricos en sílice y alúmina (B2-FA, B3-FA6 y B3-MK4) el principal producto de reacción es una mezcla de geles; C-A-S-H + (N,C)-A-S-H. El empleo de uno u otro activador no ejerce una influencia directa en el tipo de geles precipitados, sin embargo, si condiciona la formación de los productos secundarios de reacción.”

Según Huezco y Orellana (2009), en **el trabajo de investigación** “Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en El Salvador”, **fijó como objetivos:** “Determinar cuáles son las especificaciones y normas que están involucradas para el diseño, control de producción y colocación de mezclas suelo arcilloso - cal”, **aplicando una metodología** experimental **obtuvo los resultados siguientes:** “La variación del pH con respecto a las diferentes mezclas de suelo-cal tiene con 1% de cal un pH de 8, con 2% de cal un pH de 12, con 3% de cal un pH de 12.2, con 4% de cal un pH de 12.4, con 5% de cal un pH de 12.5, con 6% de

cal un pH de 12.6, con 7% de cal un pH de 12.6, con 8% de cal un pH de 12.6, con 9% de cal un pH de 12.7, con 10% de cal un pH de 12.7, con 11% de cal un pH de 12.8, con 12% de cal un pH de 12.8". **Finalmente, fija como conclusiones:** "El método de ensayo utilizado para encontrar el porcentaje óptimo de este agente estabilizador (cal), viene dado por la medición estándar de pH para las mezclas suelo-cal bajo la norma ASTM D 6276, obteniéndose así un 4% de cal como el porcentaje óptimo para este suelo en particular".

Según De la Cruz Vega et al. (2017), **en el artículo científico titulado** "Granulometría, humedad y características de los suelos de la ciudad de Huacho, 2017", **fijó como objetivos:** "Determinar los tipos de suelos existentes en la ciudad de huacho mediante una caracterización visual, un análisis granulométrico por tamizado (SUCS) y contenido de humedad.", **aplicando una metodología** experimental **obtuvo los resultados siguientes:** "La curva granulométrica cambian según las muestras M1 = (99.70% arena fina, 0.3% finos) baja compactación, M2 = (97.62% arena fina, 2.38% finos) baja compactación, M3 = (1.83% arena gruesa, 5.87% arena media, 87.45% arena fina, 4.85% finos) alta compactación, M4 = (4.87% arena gruesa, 24.69% arena media, 67.30% arena fina, 3.14% finos) alta compactación, M5 = (4.37% arena gruesa, 6.51% arena media, 88.98% arena fina, 0.14% finos) media compactación, M6 = (1.00% arena gruesa, 2.90% arena media, 93.57% arena fina, 2.53% finos) alta compactación, M7 = (2.43% arena gruesa, 12.94% arena media, 81.19% arena fina, 3.44% finos) media compactación, M8 = (3.88% arena media, 94.58% arena fina, 1.54% finos) alta compactación, **Finalmente, fija como conclusiones:** "Se determina, que las muestras M3, M4, M6 y M8 tienen alta compactación siendo las más óptimas por sus características granulométricas".

Según Huancoillo (2017), **en el trabajo de investigación** "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvió Huancané – Chupa – Puno", **fijó como objetivos:** "Determinar las propiedades índices de plasticidad y expansión del suelo estabilizado con **ceniza volante y cal** de la base de la carretera no

pavimentada Av. Huancané – Chupa.”, **aplicando una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes:** "(Con el índice plástico del suelo patrón de 12.44); (suelo patrón 90%, Ceniza Volante 5%, cal 5% con índice plástico del 4.28); (suelo patrón 80%, Ceniza Volante 15%, cal 5% con índice plástico de 4.22); (suelo patrón 70%, Ceniza Volante 25%, cal 5% con índice plástico del 4.13)". **Finalmente, fija como conclusiones:** "El índice de plasticidad disminuye con el incremento de la ceniza volante, sin embargo, el límite líquido y el límite plástico aumentan."

Según Soto (2019), en el trabajo de investigación "Estabilización de suelos mediante activación alcalina de residuos de ignimbrita, arcilla calcinada y mortero reciclado para su uso como subrasante mejorada", **fijó como objetivos:** "Determinar las propiedades físicas, como la gravedad específica del suelo a estabilizar.", **aplicando una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes:** "Resultados de la gravedad específica, para la muestra patrón 2.629; con residuos de ignimbrita (S90/IG10 = 2.623), (S80/IG20 = 2.611), (S70/IG30 = 2.607); con arcilla calcinada (S90/AR10 = 2.659), (S80/AR20 = 2.643), (S70/AR30 = 2.636); con mortero reciclado (S90/MO10 = 2.602), (S80/MO20 = 2.589), (S70/MO30 = 2.572)". **Finalmente, fija como conclusiones:** "Se observa que conforme disminuye la gravedad específica, aumenta la participación de los residuos de ignimbrita".

Según Castro (2020), en el trabajo de investigación "Estabilización de suelo incorporado ignimbrita blanca y mucilago de tuna en el acceso Huancarqui a la mina Zafranal, Región Arequipa, 2019", **fijó como objetivos:** "Evaluar la influencia de la incorporación de ignimbrita blanca en la máxima densidad seca del suelo", **aplicando una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes:** "Para la muestra patrón su MDS es 1.936 gr/cm³, con 8% de ignimbrita su MDS es 1.955 gr/cm³, al 13% de ignimbrita su MDS es 1.941 gr/cm³ y con 18% de ignimbrita su MDS es 1.920 gr/cm³, en el caso, con 30% de mucilago de tuna su MDS es 1.982 gr/cm³, al 60% de mucilago de tuna su MDS es 2.052 gr/cm³ y con 80% de mucilago de tuna su MDS es 2.028 gr/cm³". **Finalmente, fija como conclusiones:** "Se

concluye que según se incrementa el porcentaje de ignimbrita blanca la DMS disminuye, en el caso con la participación de mucilago de tuna al 30%, 60% crece y al 80% decrece afectado de manera directa al comportamiento mecánico del suelo”.

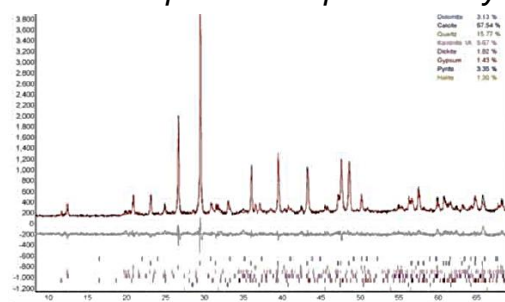
Según Soto (2019), en el trabajo de investigación “Estabilización de suelos mediante activación alcalina de residuos de ignimbrita, arcilla calcinada y mortero reciclado para su uso como subrasante mejorada”, **fijó como objetivos:** “Determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo a estabilizar.”, **aplicando una metodología** experimental **obtuvo los resultados siguientes:** "Suelo patrón (CBR 100% DMS es 14.35%, CBR 95% DMS es 9.67%); adicionando 10% de ignimbrita el (CBR 100% DMS es 22.96%, CBR 95% DMS es 15.65%); con 20% de ignimbrita (CBR 100% DMS es 24.68%, CBR 95% DMS es 16.07%); al 30% de ignimbrita (CBR 100% DMS es 26.41%, CBR 95% DMS es 16.86%), en el caso de la arcilla calcinada con el 10% su (CBR 100% DMS es 25.83%, CBR 95% DMS es 17.85%); con 20% de arcilla calcinada (CBR 100% DMS es 27.56%, CBR 95% DMS es 19.64%); al 30% de arcilla calcinada (CBR 100% DMS es 29.28%, CBR 95% DMS es 20.06%); y con mortero reciclado al 10% su (CBR 100% DMS es 21.24%, CBR 95% DMS es 14.48%); con 20% de mortero reciclado (CBR 100% DMS es 22.96%, CBR 95% DMS es 15.27%); al 30% de mortero reciclado (CBR 100% DMS es 24.68%, CBR 95% DMS es 16.18%); **Finalmente, fija como conclusiones:** “A partir de los tres tipos de materias utilizados en la investigación se observa que el CBR aumento en cada una de ellas, pero es más optimo el resultado con la arcilla calcina, seguido de los residuos de ignimbrita y finalmente del mortero reciclado”

En cuanto a las **teorías relacionadas al tema** se revisaron conceptos correspondientes a las variables y sus respectivas dimensiones.

Sobre la caracterización de la **composición mineralógica** de los **residuos de Ignimbrita** de la cantera de Añashuayco tenemos las siguientes teorías relacionadas:

Según Melgarejo, Proenza, Gali y Llovet (2010, p.2), las técnicas de caracterización mineral han sido clasificadas en 2 grupos. El primer grupo incluye a las técnicas de mayor uso, de un coste económico relativamente bajo, las cuales podemos denominar “técnicas convencionales”: Difracción de polvo de rayos X y difracción cuantitativa de rayos X, Microscopio electrónico de barrido con analizador de energías (SEM-EDS), Catodoluminiscencia, Microsonda electrónica (EMP). Un segundo grupo que contiene técnicas poco accesibles y de mayor costo, se denominan “técnicas no convencionales”: Particle Induced X-Ray Emission (Micro-PIXE), Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS), Laser-Ablation- Inductively Coupled PlasmaMass Spectrometry (LA-ICP-MS). **La difracción de rayos** en muestra policristalina permite la identificación de fases cristalinas (puesto que todos los sólidos cristalinos poseen su difractograma característico) tanto en su aspecto cualitativo como cuantitativo.

Figura 1 Procesado de espectros de polvo de rayos x



Nota. Intensidad. Fuente: Melgarejo et al (2010, p.5)

Tabla 1 Identificación y cuantificación de fases cristalinas

Fases cristalinas	Ignimbrita	Arcilla calcinada	Mortero Reciclado
	%peso		
Quartz (SiO ₂)	-	14	7.9
Albita (NaAlSi ₃ O ₈)	22.3	40.5	10.8
Moscovita 2M1 (KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂)	1.6	28.1	9
Cristobalita (SiO ₂)	38.9	9.6	4.8
Actinolita (Ca ₂ (Mg,Fe ²⁺) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂)	-	6.2	3.5
Anatasita (TiO ₂)	-	1.6	-
Anortita (CaAl ₂ Si ₂ O ₈)	-	-	40.9
Portlandita (Ca(OH) ₂)	-	-	8.5
Calcita (CaCO ₃)	-	-	10.6
Clorita ((Mg,Al) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈)	-	-	4
Microclina (KAlSi ₃ O ₈)	37.2	-	-

Nota. Caracterización por rayos x. Fuente: Soto (2019, p.52)

Tabla 2 *Porcentaje de fase amorfa presentes en las materias primas estudiadas*

Material precursor	Fase amorfa (% peso)
Ignimbrita	22.20
Arcilla calcinada	41.80
Mortero reciclado	38.40

Nota. Se determino usando el software Diffrac EVA. Fuente: Soto (2019, p.52).

Según Fernández, Palomino (2009, p.213), los materiales en base cemento Portland, son los más utilizados en el sector de la construcción en el mundo, se calcula que oscila entre el 6-7% del total de emisiones de CO₂ a la atmosfera a escala mundial se debe producto de la industria cementera.

Sobre la **caracterización** de la **composición química** de los **residuos de Ignimbrita de la cantera de Añashuayco** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

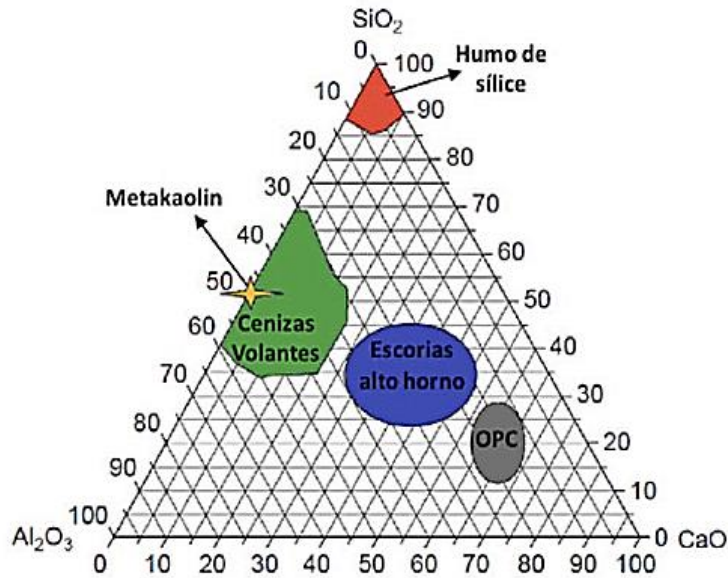
Según Ruiz, Lagos y Ovalle (2017 p.137) la actividad puzolánica de las cenizas volantes depende básicamente del tipo y cantidad de fase vítrea, finura de sus componentes mineralógicos, la morfología de sus partículas y del nivel de inquemados o materia orgánica presente. Es importante saber sus propiedades para comprender la reactividad y su valor puzolánico.

Según Behak y Peres (2008, p.35), por cada 4 toneladas de arroz producidas en el mundo hay 1 tonelada es cascara de arroz de residuos, es ahí donde se utiliza este producto reciclado en el ámbito de la construcción vial para la evaluación de estabilización de suelos arenosos o limosos en vías locales con adición de cal, la ceniza de cascara de arroz está constituido de entre 90 – 96 % de sílice fundamental para reaccionar con la cal y crear productos puzolánicos, teniendo como resultado final materiales con mayor resistencia baja deformación y durables en el tiempo.

La fluorescencia de rayos X (XRF) es una técnica analítica que se utiliza para determinar la composición química de una amplia variedad de tipos de muestras, entre los que se encuentran sólidos, líquidos, lodos y polvos sueltos. La fluorescencia de rayos X también se utiliza para determinar el

espesor y la composición de capas y recubrimientos. Esta puede analizar elementos desde berilio (Be) hasta uranio (U) en gamas de concentración de un 100 %p a niveles sub-ppm.

Figura 2 Ubicación de la muestra en relación a su composición química en el diagrama de fases del sistema Al_2O_3 -CaO-SiO₂.



Nota. Según el tipo de material a investigarse, su tendencia respecto a su composición química, Fuente: Hasan, Mohammed y Mohammed (2021)

Tabla 3 Caracterización química por fluorescencia de rayos X de las materias primas estudiadas

Elementos	Ignimbrita	Arcilla calcinada	Mortero reciclado
	Si:Al = 5.1	Si:Al = 2.6	Si:Al = 4.1
mg/kg			
Aluminio (Al)	26496.67 ± 1086.66	30180.00 ± 3604.26	16363.00 ± 53.74
Silicio (Si)	136373.33 ± 4622.92	78093.33 ± 7583.89	68435.00 ± 2156.68
Fósforo (P)	112.17 ± 16.67	357.90 ± 41.40	1059.80 ± 25.74
Cloro (Cl)	240.87 ± 31.26	156.55 ± 5.44	331.25 ± 2.19
Potasio (K)	16586.67 ± 1055.00	7197.33 ± 779.61	7175.00 ± 159.81
Calcio (Ca)	4995.67 ± 131.20	8329.67 ± 1195.03	98380.00 ± 1781.91
Titanio (Ti)	921.15 ± 155.92	1933.80 ± 315.46	1133.00 ± 32.81
Cromo (Cr)	-	19.34 ± 1.98	14.38 ± 0.22
Manganeso (Mn)	359.80 ± 56.81	437.80 ± 52.75	270.09 ± 5.39
Hierro (Fe)	6056.25 ± 75.31	24631.67 ± 3325.44	16697.00 ± 131.52
Nickel (Ni)	12.44 ± 3.28	8.79 ± 1.52	7.61 ± 0.23
Cobre (Cu)	29.65 ± 0.03	56.47 ± 9.34	49.70 ± 7.23
Zinc (Zn)	48.74 ± 1.83	62.21 ± 7.24	46.89 ± 5.33
Arsénico (As)	-	15.43 ± 1.51	7.61 ± 1.17
Rubidio (Rb)	68.38 ± 9.25	47.20 ± 7.00	25.16 ± 0.45
Estroncio (Sr)	126.72 ± 13.39	223.66 ± 45.51	242.66 ± 19.00
Bario (Ba)	941.50 ± 70.63	595.53 ± 80.33	358.50 ± 22.63
Plomo (Pb)	16.35 ± 1.88	14.44 ± 2.23	10.37 ± 0.10
Bromo (Br)	-	-	1.42 ± 0.01

Nota. Se detalla según cuales son los elementos químicos que presentan según el tipo de material. Fuente: Soto (2019, p.53).

Sobre el **activador alcalino** para las **dosificaciones** de los **Residuos de Ignimbrita de la Cantera de Añashuayco** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

Según Altamirano y Diaz (2015,p.38) **cal** es un material conglomerante que proviene de la calcinación de piedras calizas a temperaturas entre 880 y 900°C, la cual puede variar en su concentración de pureza, posee un carácter exotérmico al adicionar el H₂O al CaO, formando el hidróxido de calcio Ca(OH)₂ conocido como la cal apagada.

Tipos: Cal viva, que resulta de la transformación del carbonato de calcio (CaCO₃) piedra caliza a óxido de calcio CaO, **cal hidratada**, Ca(OH)₂ tiende a formar con las partículas arcillosas un fuerte matriz cementante, **lechada de cal**, es la suspensión de la cal hidratada en agua.

Componentes en la activación alcalina. Los activadores alcalinos son un componente esencial en la creación de cementos alcalinos, se puede incluir en la mezcla como una disolución o en estado sólido, bien mezclado o integrado con la escoria y/o ceniza.

Según Mejia, Rodriguez y Gutierrez (2014, p.310), para la activación alcalina se evaluó realizando una calorimetría isotérmica, donde se pudo observar que en un sistema de mayor alcalinidad exhiben una liberación de calor mayor y un mayor grado de disolución de la fuente primaria. En conclusión, la incorporación de una fuente de calcio al sistema contribuye a la adquisición de un mejor desempeño mecánico en todas las edades de curado en estudio.

Efecto del pH. El papel más crítico del activador alcalino en un material activado alcalinamente es el disolver el **aluminosilicato** y acelerar la reacción, lo cual se consigue mediante la generación de un pH elevado. Los **silicatos e hidróxidos alcalinos** son los que generan los valores de pH más elevados, mientras que los carbonatos y sulfatos generan condiciones moderadamente alcalinas y generan hidróxido libre para el proceso de activación a través de reacciones que implican el calcio de la escoria. **El pH de las disoluciones activadoras tiene que ser superior a 11.5.** Los valores óptimos para la activación de escorias vítreas de horno alto están alrededor de 13 - 13.6. Además, el efecto del pH en la activación de las

escorias tiene una dependencia muy elevada del tipo de activador, debido a que la solubilidad del calcio disminuye a pH más altos mientras que la sílice y alúmina aumentan sus solubilidades. Aunque las disoluciones activadoras de NaOH tienen un valor de pH mayor que las disoluciones de silicato sódico Na_2SiO_3 , hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, en concentraciones de álcalis similares, provocan que los silicatos desarrollen una mayor resistencia mecánica que en los sistemas activados.

Figura 3 Ficha Técnica de Cal de Construcción

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Compuesto formado de trazas de carbonato de calcio, hidróxido de calcio o bien una mezcla de carbonato de calcio y partículas de rocas disgregadas.

ALMACENAMIENTO Y ESTABILIDAD DEL ENVASADO

12 meses en envase cerrado si se mantiene almacenado en ambiente protegido, fresco y seco

CARACTERISTICAS

Aspecto: Polvo granulado

Color: Variable de un blanco humo a grisáceo

Ca(OH)₂ (%): 3 - 15

% Retenido (M-40): 8 – 15

TIPO DE ENVASE	PRESENTACION
Saco de polietileno	Saco * 20 kg
Bolsa Laminada	Bolsa * 1kg

NOTA. Características físicas y químicas de la cal de obra. Fuente: Productos Martell (2021, p.1).

Sobre el **material a activar residuos de Ignimbrita de la cantera de Añashuayco** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

El sillar es una roca piroclástica que cubre grandes extensiones del flanco occidental andino del Perú. Existe un gran número de depósitos con el nombre de sillar, que es una denominación exclusivamente local para la ignimbrita.

La ignimbrita es una roca ígnea producto del depósito volcánico, y que consiste en toba dura compuesta de fragmentos de roca y fenocristales en una matriz de fragmentos de vidrio semejantes a polvo, junto con pedazos de piedra pómez y bloque de lava densa. Lara (1988, p. 7).

El **sillar** para Lara (1988, p.13), es un material de construcción en muros fue empleado por sus características mecánicas, por los habitantes antiguos de

la región de Arequipa antes de la llegada de los españoles, dado que presenta un potencial de resistencia a la compresión bastante cercana a la de un ladrillo de arcilla tipo II, siendo utilizado en albañilería portante y en techados de forma curva.

Sobre la **alcalinidad** de las **propiedades químicas** de las **subrasantes areno-limosas** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

El **pH** según Garcia (2016, p.151), denominado potencial de hidrógeno o pH nos indica qué tan ácido o básico es una sustancia química en una muestra del suelo. La escala del pH varía entre el rango de 0 a 14 y neutro toma el valor de 7, ácidos son los valores menores a 7, mientras que alcalinos mayores a 7. Entonces diremos cuando el suelo se pone en una solución líquida se evalúa, que a medida tenga más protones o iones de hidrogeno mayor será su acidez, por lo contrario, en un suelo básico la base predomina sobre los protones y en un suelo neutro la relación de bases y protones se encuentra en equilibrio.

En general según Power, Prasad (1997) el pH más óptimo del suelo oscila entre 6,5 y 7,0; indicando la mayor capacidad de asimilación de nutrientes por ende buenos rendimientos y gran productividad. El pH del suelo es fundamental en el cultivo agrícola como en el crecimiento de las plantas ya que nos indicara la nutrición completa y abundante que está recibiendo.

Tabla 4 Escala del pH – pOH

	[H ⁺] (M)	pH	pOH	[OH ⁻] (M)
	1 (1×10 ⁻⁰)	0.0	14.0	1×10 ⁻¹⁴
Jugo gástrico	1×10 ⁻¹	1.0	13.0	1×10 ⁻¹³
Jugo de limón	1×10 ⁻²	2.0	12.0	1×10 ⁻¹²
Cola, vinagre	1×10 ⁻³	3.0	11.0	1×10 ⁻¹¹
Vino	1×10 ⁻⁴	4.0	10.0	1×10 ⁻¹⁰
Tomates	1×10 ⁻⁵	5.0	9.0	1×10 ⁻⁹
Plátano	1×10 ⁻⁶	6.0	8.0	1×10 ⁻⁸
Café negro	1×10 ⁻⁷	7.0	7.0	1×10 ⁻⁷
Lluvia	1×10 ⁻⁸	8.0	6.0	1×10 ⁻⁶
Saliva	1×10 ⁻⁹	9.0	5.0	1×10 ⁻⁵
Leche	1×10 ⁻¹⁰	10.0	4.0	1×10 ⁻⁴
Sangre humana, lágrimas	1×10 ⁻¹¹	11.0	3.0	1×10 ⁻³
Clara de huevo, agua de mar	1×10 ⁻¹²	12.0	2.0	1×10 ⁻²
Bicarbonato de sodio	1×10 ⁻¹³	13.0	1.0	1×10 ⁻¹
Bórax	1×10 ⁻¹⁴	14.0	0.0	1 (1×10 ⁻⁰)
Leche de magnesia				
Agua de cal				
Amoniaco doméstico				
Blanqueador doméstico				
NaOH, 0.1 M				

Nota. Rangos básicos – ácidos. Fuente: Brown, LeMay, Bursten y Burdge, (2004, p.623).

Sobre la **escala granulométrica** de las **propiedades físicas** de las **subrasantes areno-limosas** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

Según Toirac (2012 p.297), define a la **granulometría** es la distribución, en porcentajes, de los diversos tamaños del agregado en una muestra, los agregados se clasifican: Por su procedencia mineralógica, su forma de obtención y su tamaño. El método utilizado más practico según la ASTM-33 es la malla N° 4, que diferencia a los agregados gruesos y finos. Sus propiedades físicas son: Granulometría, densidad, porosidad, masa unitaria, forma, textura de las partículas, contenido de finos.

Es fundamental porque nos permite dar una clasificación en el **SUCS** y **AASHTO**, dato básico en desarrollo de las diferentes obras en donde cada una requiere una gradación específica. Este parámetro nos indicara si tenemos un buen suelo, regular o inadecuado generalmente se habla de dos tipos de suelos: Los suelos granulares que están conformado por gravas, arena y los suelos finos que esta constituidos por limos, arcillas. En nuestra costa peruana tenemos la predominancia de suelos limosos debido a sus condiciones climáticas, en cambio en la selva hay más suelos arcillosos. Es importante mencionar que se busca una buena gradación ya que la predominancia de un tipo de suelo afectara negativamente a los resultados físicos y mecánicos, el objetivo es buscar una buena curva granulométrica.

Tabla 5 Clasificación granulométrica de los suelos.

TIPO	DENOMINACIÓN		TAMAÑO (mm)
SUELOS GRANULARES	Bolos y bloques		> 60
	Grava	Gruesa	60 - 20
		Media	20 - 6
Fina		2 - 6	
Arena	Gruesa	0.6 - 2	
	Media	0.2 - 0.6	
	Fina	0.08 - 0.2	
SUELOS COHESIVOS	Limo	Grueso	0.02 - 0.08
		Medio	0.006 - 0.02
		Fino	0.002 - 0.006
Arcilla		< 0.002	

Nota. Según su tamaño (mm) se le da una denominación a la muestra.
Fuente: Bañon y Beviá (2015, p.7).

Sobre la **plasticidad** de las **propiedades físicas** de las **subrasantes areno-limosas** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

Según el MTC (2016 p.67), menciona que el límite líquido se determina mediante un ensayo de laboratorio, que se desarrolla mediante unos pasos normalizados por la norma NTP 339.129 que nos permite obtener el contenido de humedad en el cual el suelo tiene características de un líquido viscoso, para el cual se usará la cuchara de Casagrande y se aplica a la muestra que ha pasado el Tamiz N° 40 (0.4 mm). En la práctica se tomarán varias muestras cada una con distintos contenidos de humedad se verifica que cuando a los 25 golpes se ha cerrado la hendidura de 12 mm. Mencionar que tenemos tipos de arcillas montmorillonita que viene a ser la más agresiva en cuanto a la expansión debido a su alta capacidad de absorber agua, illita con una capacidad media de absorber el agua y caolinita la más baja en la absorción del agua por ende se concluye que es más recomendable trabajar con arcillas como la illita o la caolinita.

Según el MTC (2016 p.72), describe el límite plástico (LP) como al contenido de humedad por debajo de la cual el suelo se comporta como un sólido se determina con el ensayo normado por la NTP 339.129. para el desarrollo se realiza varias muestras con las que se realizan cilindros de 3 mm de diámetro hasta el punto que se resquebrajen en toda su longitud y se determinará la humedad, finalmente se calcula la media de humedades con ello se obtendrá el LP.

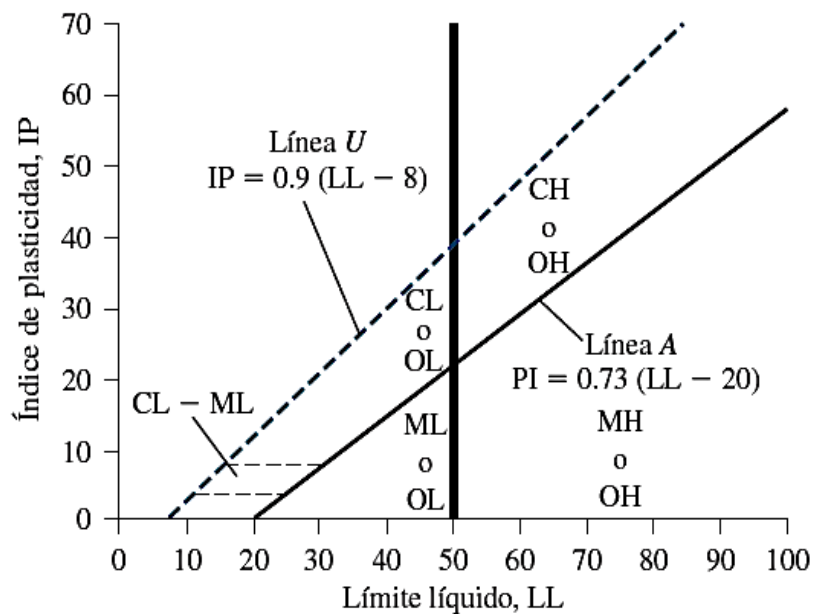
Según Braja (2012, p. 16) define que el índice plástico solo considera a las partículas finas, es importante determinar el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) que se define como la diferencia entre LL y LP. Como se indica a continuación: $IP = LL - LP$

Tabla 6 Índice de plasticidad

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

Nota. Según el valor de IP se determina su característica. Fuente: MTC (2014, P.34)

Figura 4 Carta de Plasticidad de Casagrande



Nota. Propiedades geotécnicas del suelo. Fuente: Braja (2012, p. 20).

Sobre la **gravedad específica** de las **propiedades físicas** de las **subrasantes areno-limosas** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

Según Bowles (1982, p.28), para obtener la **gravedad específica** de los granos de suelo G_s , se requiere hallar el peso y el volumen de una porción representativa de la muestra en estudio.

En caso de que la muestra de suelo se disuelva rápidamente en el agua o que flote en ella, por ende, no se utilice el agua, el método de ensayo D 5550 puede ser usado para determinar la gravedad específica de los sólidos.

Tabla 7 Tipo de suelo en relación a la gravedad específica

Tipo de suelo	G_s
Arena de cuarzo	2.64 -2.66
Limo	2.67-2.73
Arcilla	2.70 -2.9
Marga	2.60 -2.75
Loess	2.65 -2.73
Turba	1.30 -1.9

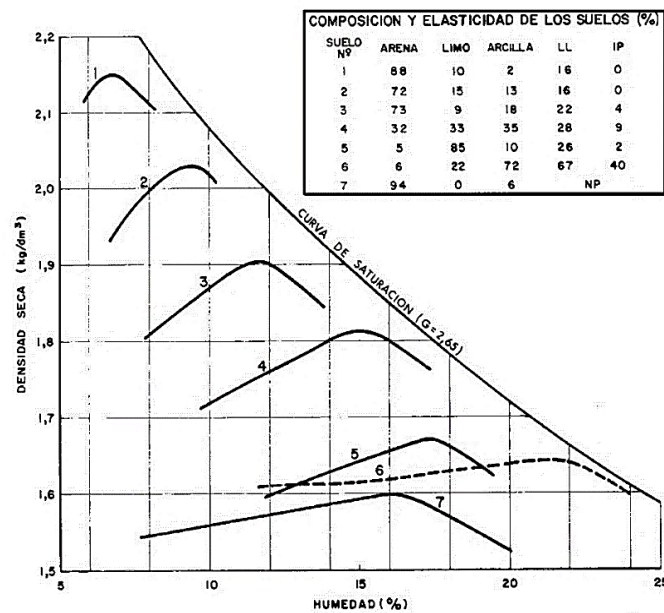
Nota. Según el tipo de muestra se estable rangos de la G_s. Fuente: Braja (2012, p.10).

Sobre la **compactación** de las **propiedades mecánicas** de las **subrasantes areno-limosas** tenemos las siguientes teorías relacionadas:

El ensayo de laboratorio de proctor modificado según la norma MTC E 115 nos permite hallar los valores entre el contenido de humedad (%) y la densidad máxima seca (kg/cm³) en busca del valor más óptimo. En la práctica, en la medida que se aumenta la humedad a la muestra ensayada, se determina un punto para la densidad seca dentro de la curva de compactación.

Para aplicar este ensayo se hará en suelos que tienen 30% o menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" (19,0 mm). Para los suelos con mayor al 30% que se retienen en el tamiz de 3/4" se realizará con el método de prueba estándar, para corrección de unidad de peso y contenido de agua para suelos que contiene partículas de sobre tamaños se aplicara la (ASTM 4718). La norma nos brinda 3 métodos alternativos, el método A, B y C, en el caso del A y B se emplea un molde de diámetro de 4" donde se compactará en 5 capas aplicando 25 golpes con el martillo o pisón, y en el caso del método C, se usará un molde de 6" de diámetro compactando en 5 capas con 56 golpes.

Figura 5 Curvas de compactación para diversos materiales



Nota. Densidad seca (kg/cm³) – humedad (%). Fuente: Johnson y Sallberg (1962, p.44)

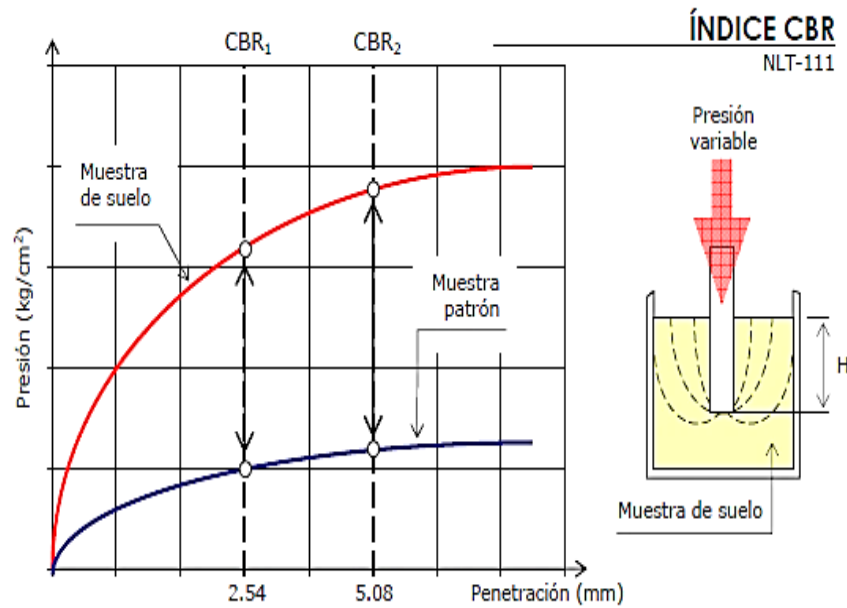
Sobre la **capacidad de carga** de las **propiedades mecánicas** de las **subrasantes areno-limosas** tenemos las siguientes teorías relacionadas: Según Crespo (2004, p.112) el valor soporte relativo de un suelo (C.B.R) es un índice de resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad, se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo compactada con una humedad óptima (próctor), la velocidad de penetración de la carga es de 1,27 mm/min. Se construye una gráfica presión – penetración y en ella se toman los valores correspondientes a una profundidad de 2.54 y 5.08 mm, o (0.1 y 0.2 pulgadas).

Tabla 8 Categorías de subrasante de acuerdo a su CBR

CATEGORÍA DE SUBRASANTE	CBR
Subrasante inadecuada	CBR < 3
Subrasante pobre	3 ≤ CBR < 6
Subrasante regular	6 ≤ CBR < 10
Subrasante buena	10 ≤ CBR < 20
Subrasante muy buena	20 ≤ CBR < 30
Subrasante excelente	30 ≤ CBR

Nota. En caso de que el valor de CBR < 6, se tendrá que mejorar la naturaleza del suelo. Fuente: MTC (2014, p. 37)

Figura 6 Índice de CBR



Nota. Comparación de CBR a 2.54 y 5.08 mm de penetración. Fuente: Bañon y Beviá (2015, p.18).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

3.1.1 Tipo

- **Por enfoque**

Según Hernández, Fernández y Batista (2000, p.6), la investigación cuantitativa sigue un proceso secuencial probatorio, y por lo tanto no puede saltarse ningún periodo, se orienta a la comprobación estadística y numérica. Por ende investiga problemas que se puedan medir, comprueba sus hipótesis y llegar a sus conclusiones.

Se tiene por finalidad relacionar las causas con las variables mediante sus hipótesis, se requiere hacer las mediciones de la magnitud de los fenómenos o problemas de investigación, obtener datos precisos es el objetivo, se tiene que dar una validez para tener un control e interpretación de los resultados y se extrae una serie de conclusiones.

La investigación estudiada se enfoca en los suelos areno-limosos, con la finalidad de conocer su comportamiento mecánico, sus características químicas y físicas, se agregó cierta cantidad de residuos de ignimbrita (sillar) y un activador (cal de obra) a la muestra patrón en diferentes dosificaciones, que serán evaluados con ensayos normalizados dándonos resultados cuantitativos para ser interpretados y validar las hipótesis planteadas con el fin de dar una conclusión objetiva. Con lo mencionado podemos decir que tiene un enfoque cuantitativo.

- **Por propósito**

Según Ñaupas H. et al (2018, p.136), la investigación aplicada es el empleo de los conocimientos teóricos y los convierte en conocimientos prácticos para resolver problemas sociales, mejorar las condiciones de vida transformando dichos saberes en beneficio de la comunidad, sus fases son planeación, ejecución y comunicación de resultados.

Se caracteriza fundamentalmente por que los conocimientos se aplican en la realidad, se encuentra muy estrechamente vinculada con la investigación básica, por que depende de los resultados y avances que ha tenido dicha investigación, lo que le interesa al investigador es como dar solución a los problemas que se presentan en la realidad, están diseñadas y direccionadas para dar solución a problemas específicos, son estudios de pequeña escala

que puedan dar resultados prácticos y ser utilizados a corto plazo, identificados por el investigador.

Por lo mencionado por el autor, la investigación estudiada, es aplicada porque el objetivo es dar una solución práctica, para determinar las propiedades mecánicas de las subrasantes areno-limosas utilizando residuos de ignimbrita y un activador (cal de obra), para lo cual aplicaremos los conocimientos teóricos como base en la interpretación de los resultados y en beneficio de la población.

3.1.2 Nivel

- **Exploratorio**

Según Cabezas, et al (2018, p.68), la investigación de nivel exploratorio se da cuando el tema o problema investigado no tiene referencias de libros, estudios monográficos, tesis hay una carencia de información sistematizada y estructurada que no nos permita comprender el tema de estudio.

Tiene una importancia ya que nos permiten explorar esos fenómenos desconocidos y conocer sus dimensiones variables, permitiéndonos plantearnos nuevos problemas, amplia los conocimientos, son flexibles en su método carecen de una metodología bien estructurada donde el investigador pone a prueba su creatividad para comprender el fenómeno que se desconoce.

En este caso la investigación desarrollada, es de cierta manera exploratoria porque como lo refiere el autor, el tema estudiado con respecto al activador (cal de obra) hay poca información en la aplicación a subrasantes areno-limosas con adicionando de residuos de ignimbrita, pero servirá como base para las futuras investigaciones del tema.

- **Explicativo**

Según Fidias (2012, p.44), la investigación explicativa, buscan responder por las causas de los fenómenos físicos o sociales y sus componentes, tienen un carácter de causalidad es decir buscan y establecen las relaciones de causa – efecto.

Por lo general implican un grado mayor de conocimiento más complejo, se apoyan en investigaciones descriptivas, correlacionales y exploratorias.

Por lo indicado anteriormente la investigación ejecutada tiende a adquirir características de un nivel explicativo ya que las variables están relacionadas de forma de causa – efecto, debido a que el suelo patrón al ser mezclado con residuos de ignimbrita y un activador (cal de obra), en dosificaciones determinadas, nos resulta un suelo alterado con propiedades químicas, físicas y mecánicas deferentes.

3.1.3 Diseño de investigación

- **Cuasiexperimental**

Según Toro y Parra (2010, p.272), donde en la asignación de los grupos, individuos son elegidos antes de desarrollar el experimento, cumpliendo con una serie de condiciones de validez.

Es un plan de trabajo en que una variable impacta en otra en donde los sujetos no son asignados de manera aleatoria o al azar, sus ventajas son muy prácticas de fácil acceso no se requiere mucho control interviene el criterio del investigador.

Con lo referido anteriormente, el diseño es cuasiexperimental por que se eligió la muestra de estudio por problemas hidrológicos pluviales y la ubicación más desfavorable de la calle, siendo la más representativa a criterio del investigador, apoyándonos de la normativa de pavimentos urbanos CE 0.10 para la designación de la muestra.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variable independiente: Residuos de ignimbrita de la cantera

Añashuayco

Definición conceptual: El **sillar** para Lara (1988, p.13), es un material de construcción en muros, fue empleado por sus características mecánicas, por los habitantes antiguos de la región de Arequipa antes de la llegada de los españoles, dado que presenta un potencial de resistencia a la compresión bastante cercana a la de un ladrillo de arcilla tipo II, siendo utilizarlo en albañilería portante y en techados de forma curva.

Es una roca piroclástica que cubre grandes extensiones del flanco occidental andino del Perú. La ignimbrita es una roca ígnea producto del depósito volcánico, y que consiste en toba dura compuesta de fragmentos de roca y

fenocristales en una matriz de fragmentos de vidrio semejantes a polvo, junto con pedazos de piedra pómez y bloques de lava densa.

3.2.2 Variable dependiente: subrasantes areno-limosas

Definición conceptual: Según norma CE. 010 Pavimentos Urbanos (2010, p.53), la subrasante es la capa inferior del pavimento paralela, donde se describen las calidades de los materiales, procedimientos constructivos y controles a seguir para alcanzar un nivel adecuado, el profesional responsable a cargo del proyecto tiene la facultad de considerar el uso de materiales geosintéticos y estabilizadores en caso lo considere conveniente.

3.2.3 Matriz de operacionalización

(Ver Anexo B, matriz de operacionalización de variables.)

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Niño (2011, p.55) es un conjunto que esta conformado por todas las unidades de estudio (sujetos, objetos, fenomenos), que pertenecen a la comunidad de la investigacion.

La población surge de la necesidad de aplicar determinados instrumentos investigativos de hacer distintas acciones, con aquellos individuos de un grupo de estudio que estan implicados en este proceso.

Por lo mencionado, la población para la investigación del proyecto está constituido por los suelos areno-limosos ubicados en la calle los Exploradores en el distrito de Quequeña provincia de Arequipa.

3.3.2 Muestra

Según Muñoz (2015, p.168), la muestra son los elementos que se encuentran en la población, por ende, es representativa esto trae como consecuencia que el objeto, problema o fenómeno a investigar, se encuentra en la muestra seleccionada, para luego extrapolar los resultados a toda la población.

Como lo menciona el autor, para el proyecto estudiado es un segmento de la población que consta de 300 m de vía local, ubicado en la calle los

Exploradores del distrito de Quequeña provincia de Arequipa y para la extracción de la muestra se tomó en cuenta conforme indica la norma CE.010 pavimentos urbanos, realizándose una calicata.

Tabla 9 Cantidad de calicatas a investigar según el tipo de vía

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Nota. Se considera el tipo de vía. Fuente: norma CE.010 Pavimentos Urbanos (2010, p.23).

Para el estudio de las muestras del suelo se consideró 4 dosificaciones que están en función a un peso total de 50 kg, que se detallan a continuación:

Tabla 10 Descripción de dosificaciones

Descripción	Muestras de estudio			Código
	Suelos	Cal	Ignimbrita	
Dosificación N° 01	100%	0%	0%	M1-SP
Dosificación N° 02	95%	5%	0%	M2-SC
Dosificación N° 03	75%	5%	20%	M3-SCI20%
Dosificación N° 04	65%	5%	30%	M4-SCI30%

Nota. Elaboración propia

Con las dosificaciones (D) mencionadas, se realizó los siguientes especímenes (E), para cada indicador de la variable dependiente de la siguiente manera:

Tabla 11 Cantidad de especímenes, indicador N° 01 alcalinidad

Indicador N° 01: Alcalinidad (pH)			
D-1	D-2	D-3	D-4
Cantidad de especímenes por dosificación			
E-1	E-1	E-1	E-1
E-2	E-2	E-2	E-2
E-3	E-3	E-3	E-3
Total, de especímenes: 12			

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12 Cantidad de especímenes ,indicador N° 02 granulometría.

Indicador N° 02: Escala Granulométrica (mm)			
D-1	D-2	D-3	D-4
Cantidad de especímenes por dosificación			
E-1	E-1	E-1	E-1
E-2	E-2	E-2	E-2
E-3	E-3	E-3	E-3
Total, de especímenes: 12			

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13 Cantidad de especímenes, indicador N° 03 plasticidad.

Indicador N° 03: Plasticidad (IP)			
D-1	D-2	D-3	D-4
Cantidad de especímenes por dosificación			
E-1	E-1	E-1	E-1
E-2	E-2	E-2	E-2
E-3	E-3	E-3	E-3
Total, de especímenes: 12			

Nota. Elaboración propia.

Tabla 14 Cantidad de especímenes, indicador N° 04 gravedad específica.

Indicador N° 04: Gravedad específica (Gs)			
D-1	D-2	D-3	D-4
Cantidad de especímenes por dosificación			
E-1	E-1	E-1	E-1
E-2	E-2	E-2	E-2
E-3	E-3	E-3	E-3
Total, de especímenes: 12			

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15 Cantidad de especímenes, indicador N° 05 compactación

Indicador N° 05: Compactación - DMS (gr/cm3)			
D-1	D-2	D-3	D-4
Cantidad de especímenes por dosificación			
E-1	E-1	E-1	E-1
E-2	E-2	E-2	E-2
E-3	E-3	E-3	E-3
E-4	E-4	E-4	E-4
Total, de especímenes: 16			

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16 Cantidad de especímenes, indicador N° 06 capacidad de carga.

Indicador N° 06: Capacidad de Carga – CBR (%)			
D-1	D-2	D-3	D-4
Cantidad de especímenes por dosificación			
E-1	E-1	E-1	E-1
E-2	E-2	E-2	E-2
E-3	E-3	E-3	E-3
Total, de especímenes: 12			

Nota. Elaboración propia

3.3.3 Muestreo

Según Niño (2011, p.57), es la parte en que preguntamos a los objetos, fenómenos y individuos, investigados para poder comprenderlos, con el fin de extrapolar los resultados, tener en cuenta dos criterios el tamaño de muestra sea adecuado y el muestreo haya sido tomado de manera probabilística o no probabilística.

Probabilístico todas las unidades que conforman la población tienen la misma posibilidad para participar del estudio ya que el proceso garantiza la aleatoriedad con el marco muestral o base de datos, por lo contrario, el muestreo no probabilístico no garantiza la participación de todas las unidades no se realiza al azar.

Tipos de muestreo no probabilístico:

Muestreo accidental: Cuando se selecciona de una manera directa y práctica.

Muestreo por expertos: Se caracteriza por la participación de personas que por sus conocimientos tienen un mejor juicio para elegir la muestra.

Muestreo intencional: Se toma la muestra en función al interés del investigador.

Muestreo por cuotas: Para la elección de la muestra se tomará en cuenta ciertos datos de la población.

En relación a lo mencionado por el autor, el proyecto de estudio, es de tipo de muestreo no probabilístico de tipo intencional, porque para la elección de la muestra se consideró la zona más afecta por problemas hidrológicos pluviales y presencia de materia orgánica, a criterio del investigador.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1 Técnica

Según Arias (2020, p.54) las técnicas son las respuestas al “¿Cómo hacer?”, permiten el desarrollo científico y metodológico de la investigación, en este caso las técnicas no son el fin, sino el medio. En las investigaciones cuantitativas son las herramientas y el procedimiento disponible para que los investigadores puedan obtener datos y tener una guía el camino para la recolección de datos.

Según Fidias (2012, p.69) la observación directa es un procedimiento de recopilación de información que proporciona una representación de la realidad de los fenómenos estudiados a través de los ojos del investigador. Con lo citado anteriormente, podemos afirmar que, en el desarrollo del proyecto de investigación, se utilizó la técnica de observación directa, en los diferentes ensayos ejecutados apoyándonos de las normas establecidas.

3.4.2 Instrumento

Según Muñoz (2015, p.86), todo instrumento debe cubrir tres requisitos indispensables que son la confiabilidad, validez y ser objetivos, este recurso es utilizado por el investigador para registrar la información mediante fichas técnicas, cuestionarios, es decir son los indicadores que nos permitirán confirmar o refutar nuestras hipótesis.

Por lo mencionado por el autor, para la presente investigación se utilizó como instrumento de registro de datos las fichas técnicas, porque nos permite obtener una mejor interpretación de resultados.

Las fichas técnicas son las siguientes:

- ✓ Ficha técnica 01: Alcalinidad (pH) **(ver Anexo C)**
- ✓ Ficha técnica 02: Escala Granulométrica (mm) **(ver Anexo D)**
- ✓ Ficha técnica 03: Plasticidad (IP) **(ver Anexo E)**
- ✓ Ficha técnica 03: Gravedad específica (Gs) **(ver Anexo F)**
- ✓ Ficha técnica 04: Compactación - DMS (gr/cm³) **(ver Anexo G)**
- ✓ Ficha técnica 05: Capacidad de Carga – CBR (%) **(ver Anexo H)**

3.4.3 Validez

Según Muñoz (2015, p.186), se caracteriza por medir el grado de validez en las fichas técnicas de recolección de datos, donde se encuentran los indicadores de la variable en estudio.

Por Hernández et al (2000, p.200), la validez por juicio de expertos está constituido por un grupo humano interdisciplinario que se encargara de evaluar la coherencia, claridad, importancia y capacidad, con la que tienen que redactar los indicadores.

Para validar un instrumento de medición, se necesita ser evaluado por un equipo de expertos, obteniéndose un índice de validez para su aprobación. Como se acaba de mencionar en el proyecto estudiado se realizó la validez por juicio de expertos, conformado por tres profesionales de la carrera de Ingeniería Civil registrados en el colegio de ingenieros, donde dan su puntuación de validez en relación a cada ficha técnica.

Tabla 17 Rangos de validez

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.00	Validez perfecta

Nota. Valores para determinar la validez de los indicadores. Fuente: Herrera (1998)

3.4.4 Confiabilidad

Para Cohen y Gómez (2019, p.38), es el grado de seguridad, en el cual la aplicación repetida de un instrumento a un mismo individuo, produce resultados iguales o similares, a lo largo del tiempo, entre investigadores.

Por lo citado anteriormente, para el desarrollo de los ensayos normalizados por cada espécimen de muestra se repitió tres veces, para así tener una confiabilidad de los resultados, además se adjunta los certificados de calibración de los equipos de laboratorio utilizados. **(Ver Anexo I)**

3.5 Procedimientos

Etapa N° 1: Identificación, extracción de los materiales de partida

- Determinar la ubicación de la calicata
- Excavación de la calicata:
 - ✓ Profundidad: 1.5m
 - ✓ Cantidad: 200 kg
- Acopio de muestra y registro
- Entrega a laboratorio de la muestra para los ensayos
 - ✓ Alcalinidad (pH)
 - ✓ Escala Granulométrica (mm)
 - ✓ Plasticidad (IP)
 - ✓ Gravedad específica (Gs)
 - ✓ Compactación - DMS (gr/cm³)
 - ✓ Capacidad de Carga – CBR (%)
- Realizar los formatos para los ensayos
 - ✓ Fichas técnicas
 - ✓ Gráficos para la interpretación de los resultados.

Etapa N° 2: Acopio de materiales de investigación residuos de Ignimbrita de la Cantera de Añashuayco (sillar) y cal de obra (activador)

- Cantera Añashuayco: 100 kg
- Determinar las características químicas y físicas
- Cal de obra: 20 kg
- Determinar las características químicas y físicas ficha técnica del producto.

Etapa N° 3: Diseño y dosificación de especímenes

Se realizó la trituración y molienda de la ignimbrita (sillar), se tamizó por la malla # 50, se procedió a dosificar en función al peso total de 50 kg por muestra. Una vez determinado el porcentaje de participación del suelo, residuos de ignimbrita (sillar) y cal de obra (activador), en una bandeja se realizó la homogenización de los materiales mencionados.

Tabla 18 *Dosificaciones para cada muestra*

Descripción	Suelos	Cal	Ignimbrita	Código
Dosificación N° 01	100%	0%	0%	M1-SP
Dosificación N° 02	95%	5%	0%	M2-SC
Dosificación N° 03	75%	5%	20%	M3-SCI20%
Dosificación N° 04	65%	5%	30%	M4-SCI30%

Nota. Elaboración propia.

Etapa 4: Preparación de especímenes

Se realizó en función al indicador, apoyándonos en las normas NTP, ASTM, MTC.

Etapa 5: Ensayos de laboratorio

Se desarrollaron los ensayos en relación a los indicadores propuestos, por la variable dependiente que son los siguientes:

➤ **Ensayo 01: Alcalinidad (pH)**

- ✓ Norma: NTP 339.176
- ✓ Por dosificación, tres especímenes
- ✓ Equipos: Potenciómetro, balanza, tamiz malla N° 10.

➤ **Ensayo 02: Escala Granulométrica (mm)**

- ✓ Norma: NTP 339.128
- ✓ Por dosificación, tres especímenes
- ✓ Equipos: Tamices normalizados ASTM

➤ **Ensayo 03: Plasticidad (IP)**

- ✓ Norma: NTP 339.129
- ✓ Por dosificación, tres especímenes
- ✓ Equipos: cuchara de Casagrande, vidrio de reloj, recipientes.

➤ **Ensayo 04: Gravedad específica (Gs)**

- ✓ Norma: NTP 339.131
- ✓ Por dosificación, tres especímenes
- ✓ Equipos: Fiola calibrada, balanza.

➤ **Ensayo 05: Compactación - DMS (gr/cm³)**

- ✓ Norma: NTP 339.141
- ✓ Por dosificación, cuatro especímenes

- ✓ Equipos: Moldes, pisón o martillo, extractor de muestras, balanza.

➤ **Ensayo 06: Capacidad de Carga – CBR (%)**

- ✓ Norma: NTP 339.145

- ✓ Por dosificación, tres especímenes

- ✓ Equipos: Prensa, moldes de metal, medidor de expansión, pistón de penetración, dial, tanque de agua.

Etapa 6: Interpretación de resultados

Para tener una mejor interpretación de los resultados se utilizó gráficos.

Etapa 7: Conclusiones

Se realizó una argumentación por cada indicador según los resultados obtenidos.

3.6 Métodos de análisis de datos

Según Salas (2018, p.3) la estadística es la ciencia que nos va a permitir describir nuestros datos, para poder tomar decisiones, con el fin de obtener conclusiones más razonables.

Según Fidias (2012, p.111), la estadística descriptiva describe de manera cuantitativa los fenómenos de estudio, encargándose de recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas, gráficos, cuadros, tabulaciones, mientras que la estadística inferencial su objetivo es deducir y sacar conclusiones acerca de situaciones y generalizarlas a toda la población.

Por lo indicado anteriormente, en el desarrollo de la investigación se utilizó la estadística descriptiva, porque se analiza de manera cuantitativa los resultados empleando tablas, gráficos y cuadros con los cuales se podrá dar una mejor interpretación de los resultados de todos los indicadores de la variable dependiente.

3.7 Aspectos éticos

Según Neill D. & Cortez L. (2018, p.49), la ética de la ciencia, se encarga de las normas morales. Es el uso de la libertad que tenemos los individuos de una comunidad científica, para tomar decisiones en un sentido racional.

En el proyecto de investigación, se extrajo información como base teórica y sustento, por lo cual se respetará la autenticidad del contenido de las referencias bibliográficas y de los informes técnicos de recopilación de datos, con el fin de generar una información confiable y fidedigna. El proyecto investigado cuenta con la aprobación del turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1 Desarrollo de procedimiento

Ubicación y descripción de lugar de estudio

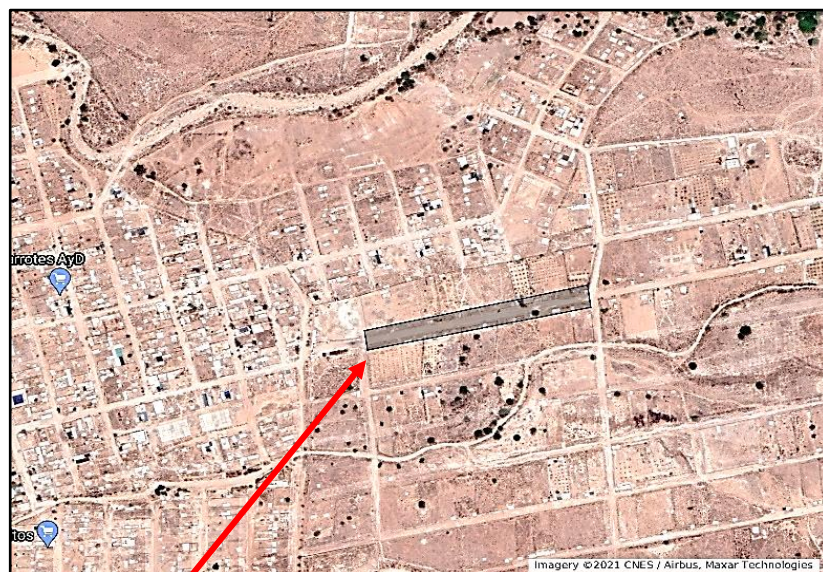
La investigación se ubica en el distrito de Quequeña en la provincia de Arequipa, departamento Arequipa. Cuenta con una superficie total de 34.93 km², a una altitud media de 2436 m.s.n.m, su población es de 4784 hab. (2017), se encuentra al margen izquierdo de la avenida Yarabamba, la zona de estudio es la calle Explorados que tiene una longitud aproximada 300 m de vía local, donde se desarrolló el estudio del proyecto.

Figura 7 Mapa de ubicación del distrito de Quequeña



Nota. Lugar de investigación del proyecto. Fuente: Municipalidad distrital y villa de Yarabamba.

Figura 8 Zona de estudio del proyecto



Nota. Calle exploradores, 300 m de vía local. Fuente: Google Maps

Etapa N° 1: Identificación, extracción de los materiales de partida

La calicata se realizó con una profundidad de 1.5 m, en el margen derecho de la calle los Exploradores.

Figura 9 *Identificación de la calicata representativa*



Nota. Elaboración propia

Figura 10 *Excavación de la calicata*



Nota. Elaboración propia.

Etapa N° 2: Acopio de materiales de investigación residuos de Ignimbrita de la Cantera de Añashuayco (Sillar) y cal de obra (activador)

Residuos de ignimbrita: Para la obtención de la muestra, se tuvo que ir a la cantera de Añashuayco situado en el cono norte de la ciudad de Arequipa en el distrito de Yura.

Figura 11 Acopio de residuos de ignimbrita (sillar)



Nota. Elaboración propia

Figura 12 Embolsado de los residuos de ignimbrita (sillar)



Nota. Elaboración propia

Cal de obra: Este producto químico se compró de la tienda de Sodimac ubicado en la Av. Porongoche del distrito de Paucarpata del departamento de Arequipa, la marca del producto es **TOPEX**

Figura 13 Cal de obra



Nota. Elaboración propia

Etapa N° 3: Diseño y dosificación de especímenes

Primeramente, se realizó la trituración y molienda de la ignimbrita (sillar), se tamizo por la malla # 50, se procede a dosificar en relación al peso total de 50 kg por muestra. Con los porcentajes de participación del suelo, residuos de ignimbrita (sillar) y cal de obra (activador), en una bandeja se procedió a la homogenización de los materiales mencionados.

Tabla 19 Porcentaje de participación de los materiales

Descripción	Suelos	Cal	Ignimbrita	Código
Dosificación N° 01	100%	0%	0%	M1-SP
Dosificación N° 02	95%	5%	0%	M2-SC
Dosificación N° 03	75%	5%	20%	M3-SCI20%
Dosificación N° 04	65%	5%	30%	M4-SCI30%

Nota. Elaboración propia

Figura 14 Trituración y molienda de los residuos de ignimbrita (sillar)



Nota. Elaboración propia

Figura 15 Homogenización de los materiales según su dosificación.



Nota. Elaboración propia

Etapa 4: Preparación de especímenes

- Se realizaron los especímenes para experimentar en los ensayos según los indicadores de la variable dependiente los cuales son: Alcalinidad (pH), compactación - DMS (gr/cm³) y capacidad de Carga – CBR (%) como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 20 *Preparación de especímenes por indicador*

Muestra	pH	Compactación – DMS (gr/cm³)	Capacidad de carga CBR (%)
Cantidad de especímenes por indicador			
M1-SP	3	4	3
M2-SC	3	4	3
M3-SCI20%	3	4	3
M4-SCI30%	3	4	3
total	12	16	12

Nota. Elaboración propia.

Etapa 5: Ensayos de laboratorio

A continuación, se detallan los ensayos normados de la variable dependiente que nos ayudaran a responder nuestras hipótesis y poder dar unas conclusiones más objetivas.

➤ **Ensayo 01: Alcalinidad (pH) - Norma NTP 339.176**

Primeramente, recolectamos la muestra, luego de ello lo llevamos al laboratorio, esparcimos la muestra sobre una bandeja para dejar secar a temperatura ambiente, ahora se procede al tamizado malla 2 mm y se extrae las partículas grandes fuera de la muestra de estudio, se tomara una cantidad de suelo aproximadamente de 30 g, se colocara en un vaso precipitado y se adicionara agua destilada 75 ml al recipiente se agitara la solución por unos minutos se introducirá el electrodo del potenciómetro, teniendo la solución ya reposada, se realizara las lecturas para determinar su pH, se repitiera hasta que los resultados sean constantes, para este caso se repitió tres veces por dosificación.

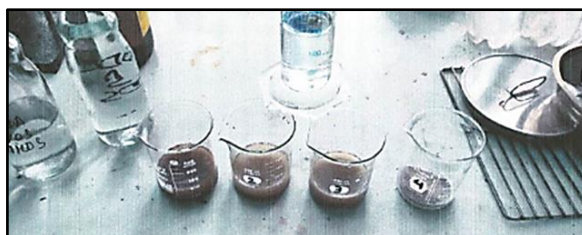
- ✓ Equipos: Potenciómetro, balanza, tamiz malla N° 10.

Figura 16 *Secado de muestras*



Nota. Elaboración propia

Figura 17 *Reposo de soluciones*



Nota. Elaboración propia

Figura 18 *Determinación del pH muestras, M1-SP y M2-SC*



Nota. Elaboración propia

Figura 19 *Determinación del pH muestras, M3-SCI20% y M4-SCI30%*



Nota. Elaboración propia

➤ **Ensayo 02: Escala Granulométrica (mm) - Norma NTP 339.128**

Se toma el peso inicial de la muestra de estudio, como tiene finos procedemos a lavar la muestra, se lleva al horno para su secado durante veinticuatro horas, luego se alista el juego de tamices en forma vertical en una condición de gradación, desde el tamaño más grueso hasta llegar a la matriz más fina con una base de fondo, se vierte la muestra se procede a vibrar los tamices, ahora se iniciara con el aislamiento de cada malla para verificar si hay muestra retenida y pesar dichas muestras, registrándolas en una ficha técnica, así sucesivamente.

✓ Equipos: Tamices normalizados ASTM.

Figura 20 Lavado de muestra y secado al horno



Nota. Elaboración propia

Figura 21 Tamizado de muestras



Nota. Elaboración propia

➤ **Ensayo 03: Plasticidad (IP) – Norma 339.129**

Limite liquido, para realizar el ensayo, primero se tamizo la muestra seca al horno durante veinticuatro horas, luego utilizando la malla número cuarenta se tamiza hasta obtener una cantidad aproximada de 400 gr, se procedio a humedecer el material con agua en un envase hasta obtener una masa con características de una consistencia espesa y suave, despues la muestra se coloca en la cuchara de casagrande, colmar un tercio de su total, utilizando la espátula se tiende y se iguala, moldeando circularmente en un espesor de 1 cm, en el sitio interior maximo se realiza una ranura firme con el calanador en la longitud de su diametro y justamente en la longitud central de la mezcla que se encuentra en la cuchara, para prevenir la rotura de suelo en la longitud de la ranura se realiza muchas pasadas, finalmente se gira la manivela al intelecto dos giros por cada segundo, tomar nota de los golpes hasta que las paredes de dicha ranura lleguen a unirse en el interior de la muestra y se obtiene la humedad de cada especimen.

Figura 22 *Ensayo en la cuchara de Casagrande*



Nota. Elaboración propia

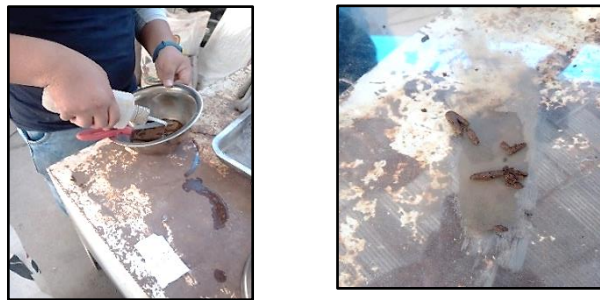
Figura 23 *Introduciendo la muestra al horno*



Nota. Elaboración propia

Limite plástico, para ejecutar el ensayo se usa el material utilizado en el limite liquido, exactamente su consistencia para que así se pueda formar los bastones en medio de los dedos y un vidrio esmerilado. Primeramente se utiliza un aproximado de tres gramos de material y se realiza varias circulares para así suprimir la humedad, después se llega a hacer el rodado, finalmente se logra al realizar bastones cilindricos de 3 milímetros de diametro hasta el punto que este presente rajaduras en su loingitud.

Figura 24 *Formación de bastones de la muestra*



Nota. Elaboración propia

Índice de plasticidad, se obtiene por la diferencia entre los valores del limite liquido (LL) y limite plástico (LP), se expresa en porcentaje y no puede ser negativo.

✓ Equipos: cuchara de Casagrande, vidrio de reloj, recipientes.

➤ **Ensayo 04: Gravedad específica de suelos (Gs) Norma NTP 339.131**

Primeramente, se calibrará el matraz con ayuda del termómetro, nos permitirá registrar la temperatura versus el peso del matraz con agua, ahora se procederá a evaluar el material de muestra tamizado por la malla N° 40, entre 100 a 150 gramos, se deposita el material seco dentro del matraz luego adicionamos agua destilada con la finalidad de extraer el aire, volvemos a adicionar agua destilada a su línea de aforo, se toma la temperatura, se procede a colocar la muestra al horno y finalmente con la diferencia de pesos obtendremos la gravedad específica de la muestra.

✓ Equipos: Matraz, estufa, horno, balanza, tamiz N° 40, pipeta, termómetro.

➤ **Ensayo 05: Compactación - DMS (gr/cm³) – Norma NTP 339.141**

Aplicando el procedimiento indicado en la norma, se requiere una muestra de unos 32 kg, se procede con el cuarteo en porciones de 8 kg cada una,

se pesa el molde con la base y sin el collar superior, una vez pesado se le coloca el collar, mezclamos una porción de suelo con una cantidad determinada de agua, introducimos la muestra dentro del molde la quinta parte aproximadamente del volumen del molde, su altura debe ser uniforme, el suelo se compacta en cinco capas sucesivas, cada capa recibe 56 golpes de un pison manejado manualmente por un operador, distribuidos uniformemente, la última capa compactada debe entrar aproximadamente un cm dentro del collar, compactadas las cinco capas se retira el collar y se enrasa el suelo. Finalmente se pesa el molde con el suelo, se extrae una muestra representativa, a la que se le determina la humedad, el ensayo se completa al repetir el procedimiento con las otras porciones de 8 kg, mezclándolas con diferentes cantidades de humedad.

✓ Equipos: Moldes, pison o martillo, extractor de muestras, balanza.

Figura 25 Compactado con el pison, enrasado de muestra y extracción



Nota. Elaboración propia

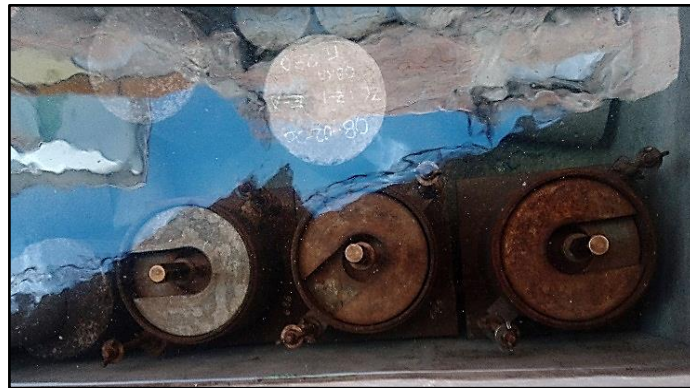
➤ **Ensayo 06: Capacidad de Carga – CBR (%) Norma MTC E 139.145**

Iniciaremos con el cuarteo de la muestra extraída para tener una mejor representatividad, luego se seca con un horno o una cocina a gas, con ayuda de un martillo de goma se destruya los terrones de la muestra,

tamizaremos por la malla N° 4, ahora en funcion al contenido optimo de humedad optenido en el ensayo del proctor se le agregara el porcentaje de agua a la muestra, homogenizaremos y introduciremos la muestra en la probeta en 5 capas, a una probeta se dara 10 golpes, al segunda 25 golpes y ala tercera 56 golpes, una ves terminado el proceso de compactacion, se coloca el deformimetro en la probeta y se satura la probeta en su totalidad en una posa, para asi determinar la expansion de la muestra, pasado las 96 horas se procedera a ensayar las porbetas en la prensa mecanica para obtener la curva de CBR.

✓ Equipos: Papel filtro, deformímetro, prensa, moldes de metal, pistón de penetración, dial, tanque de agua.

Figura 26 Saturación de probetas



Nota. Elaboración propia.

Figura 27 Ensayo del CBR



Nota. Elaboración propia.

Figura 28 *Probetas después de la penetración*

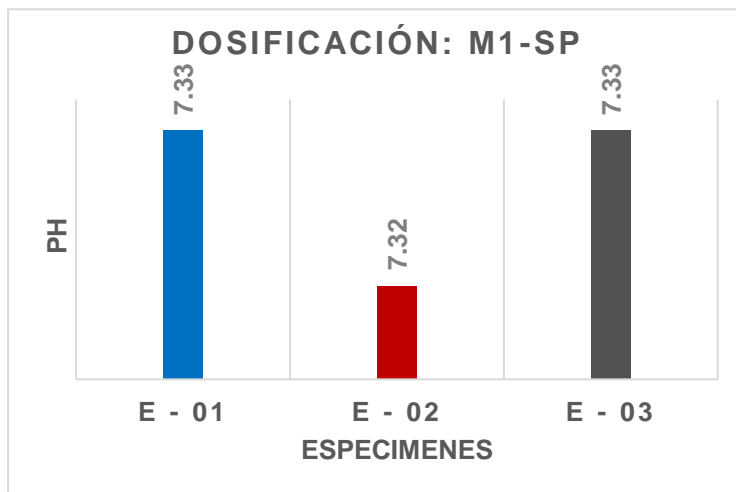


Nota. Elaboración propia.

Etapa 6: Interpretación de resultados

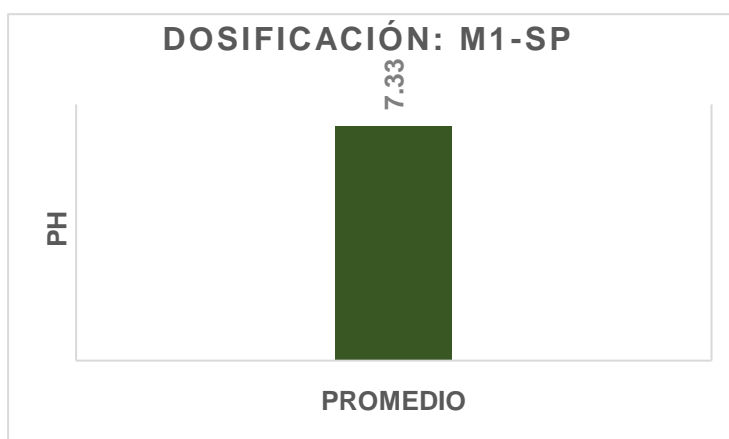
Indicador 01: Alcalinidad (pH)

Gráfico 1 *Ensayo de pH para M1-SP*



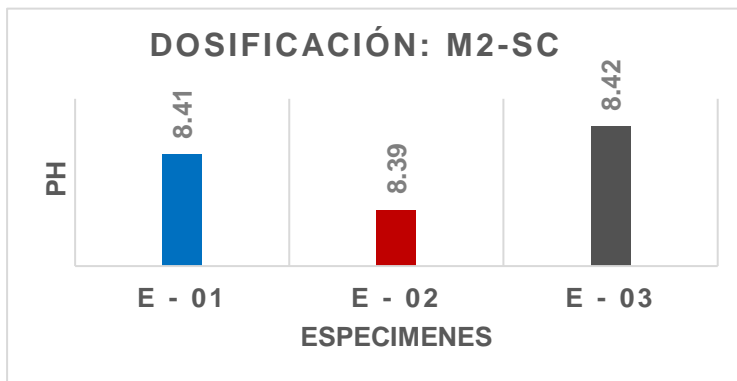
Nota. Elaboración propia

Gráfico 2 *Promedio para el pH de M1-SP*



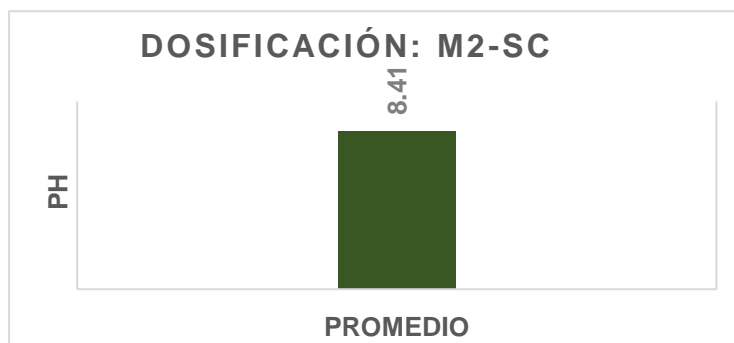
Nota. Elaboración propia

Gráfico 3 *Ensayo de pH para M2-SC*



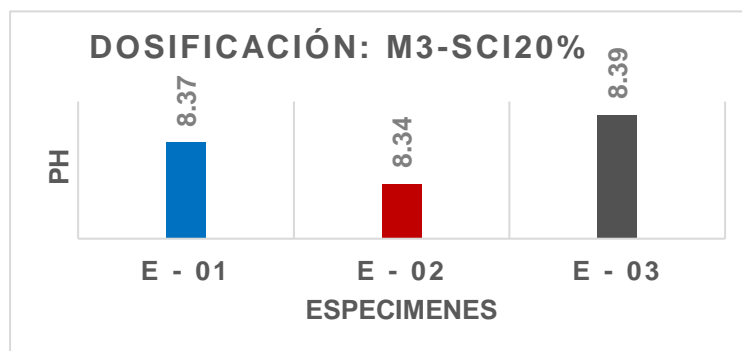
Nota. Elaboración propia

Gráfico 4 *Promedio para el pH de M2-SC*



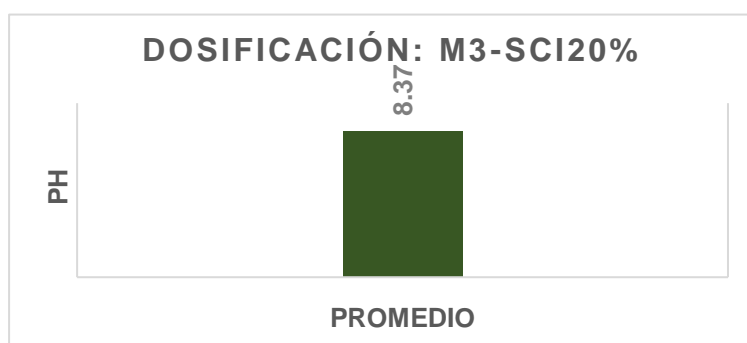
Nota. Elaboración propia

Gráfico 5 *Ensayo de pH para M3-SCI20%*



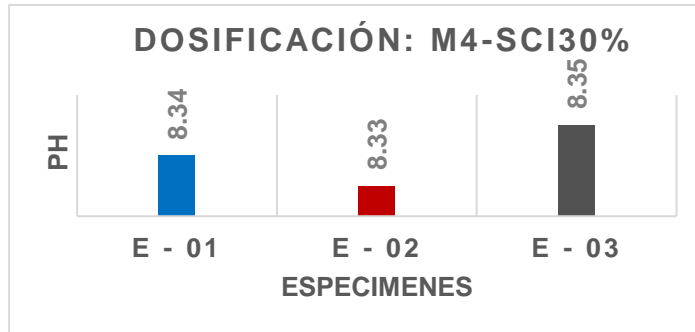
Nota. Elaboración propia

Gráfico 6 *Promedio para el pH de M3-SCI20%*



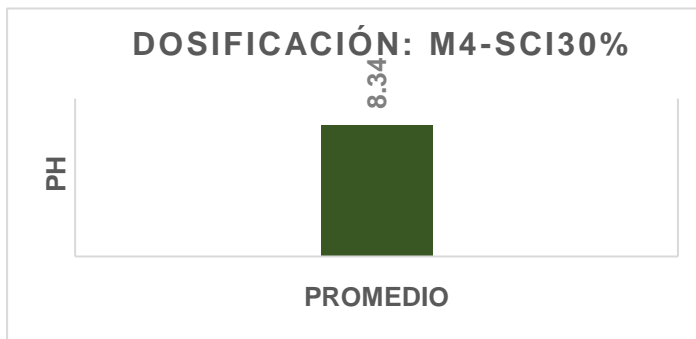
Nota. Elaboración propia

Gráfico 7 Ensayo de pH para M4-SCI30%



Nota. Elaboración propia

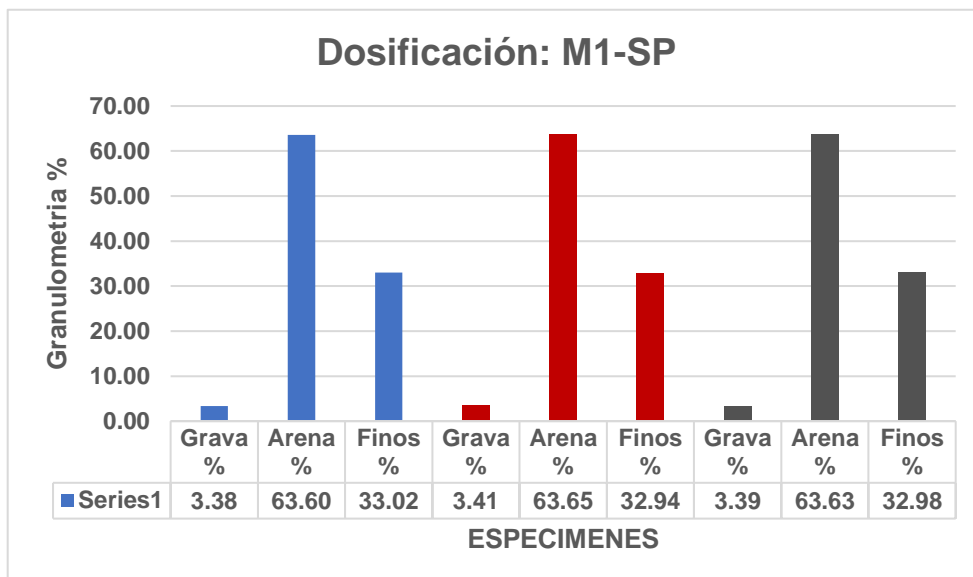
Gráfico 8 Promedio para el pH de M4-SCI30%



Nota. Elaboración propia.

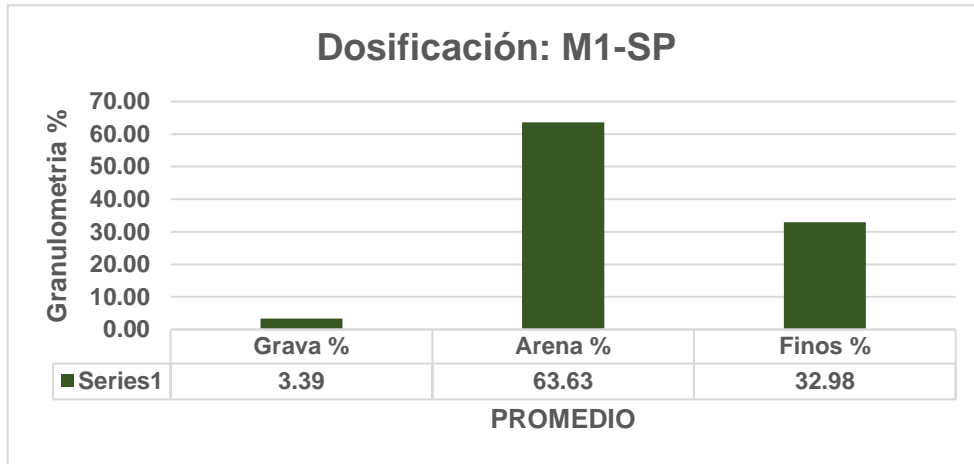
Indicador 02: Escala granulométrica (mm)

Gráfico 9 Ensayo granulométrico para M1-SP



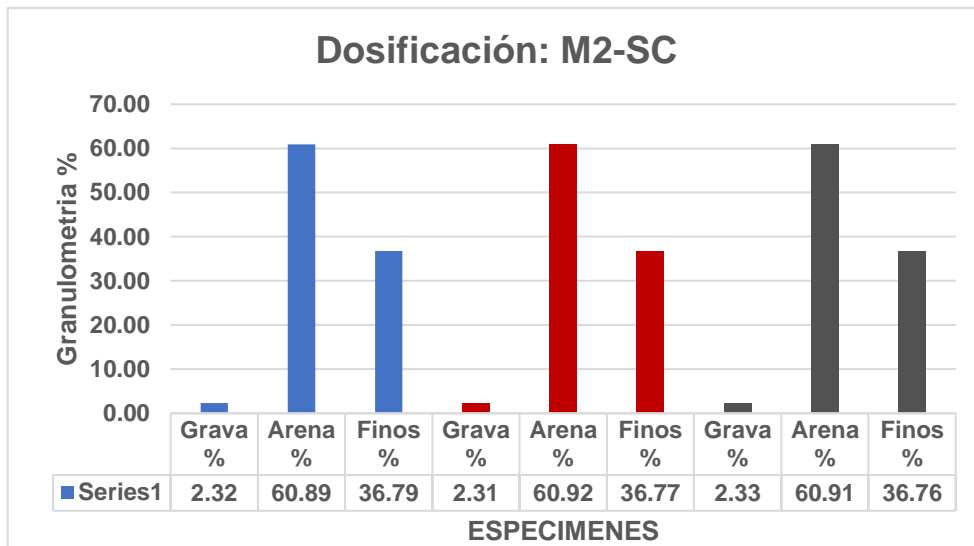
Nota. Elaboración propia

Gráfico 10 Promedio granulométrico para M1-SP



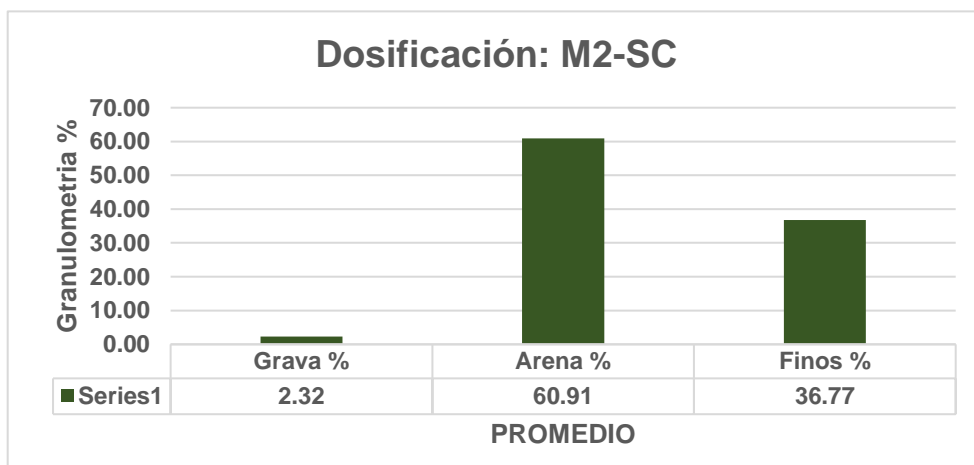
Nota. Elaboración propia

Gráfico 11 Ensayo granulométrico para M2-SC



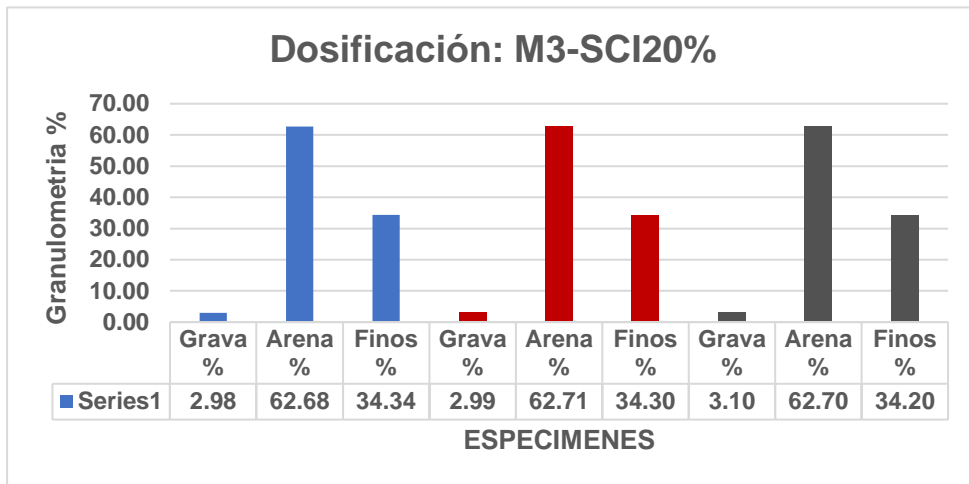
Nota. Elaboración propia

Gráfico 12 Promedio granulométrico para M2-SC



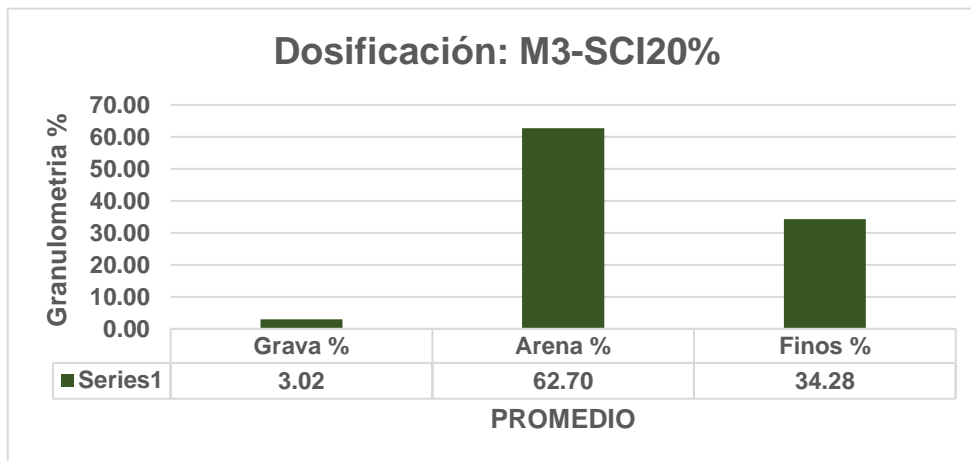
Nota. Elaboración propia

Gráfico 13 *Ensayo granulométrico para M3-SCI20%*



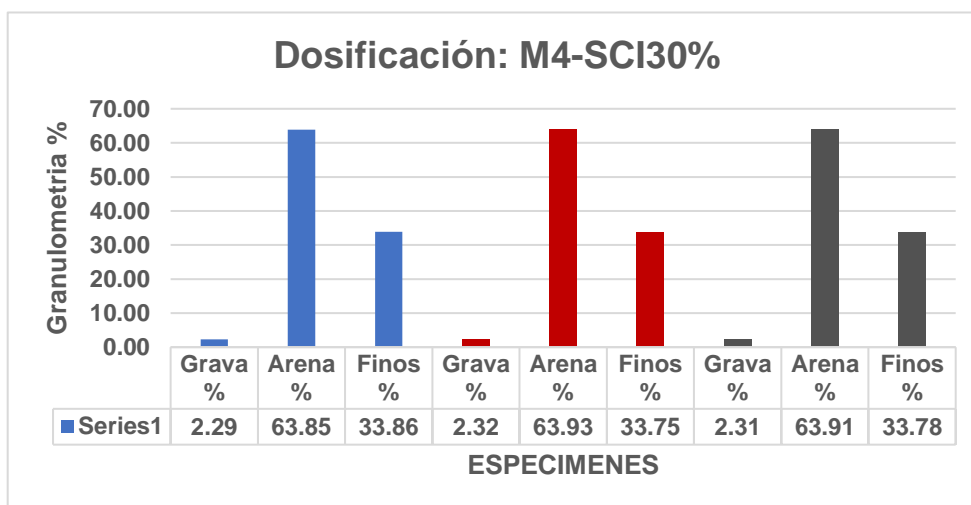
Nota. Elaboración propia

Gráfico 14 *Promedio granulométrico para M3-SCI20%*



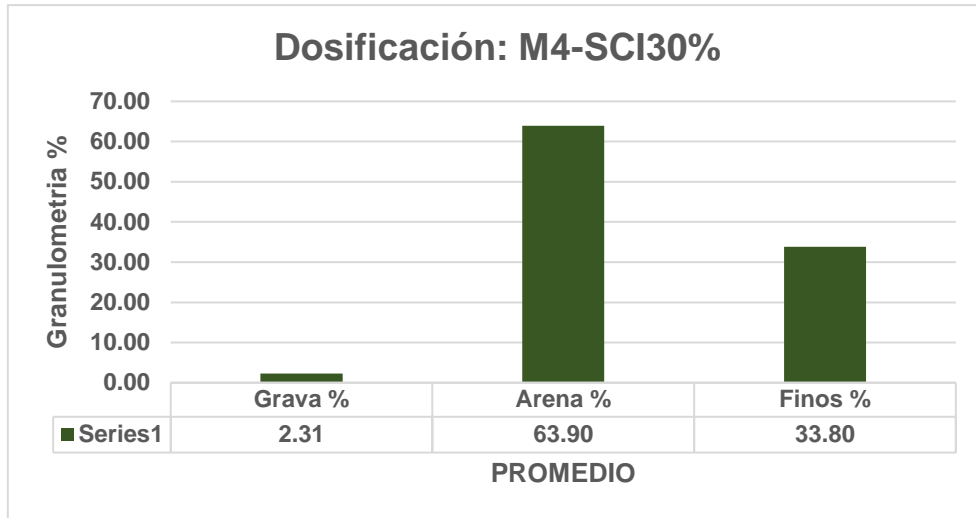
Nota. Elaboración propia

Gráfico 15 *Ensayo granulométrico para M4-SCI30%*



Nota. Elaboración propia

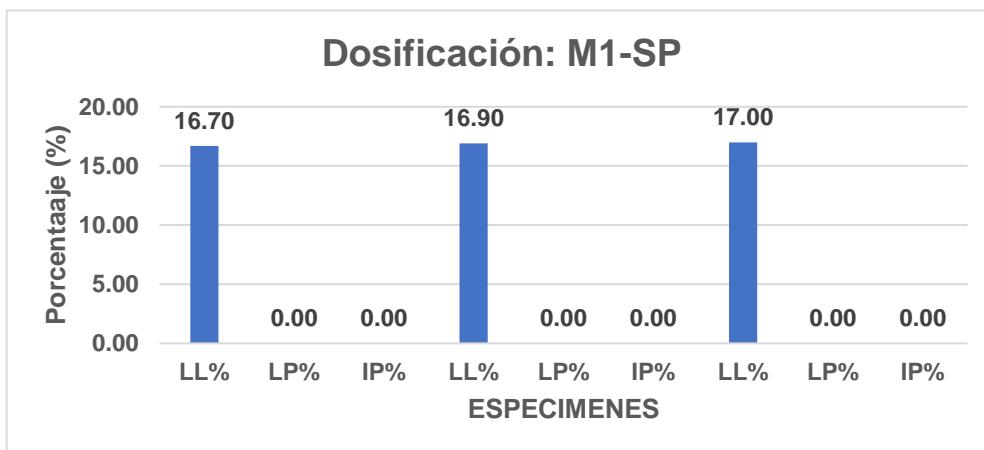
Gráfico 16 Promedio granulométrico para M4-SCI30%



Nota. Elaboración propia

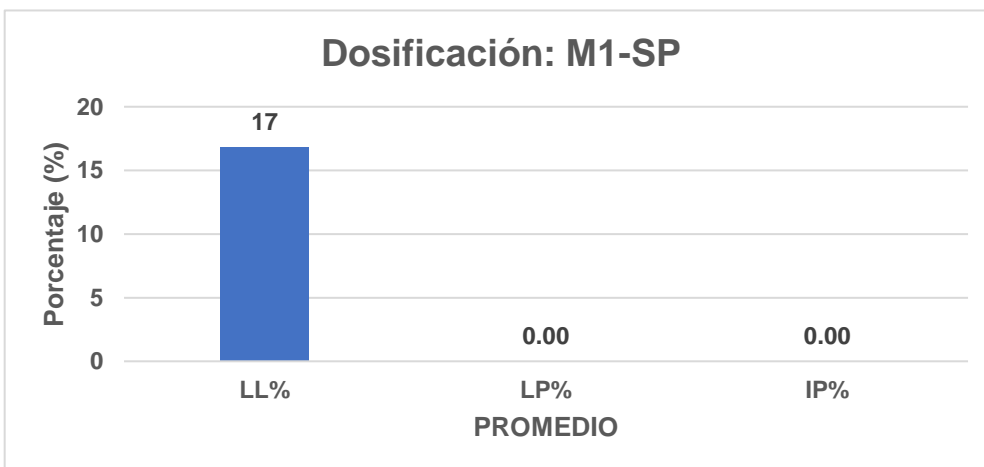
Indicador 03: Plasticidad (IP)

Gráfico 17 Ensayo de plasticidad para M1-SP



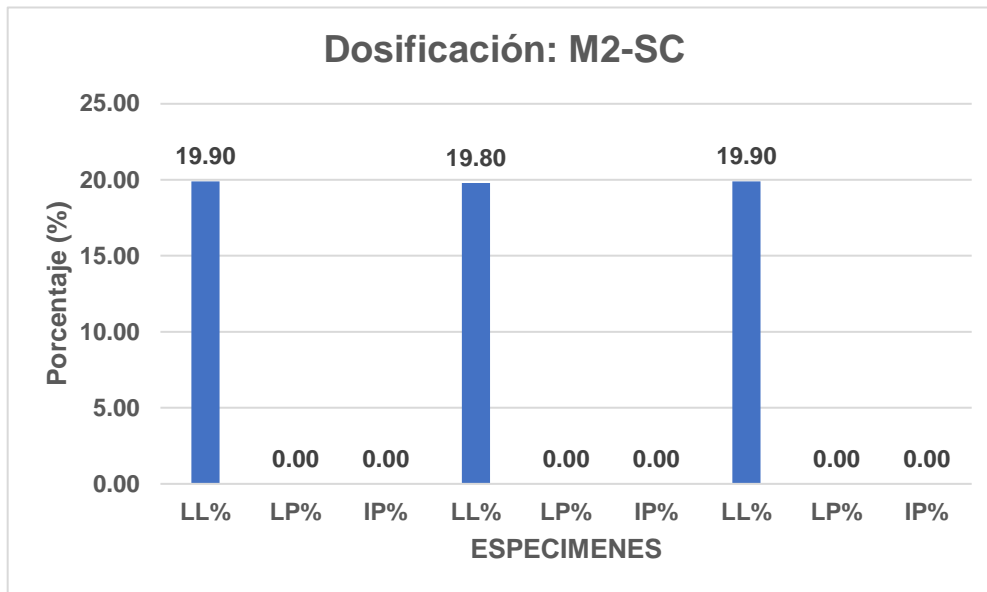
Nota. Elaboración propia

Gráfico 18 Promedio de plasticidad para M1-SP



Nota. Elaboración propia

Gráfico 19 Ensayo de plasticidad para M2-SC



Nota. Elaboración propia

Gráfico 20 Promedio de plasticidad para M2-SC

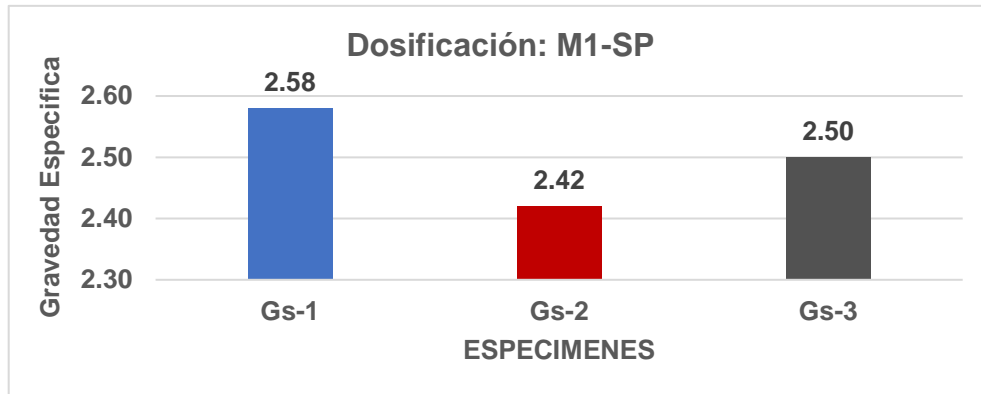


Nota. Elaboración propia

Para el caso de la muestra M3-SCI20% y M4-SCI40% no presenta ningún valor en el límite líquido, ni el límite plástico por ende no tiene índice de plasticidad.

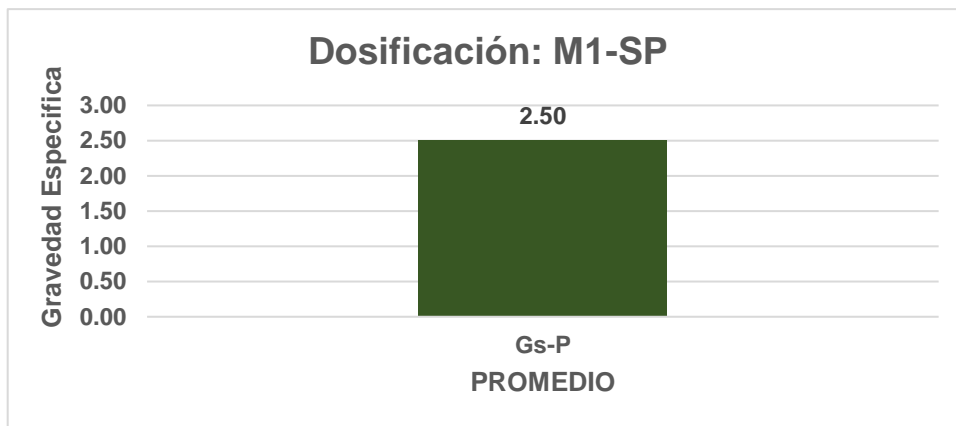
Indicador 04: Gravedad específica (Gs)

Gráfico 21 *Ensayo de la gravedad específica para M1-SP*



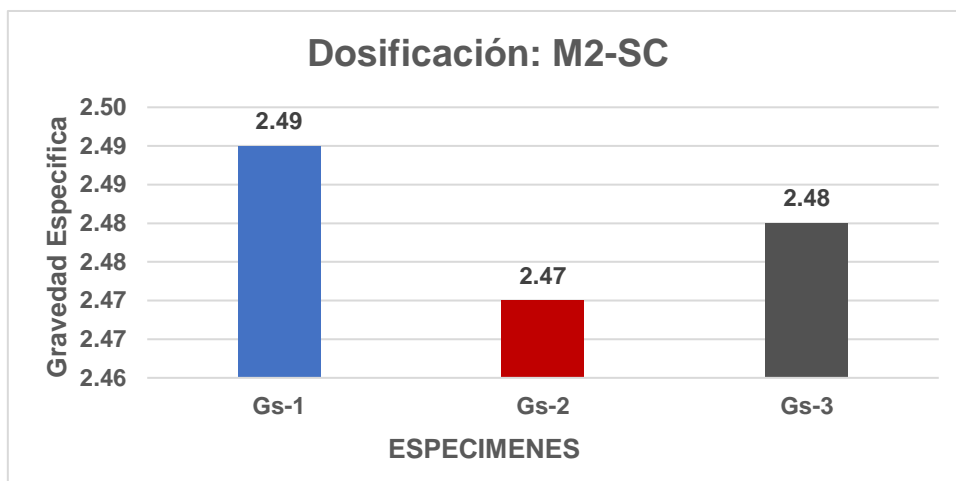
Nota. Elaboración propia

Gráfico 22 *Promedio de la gravedad específica para M1-SP*



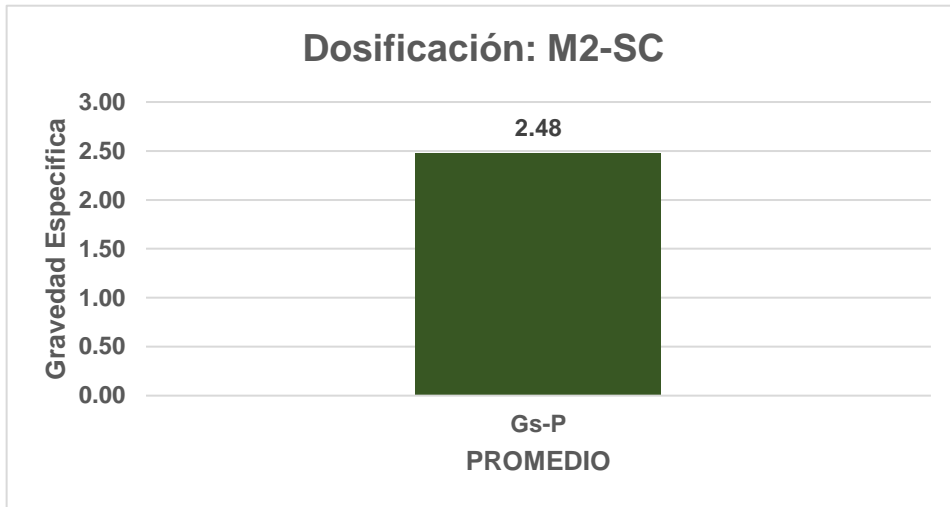
Nota. Elaboración propia

Gráfico 23 *Ensayo de la gravedad específica para M2-SC*



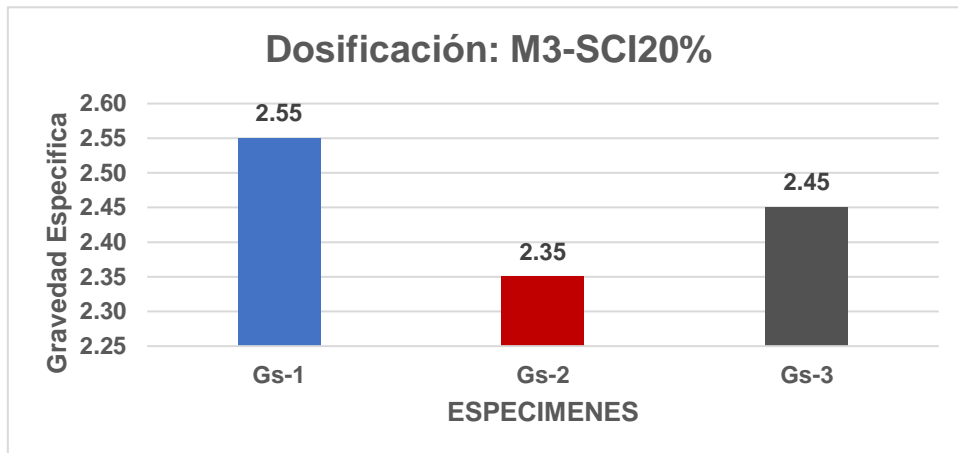
Nota. Elaboración propia

Gráfico 24 Promedio de la gravedad específica para M2-SC



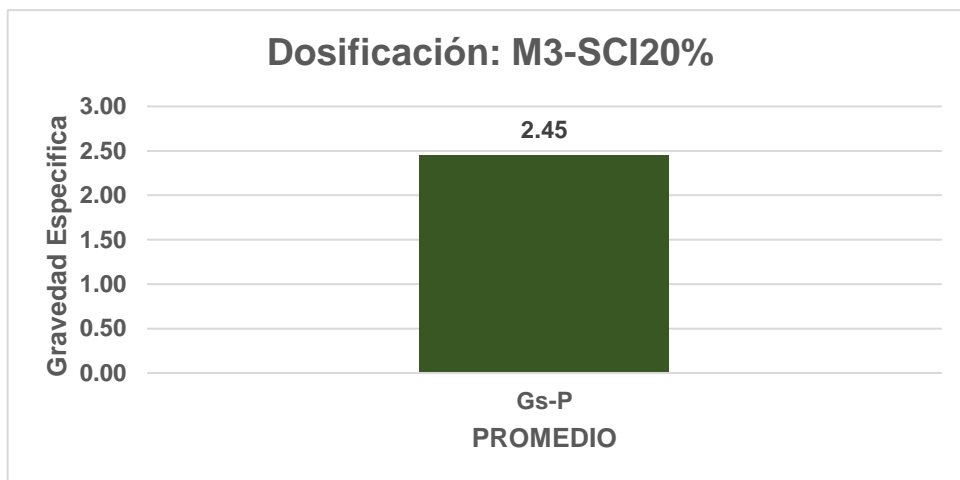
Nota. Elaboración propia

Gráfico 25 Ensayo de la gravedad específica para M3-SCI20%



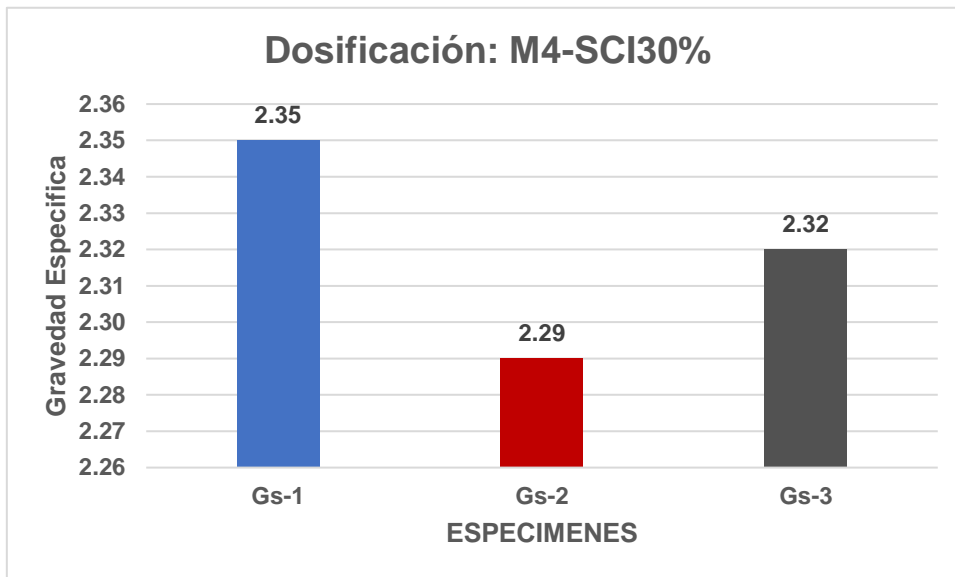
Nota. Elaboración propia

Gráfico 26 Promedio de la gravedad específica para M3-SCI20%



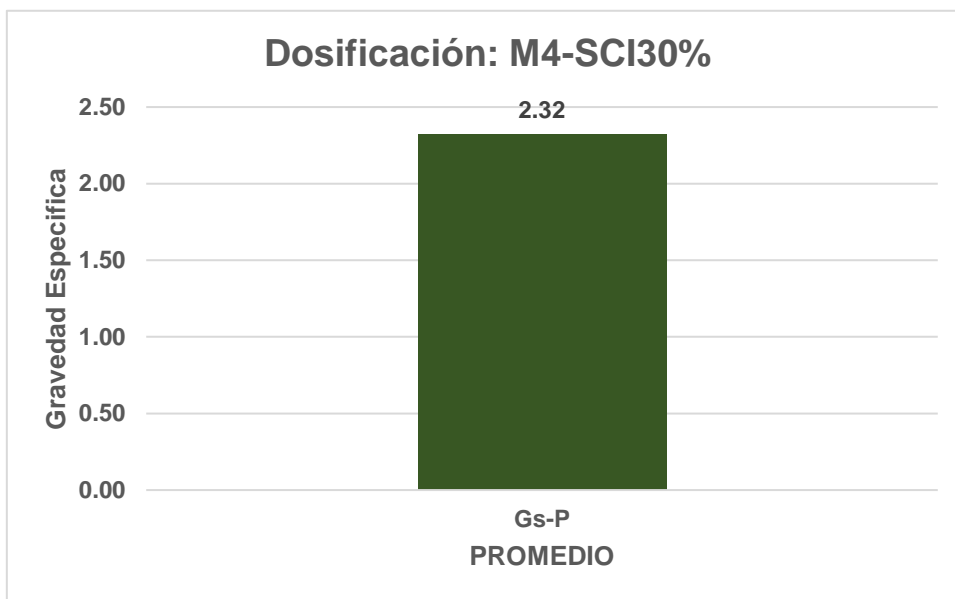
Nota. Elaboración propia

Gráfico 27 Ensayo de la gravedad específica para M4-SCI30%



Nota. Elaboración propia

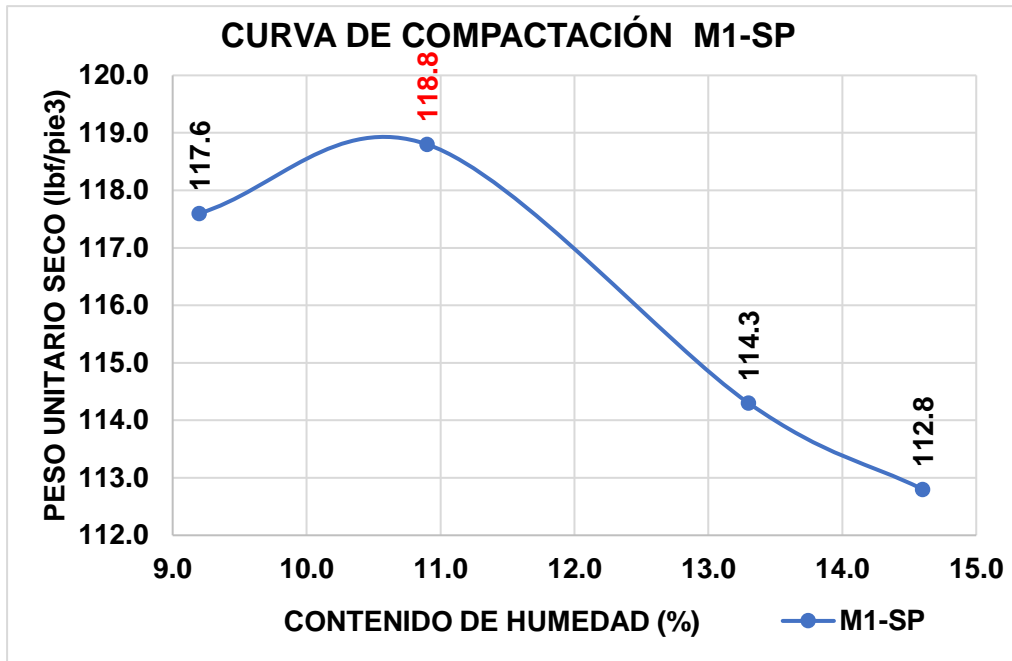
Gráfico 28 Promedio de la gravedad específica para M4-SCI30%



Nota. Elaboración propia

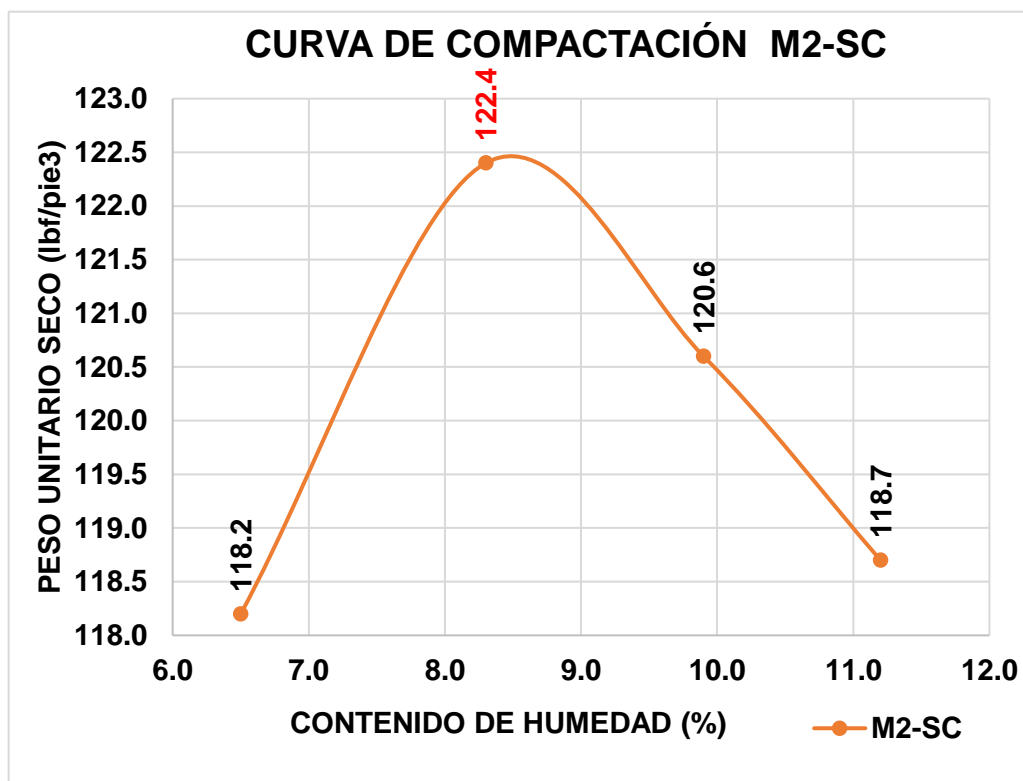
Indicador 05: Compactación - Densidad máxima seca (gr/cm³)

Gráfico 29 *Ensayo de la compactación para M1-SP*



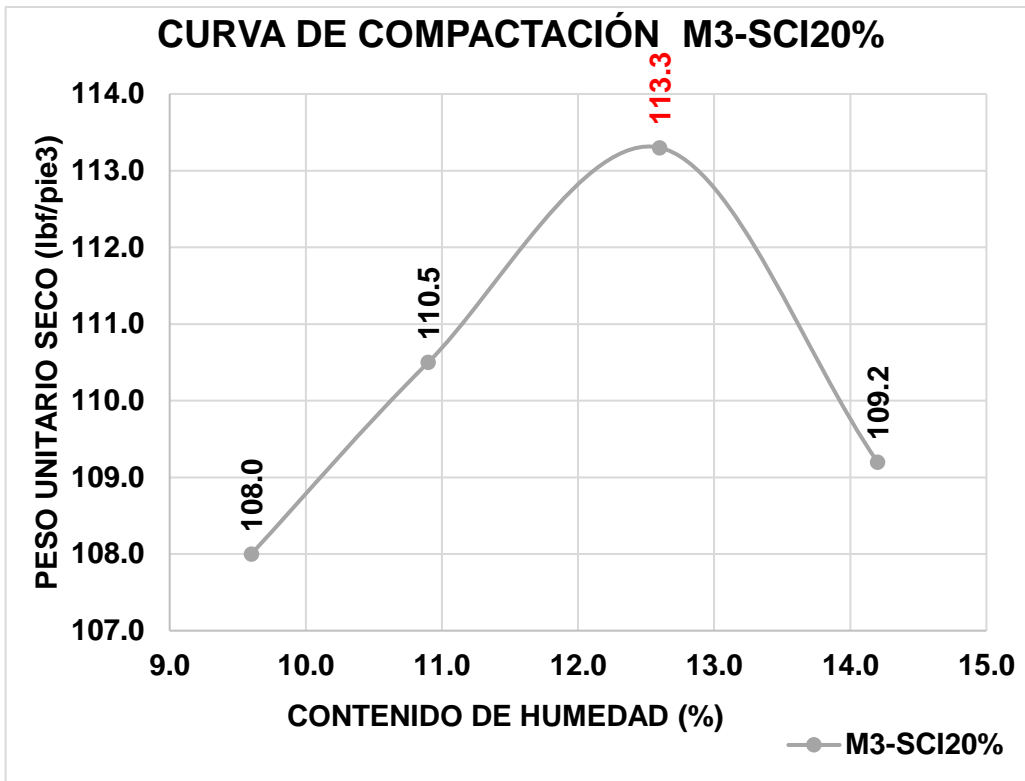
Nota. Elaboración propia

Gráfico 30 *Ensayo de la compactación para M2-SC*



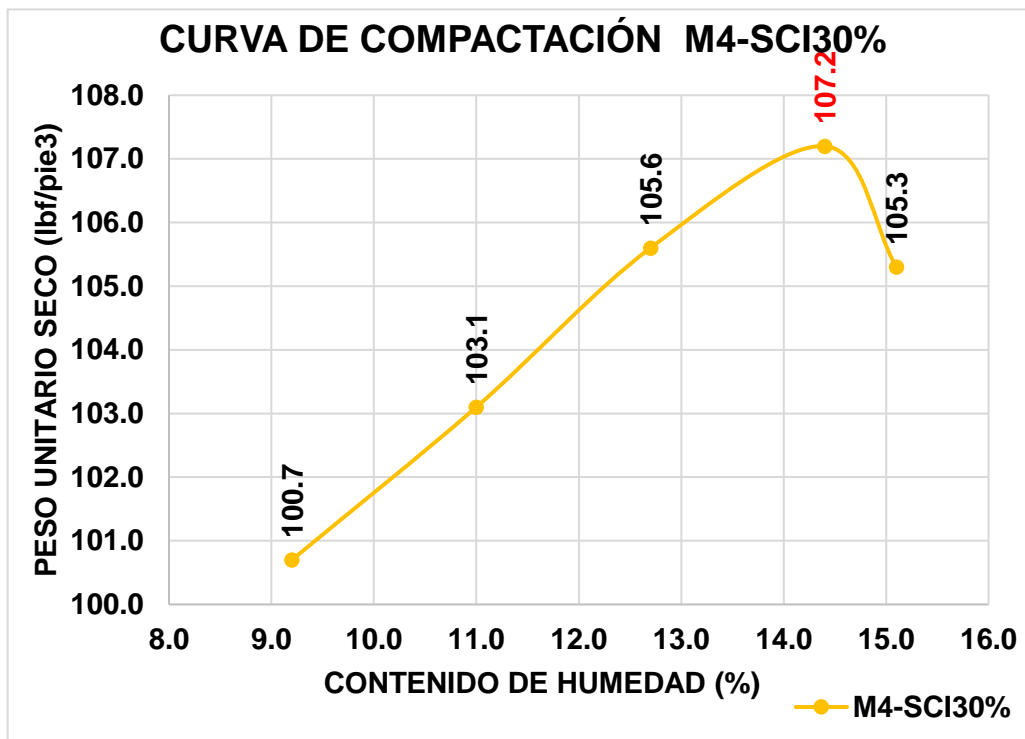
Nota. Elaboración propia

Gráfico 31 *Ensayo de la compactación para M3-SCI20%*



Nota. Elaboración propia

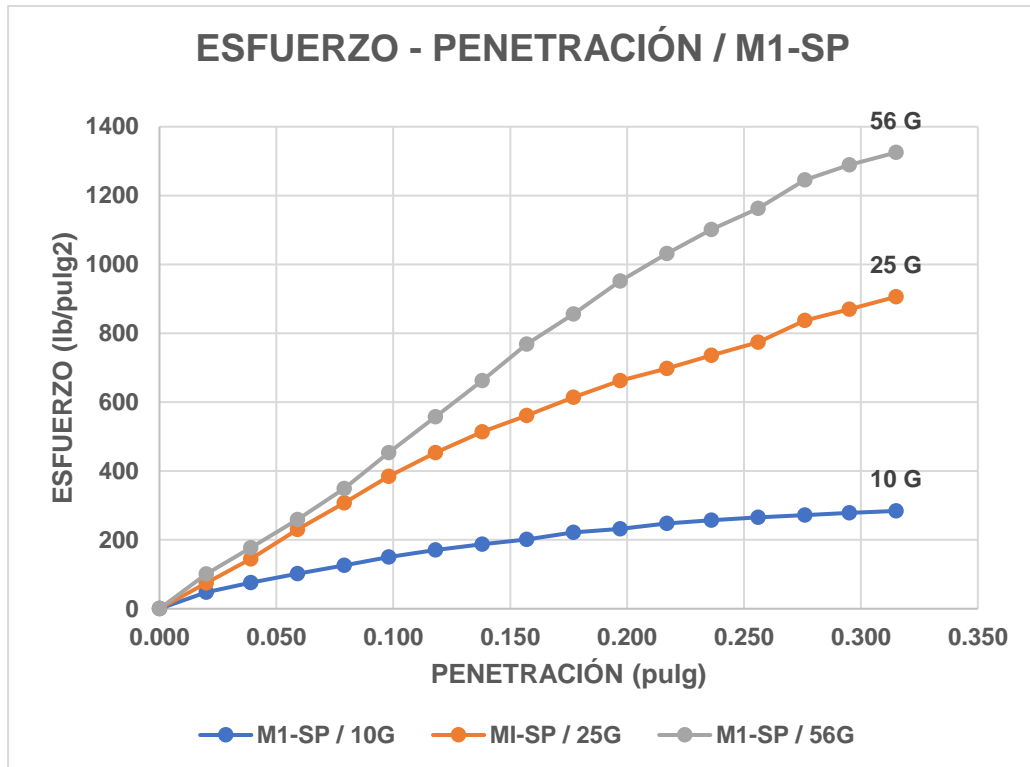
Gráfico 32 *Ensayo de la compactación para M4-SCI30%*



Nota. Elaboración propia

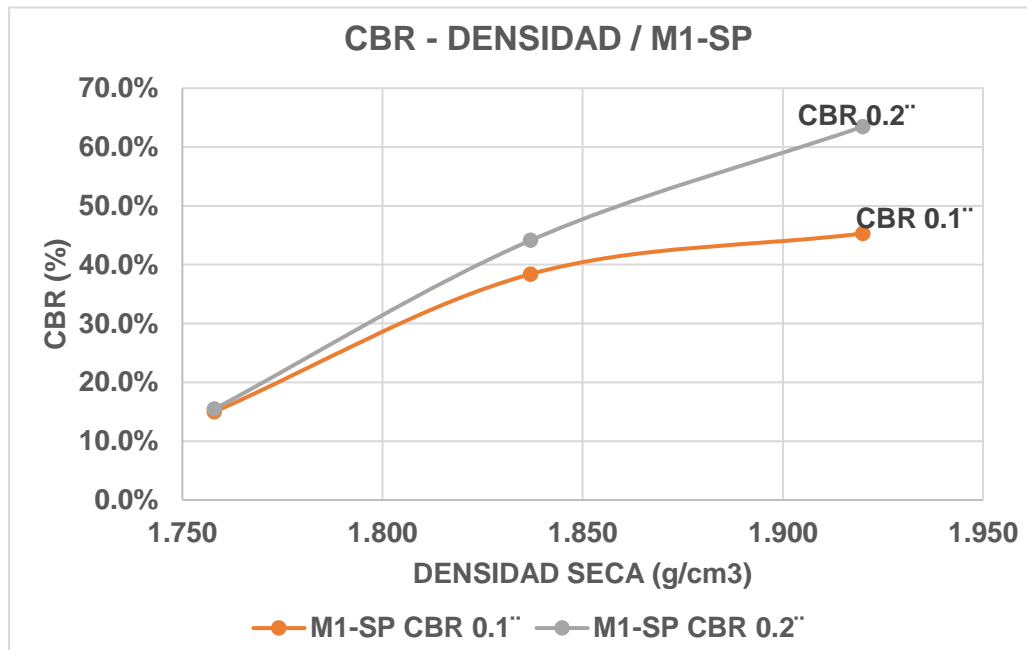
Indicador 06: Capacidad de carga (CBR %)

Gráfico 33 Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M1-SP



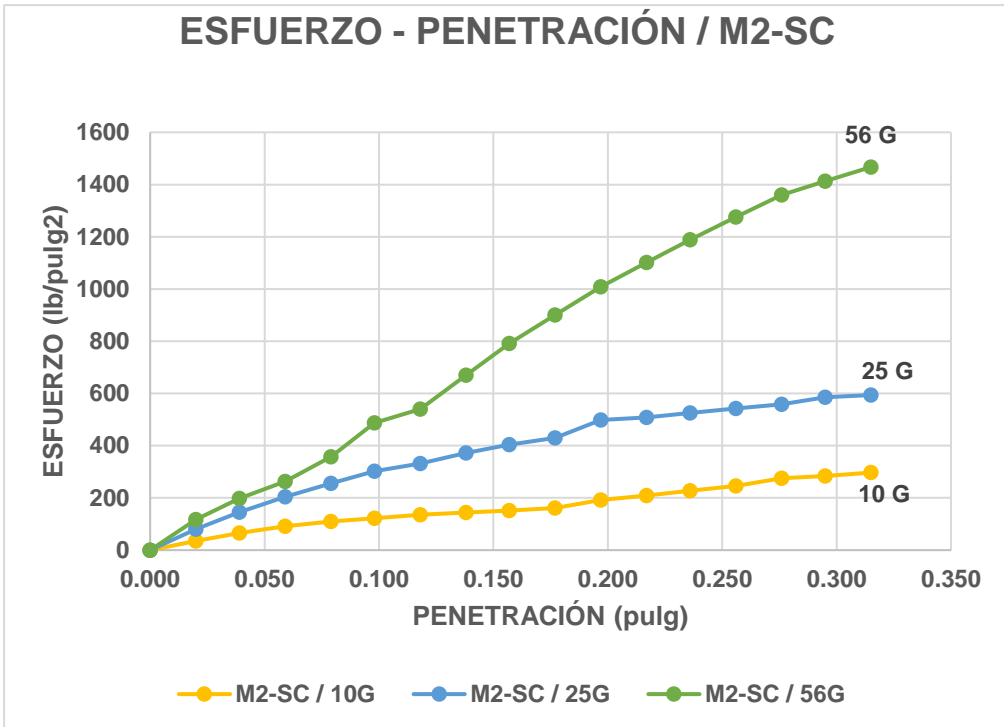
Nota. Elaboración propia

Gráfico 34 Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M1-SP



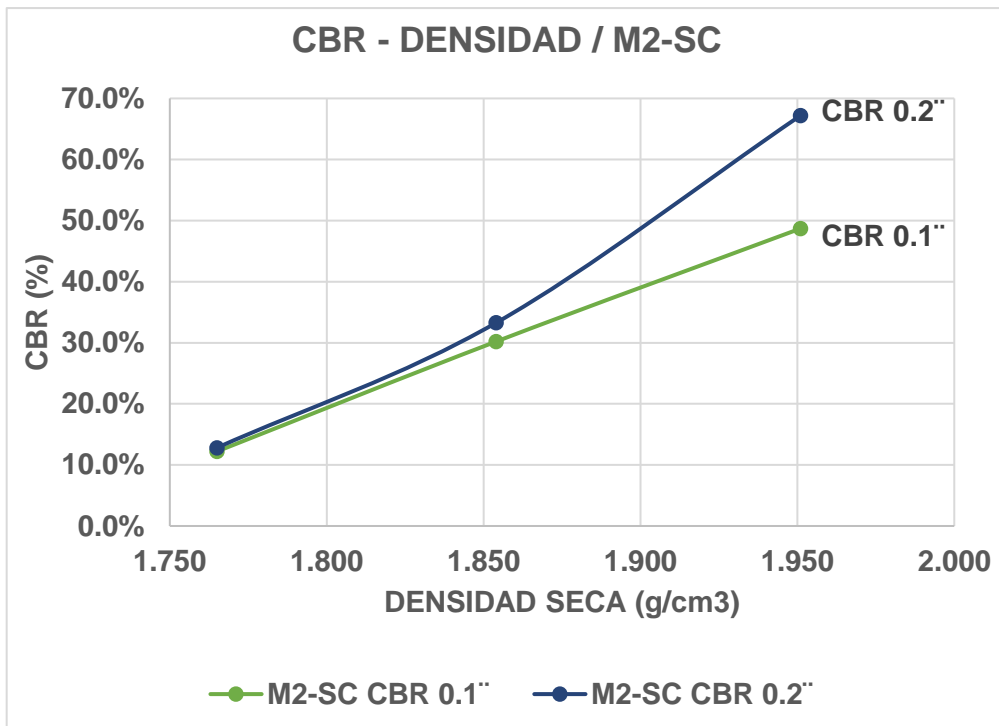
Nota. Elaboración propia

Gráfico 35 Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M2-SC



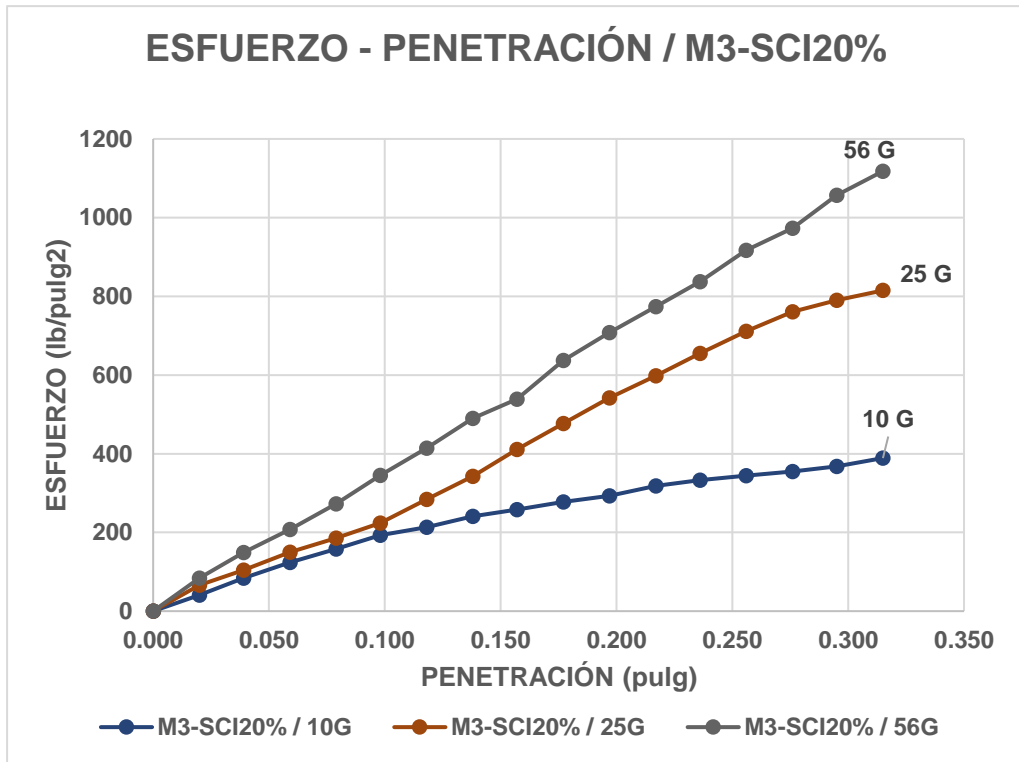
Nota. Elaboración propia

Gráfico 36 Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M2-SC



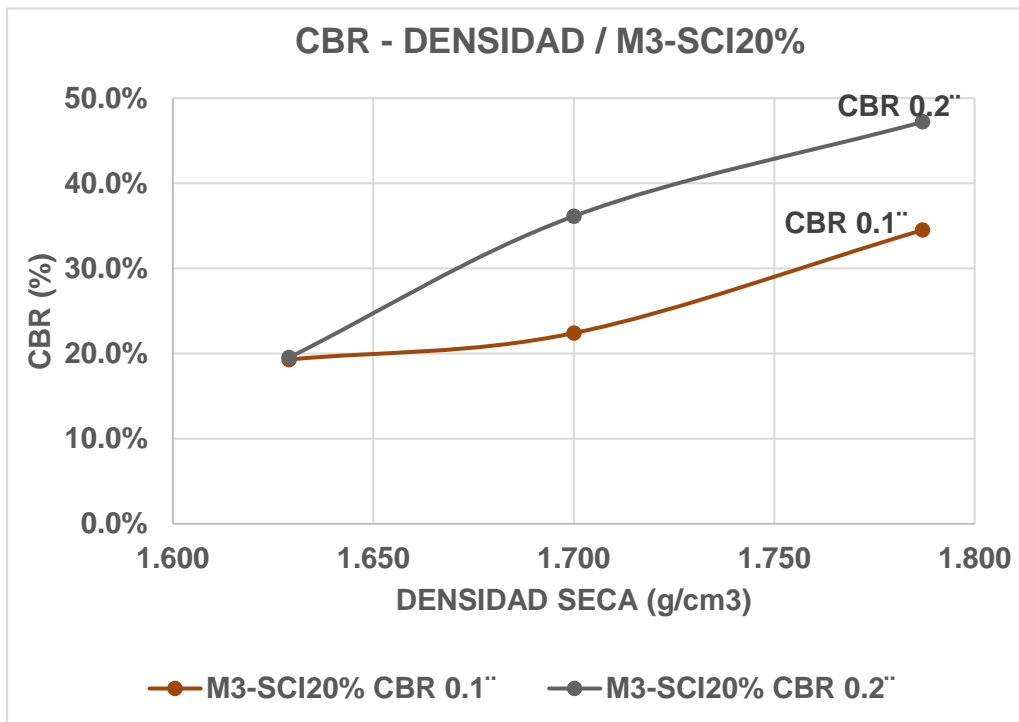
Nota. Elaboración propia

Gráfico 37 Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M3-SCI20%



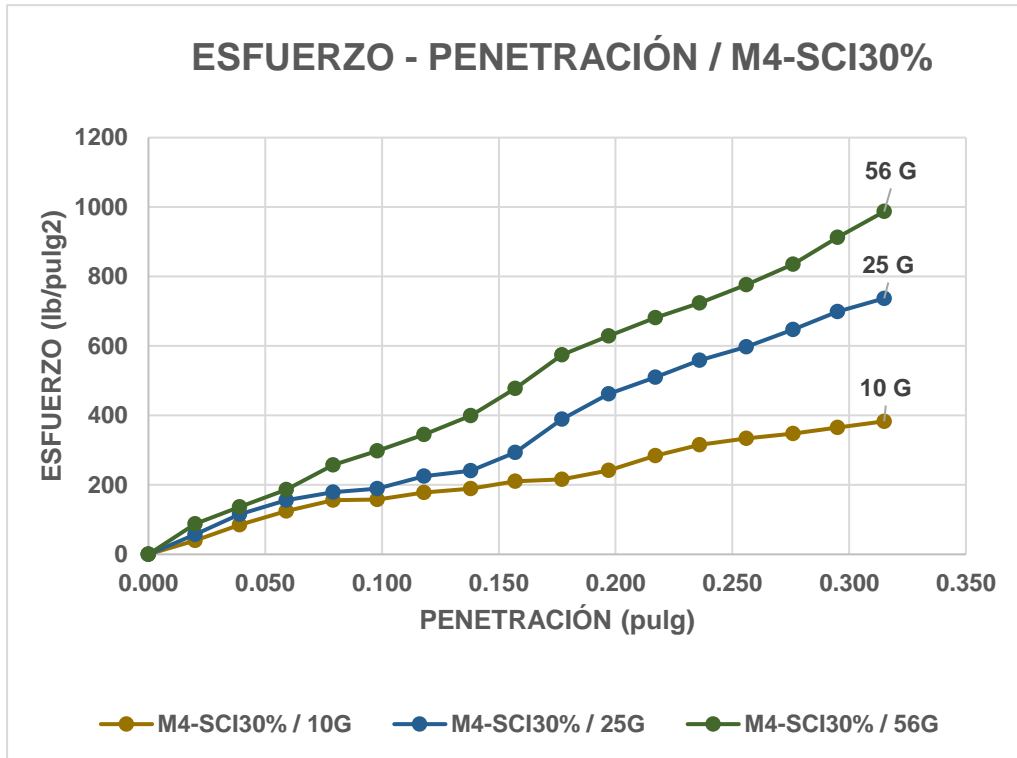
Nota. Elaboración propia

Gráfico 38 Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M3-SCI20%



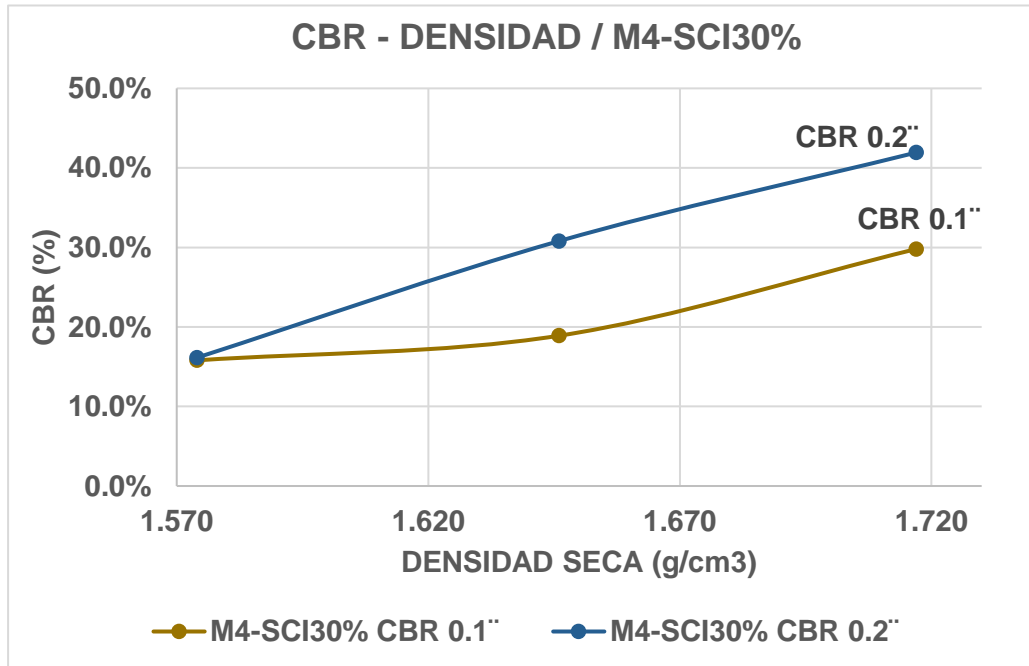
Nota. Elaboración propia

Gráfico 39 Ensayo de la capacidad de carga (esfuerzo – penetración) para M4-SCI30%



Nota. Elaboración propia

Gráfico 40 Ensayo de la capacidad de carga (CBR – densidad seca) para M4-SCI30%

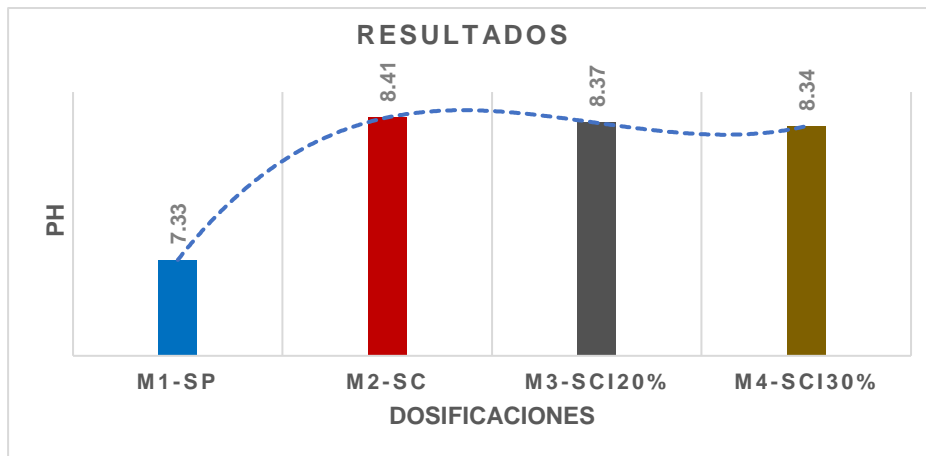


Nota. Elaboración propia

4.2 Resultados

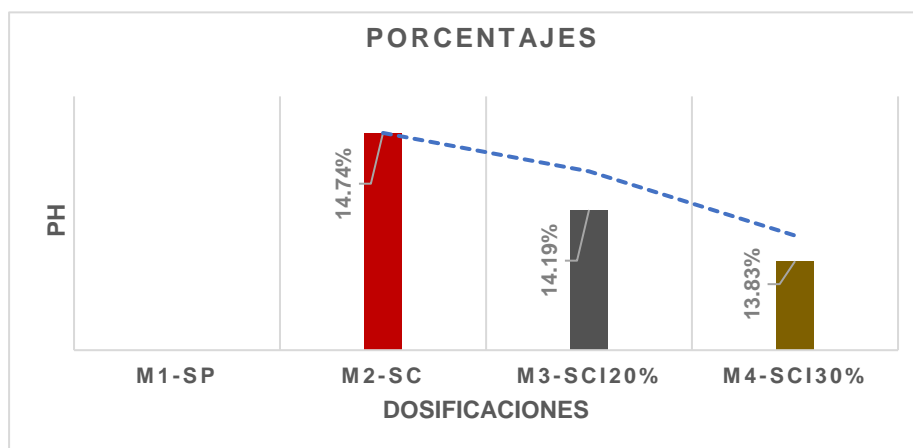
Indicador 01: Alcalinidad (pH)

Gráfico 41 Resultados según dosificación, alcalinidad (pH)



Nota. Elaboración propia

Gráfico 42 Disminución porcentual según dosificación. Alcalinidad (pH)



Nota. Elaboración propia

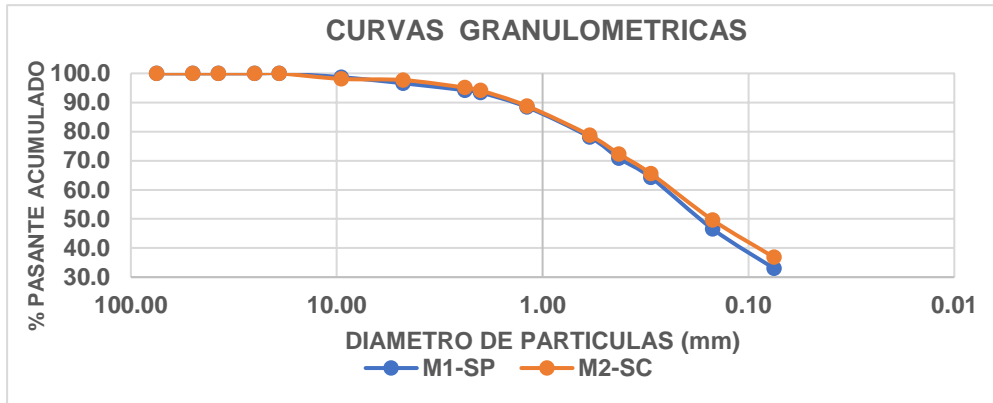
Interpretación: Se puede observar en el gráfico 42 que los valores del pH, en relación a la muestra patrón M1-SC se incrementa en un 14.74% para la M2-SC a partir de la adición de cal de obra y para M3-SCI20% crece en un 14.19% y M4-SCI30% crece en un 13.83% con la adición de cal de obra y residuos de ignimbrita, observando que ocurre una disminución en relación al incremento de residuos de ignimbrita.

Validez: Se acepta la hipótesis, porque se verifica que aumenta según el porcentaje de cal de obra y luego disminuye levemente con la adición de cal

de obra y residuos de ignimbrita, está relacionado con el comportamiento mecánico de las muestras del suelo investigados.

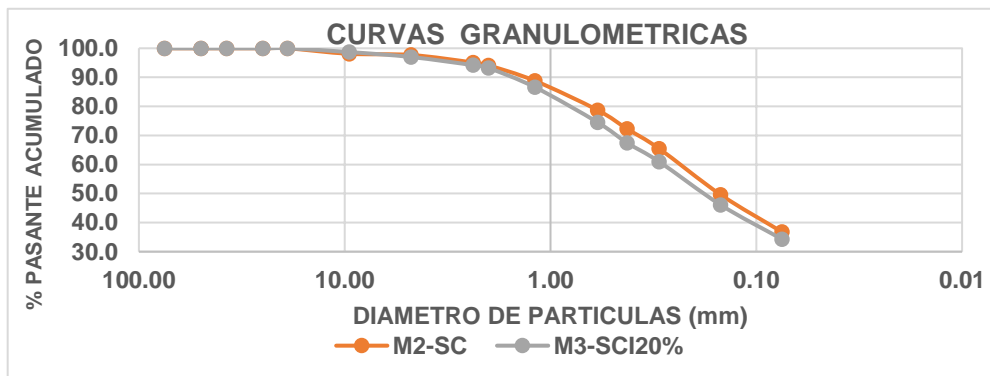
Indicador 02: Escala granulométrica (mm)

Gráfico 43 Resultados según dosificación de la granulometría para M1-SP Y M2-SC



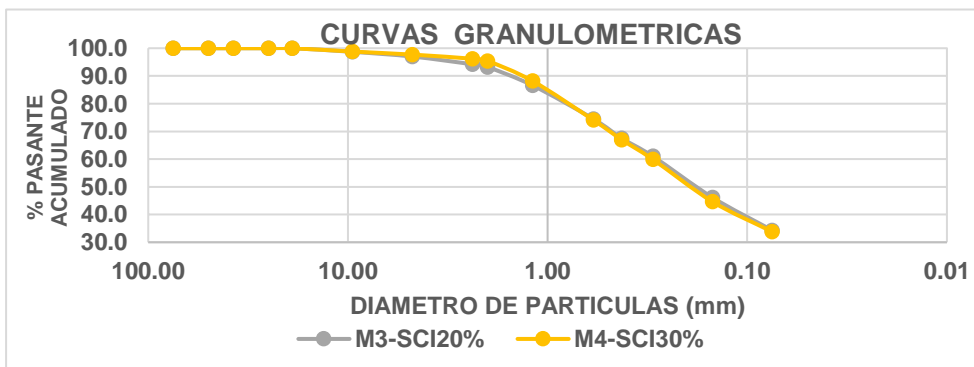
Nota. Elaboración propia

Gráfico 44 Resultados según dosificación de la granulometría para M2-SC Y M3-SCI20%



Nota. Elaboración propia

Gráfico 45 Resultados según dosificación de la granulometría para M3-SCI20% Y M4-SCI30%



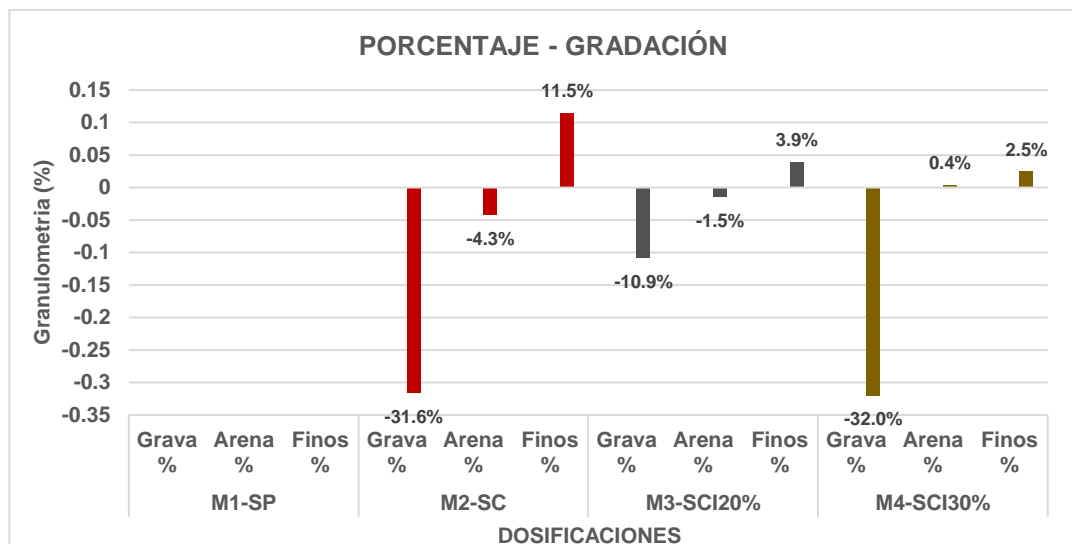
Nota. Elaboración propia

Tabla 21 Resultado porcentuales de la escala granulométrica según sus dosificaciones

M1-SP			M2-SC			M3-SCI20%			M4-SCI30%		
Grava %	Arena %	Finos %	Grava %	Arena %	Finos %	Grava %	Arena %	Finos %	Grava %	Arena %	Finos %
3.39	63.63	32.98	2.32	60.91	36.77	3.02	62.70	34.28	2.31	63.90	33.80
%GG	%GF	%AG	%AM	%AF	%F	%GG	%GF	%AG	%AM	%AF	%F
0.0	3.39	3.2	22.6	37.8	33.0	0.0	2.32	3.6	21.8	35.5	36.8
0.0	3.02	3.8	25.7	33.2	34.28	0.0	2.31	2.2	28.5	33.2	33.8

Nota. Elaboración propia

Gráfico 46 Resultado porcentuales de incremento y disminución según su dosificación a partir del suelo patrón.



Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Se puede observar en el gráfico 46, que a partir del suelo patrón M1-SP, los valores de M2-SC en el porcentaje de grava decrecen en un -31.6%, arena en -4.3 % y los finos crecen hasta un 11.5% en relación al incremento de cal de obra y al adicionar residuos de ignimbrita y cal de obra para M3-SCI20% su grava disminuye en -10.9%, arena disminuye en -1.5% y finos crece en 3.9% y en M4-SCI30% su grava disminuye en -32.0%, arena crece en 0.4% y finos crece en 2.5%.

Validez: Se acepta la hipótesis, porque se verifica que conforme disminuye las gravas, disminuyen las arenas y aumenta los finos mejora su comportamiento mecánico. Se verifica que el comportamiento mecánico está en función a su distribución granulométrica.

Indicador 03: plasticidad (IP)

Gráfico 47 Resultado según dosificación, plasticidad



Nota. Elaboración propia.

Gráfico 48 Incremento porcentual según dosificación, plasticidad.



Nota. Elaboración propia.

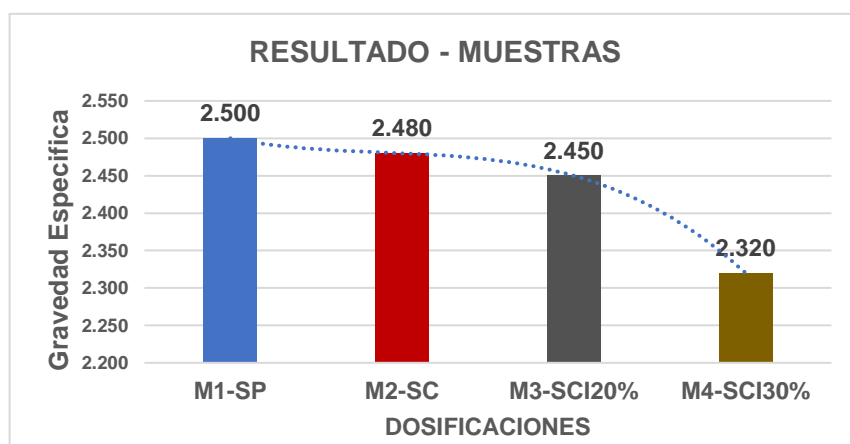
Interpretación: Se puede observar en el grafico 48 que los valores de porcentaje del límite liquido aumenta hasta en un 18.0 %, en la dosificación M2-SC con respecto al suelo patrón M1-SC, para determinar el índice de plasticidad deben contar cada dosificación con los valores del límite líquido

y limite plástico al no presentar, podemos concluir que ninguna muestra presenta plasticidad, en relación a la adición de cal de obra y residuos de ignimbrita.

Validez: No se acepta la hipótesis, porque se verifica que no aumenta el índice de plasticidad, en relación a la adición de cal de obra y residuos de ignimbrita.

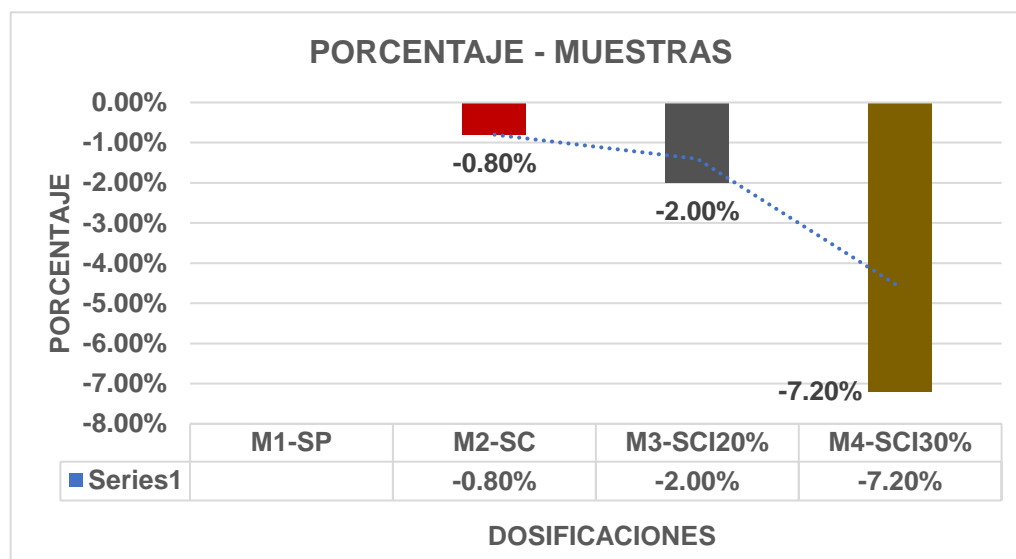
Indicador 04: Gravedad específica

Gráfico 49 Resultado según dosificaciones, gravedad específica



Nota. Elaboración propia.

Gráfico 50 Disminución porcentual según dosificación, gravedad específica



Nota. Elaboración propia.

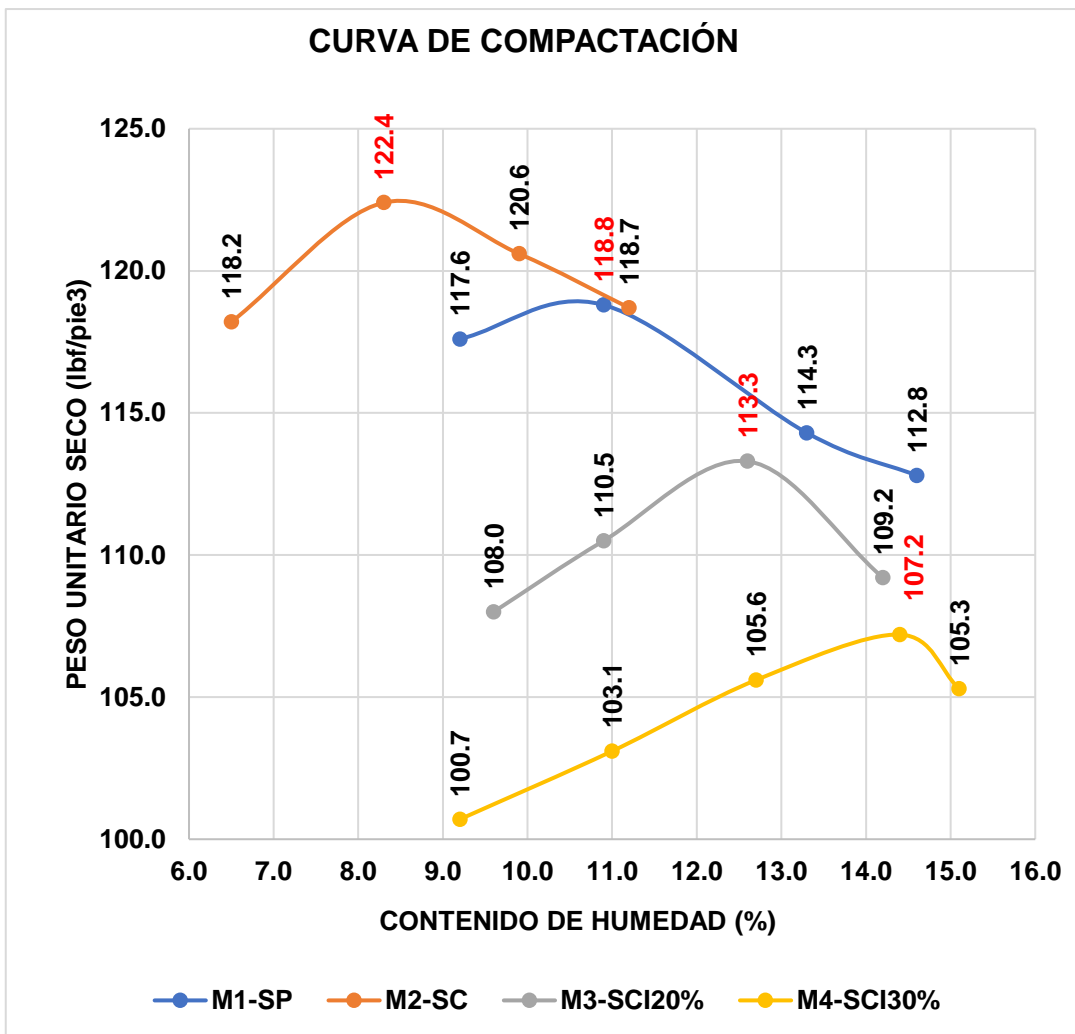
Interpretación: Se puede observar en el gráfico 50 que los valores de la gravedad específica en relación al suelo patrón M1-SC, decrece en -0.80% para M2-SC adicionando cal de obra y para las dosificaciones M3-SCI20%

disminuye en - 2.00%, M4-SCI30% en - 7.20% al adicionar de cal de obra y residuos de ignimbrita.

Validez: Si se acepta la hipótesis, porque se verifica que disminuye, en relación al adicionar cal de obra y de residuos de ignimbrita. Concluyendo que conforme varia el resultado afecta directamente en el comportamiento mecánico.

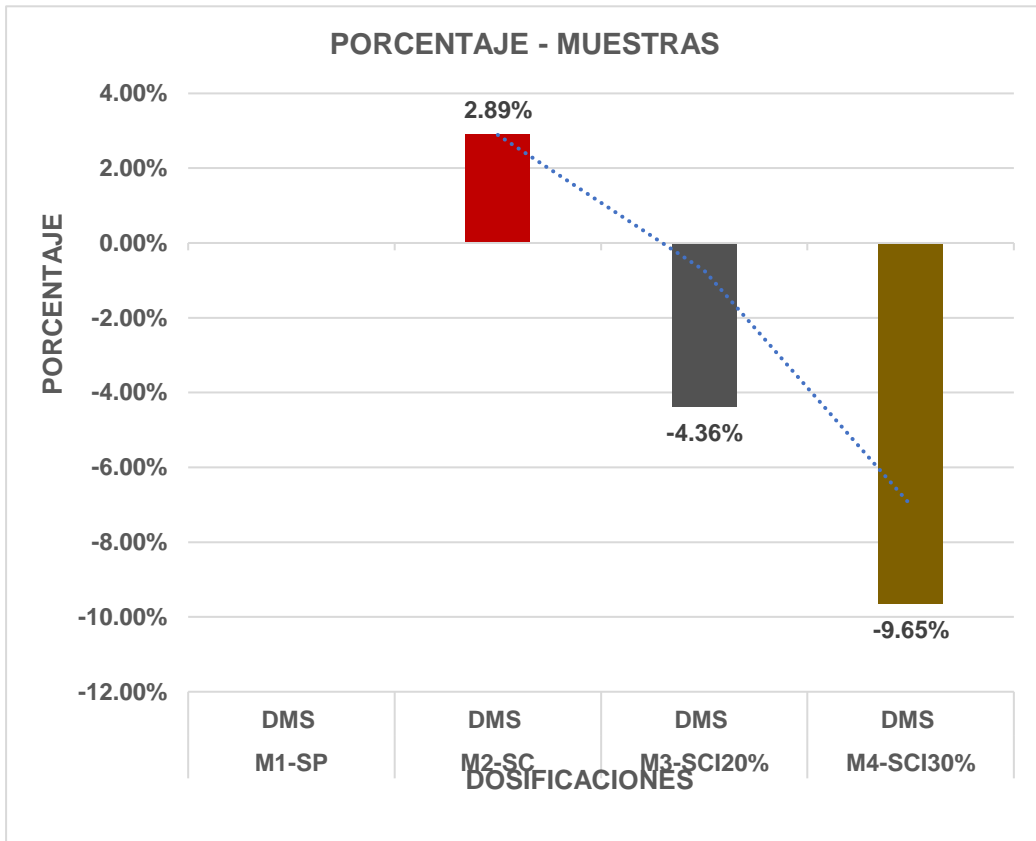
Indicador 05: Compactación (densidad máxima seca gr/cm³)

Gráfico 51 Resultados de compactación máxima según dosificación



Nota. Elaboración propia.

Gráfico 52 Incremento y disminución porcentual según dosificación, compactación



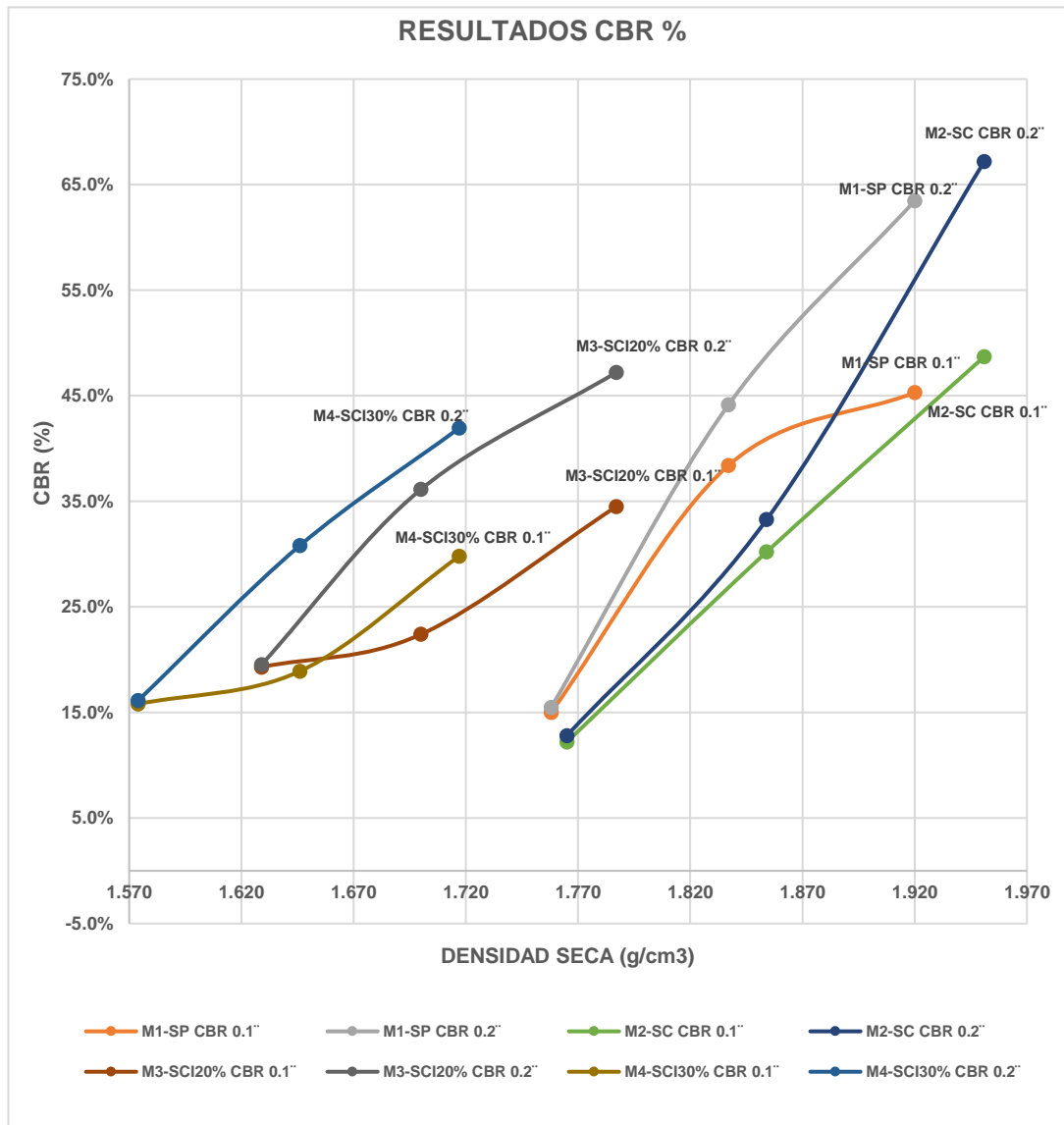
Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Se puede observar en el gráfico 52 que los valores de la densidad máxima seca crecen en relación al suelo patrón hasta en un 2.89% para M2-SC al adicionar la cal de obra al activar el porcentaje fino del suelo y en cuanto a M3-SCI20% disminuye en - 4.36%, M4-SCI30% decrece en - 9.65 % al adicionar cal de obra y residuos de ignimbrita.

Validez: No se acepta la hipótesis, porque se verifica que no mejora su comportamiento mecánico, según el aumento de cal de obra y residuos de ignimbrita.

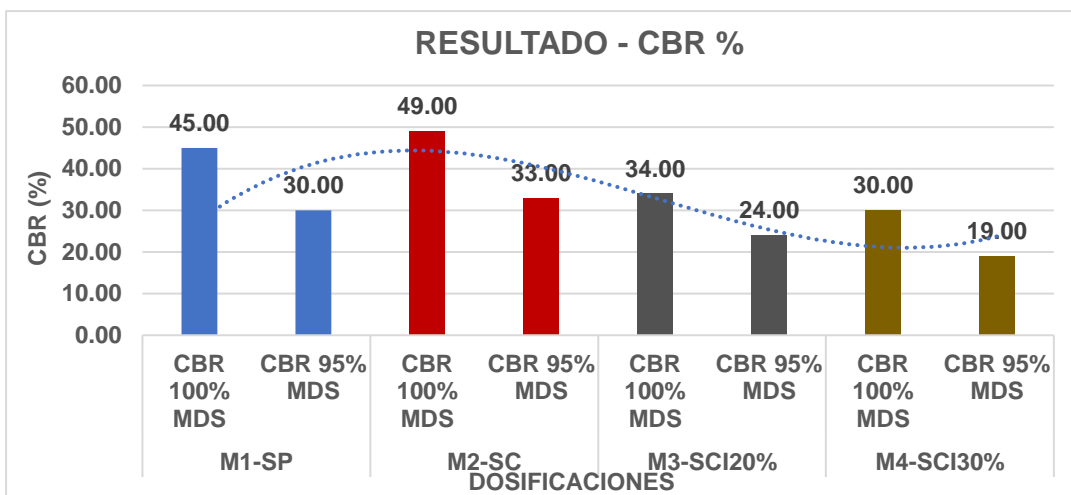
Indicador 06: Capacidad de carga (CBR %)

Gráfico 53 Resultado según dosificaciones, penetración a 0.1" y 0.2"



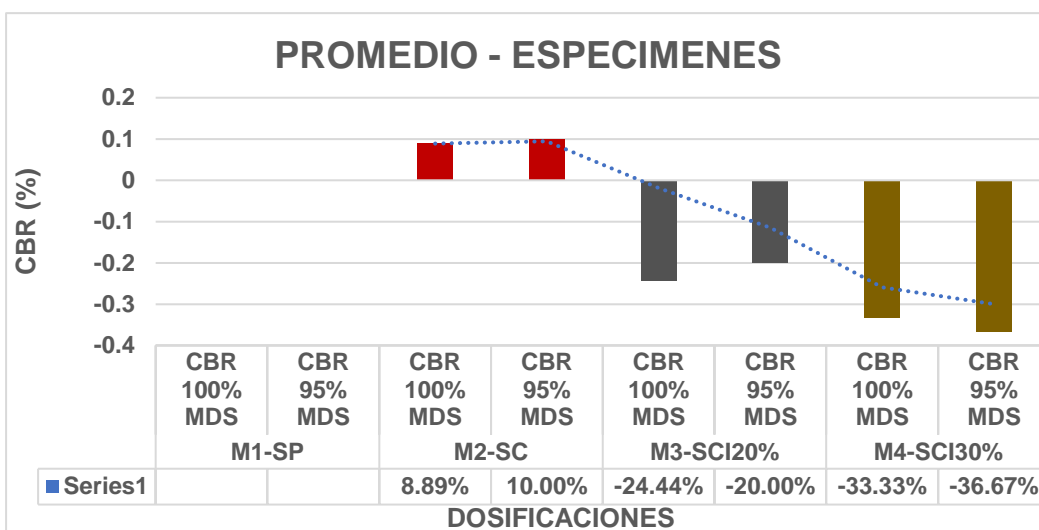
Nota. Elaboración propia.

Gráfico 54 Resultados del CBR %, según su dosificación.



Nota. Elaboración propia.

Gráfico 55. Porcentaje según dosificación, capacidad de carga (CBR %)



Nota. Elaboración propia.

Interpretación: Se puede observar en el gráfico 55 que los valores porcentuales en relación al suelo patrón M1-SC, para la muestra M2-SC el (CBR 100% MDS crece en 8.89%), (CBR 95% MDS crece en 10.00%) al adicionar cal de obra y para las muestras M3-SCI20% el (CBR 100% MDS disminuye en - 24.44%), (CBR 95% MDS disminuye en -20.00%), M4-SCI30% el (CBR 100% MDS disminuye - 33.33%), (CBR 95% MDS disminuye en -36.67%), al adicionar cal de obra y residuos de ignimbrita.

Validez: No se acepta la hipótesis, porque se verifica que no mejora las condiciones de capacidad de carga del suelo, al adicionar cal de obra y residuos de ignimbrita.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, permiten poder realizar una comparación cuantitativa con los resultados presentados por otros trabajos de investigación semejantes, que se redactó en el capítulo del marco teórico. A continuación, se realizará un comentario para cada indicador de la variable dependiente.

Indicador 01: Alcalinidad

Los **resultados** obtenidos fueron para las muestras M1-SC= 7.33, M2-SC= 8.41, M3-SCI20% = 8.37, M4-SCI30% = 8.34. A partir del suelo patrón M1-SC; se incrementa en un 14.74% para la M2-SC con la adición de cal de obra, para M3-SCI20% crece en un 14.19% y M4-SCI30% crece en un 13.83% con la adición de cal de obra y residuos de ignimbrita. Según **Huezo y Orellana (2009)**, obtuvo los **resultados** siguientes: "La variación del pH con respecto a las diferentes mezclas de suelo-cal se tiene que: 1% de cal un pH de 8, con 2% de cal un pH de 12, con 3% de cal un pH de 12.2, con 4% de cal un pH de 12.4, con 5% de cal un pH de 12.5, con 6% de cal un pH de 12.6, con 7% de cal un pH de 12.6, con 8% de cal un pH de 12.6, con 9% de cal un pH de 12.7, con 10% de cal un pH de 12.7, con 11% de cal un pH de 12.8, con 12% de cal un pH de 12.8, **obteniéndose** así un **4%** de cal como el porcentaje óptimo para este suelo en particular. **Finalmente** se difiere con los resultados del autor, debido al tipo de suelo utilizado en el proyecto de investigación es areno-limoso con la adición de residuos de ignimbrita en un (20% y 30%) y cal de obra en 5%, pero cabe indicar que la tendencia a mayor alcalinidad mejora el comportamiento mecánico del suelo.

Indicador 02: Escala Granulométrica

Los **resultados** obtenidos fueron para M1-SP = (3.39% grava, 63.63% arena, 32.98% finos), M2-SC = (2.32% grava, 60.91% arena, 36.77% finos), M3-SCI20% = (3.02% grava ,62.70% arena, 34.28% finos) y M4-SCI30% = (2.31% Grava, 63.90% Arena, 33.80% Finos). A partir del suelo patrón M1-SP; los valores de M2-SC en el porcentaje de grava decrecen en un -31.6%, arena en -4.3 % y los finos crecen hasta un 11.5% en relación al incremento de cal de obra; al adicionar residuos de ignimbrita y cal de obra para M3-SCI20% su grava disminuye en -10.9%, arena disminuye en -1.5% y finos

crece en 3.9%; M4-SCI30% su grava disminuye en -32.0%, arena crece en 0.4% y finos crece en 2.5%. **Según Vega S. (2017)**, obtuvo los **resultados** siguientes: " La curva granulométrica cambian según las muestras M1 = (99.70% arena fina, 0.3% finos) baja compactación, M2 = (97.62% arena fina, 2.38% finos) baja compactación, M3 = (1.83% arena gruesa, 5.87% arena media, 87.45% arena fina, 4.85% finos) alta compactación, M4 = (4.87% arena gruesa, 24.69% arena media, 67.30% arena fina, 3.14% finos) alta compactación, M5 = (4.37% arena gruesa, 6.51% arena media, 88.98% arena fina, 0.14% finos) media compactación, M6 = (1.00% arena gruesa, 2.90% arena media, 93.57% arena fina, 2.53% finos) alta compactación, M7 = (2.43% arena gruesa, 12.94% arena media, 81.19% arena fina, 3.44% finos) media compactación, M8 = (3.88% arena media, 94.58% arena fina, 1.54% finos) alta compactación, se determina, que las muestras **M3, M4, M6 y M8 tienen alta compactación** siendo las más óptimas por sus características granulométricas. **Concluimos** a pesar que los suelos estudiados son diferentes, se observa que en ambos proyectos mientras se tengan una mejor distribución granulométrica se tendrá mejores resultados mecánicos.

Indicador 03: Plasticidad (IP)

Los **resultados** obtenidos fueron para las muestras M1-SP= (17%LL, N.P%LP, N.P%IP) M2-SC=(20%LL, N.P%LP, N.P %IP), M3-SCI20% =(N.P%LL, N.P%LP, N.P %IP), M4-SCI30% =(N.P%LL, N.P%LP, N.P %IP) , no se obtuvieron resultados. Según **Huancoillo** (2017), obtuvo los **resultados** siguientes: "(Con el índice plástico del suelo patrón de 12.44); (suelo patrón 90%, Ceniza Volante 5%, cal 5% con índice plástico del 4.28); (suelo patrón 80%, Ceniza Volante 15%, cal 5% con índice plástico de 4.22); (suelo patrón 70%, Ceniza Volante 25%, cal 5% con índice plástico del 4.13)". **se determina** que el índice de **plasticidad disminuye** con el **incremento de la ceniza volante**, sin embargo, el límite líquido y el límite plástico aumentan. **Concluimos** que los resultados tienen una misma tendencia de reducir el IP, que a medida que se incrementó la ceniza volante

disminuyó el IP, con la adición de residuos de ignimbrita y cal de obra mantuvo la no presencia de IP.

Indicador 04: Gravedad específica

Los **resultados** obtenidos fueron para las muestras M1-SP = 2.500, M2-SC= 2.480, M3-SCI20% = 2.450, M4-SCI30% = 2.320. A partir del suelo patrón M1-SC; disminuye en -0.80% para M2-SC adicionando cal de obra; para las dosificaciones M3-SCI20% disminuye en - 2.00% y M4-SCI30% en - 7.20% al adicionar de cal de obra y residuos de ignimbrita. Según **Soto (2019)**, obtuvo los **resultados siguientes**: "Gravedad específica, para la muestra patrón 2.629; con residuos de ignimbrita (S90/IG10 = 2.623), (S80/IG20 = 2.611), (S70/IG30 = 2.607); con arcilla calcinada (S90/AR10 = 2.659), (S80/AR20 = 2.643), (S70/AR30 = 2.636); con mortero reciclado (S90/MO10 = 2.602), (S80/MO20 = 2.589), (S70/MO30 = 2.572)". Se **determina** que conforme disminuye **la gravedad específica**, aumenta la participación de los residuos de ignimbrita. **Concluimos** para ambos trabajos de investigación que conforme se incrementa la participación de los residuos de ignimbrita disminuye la gravedad específica, esto se debe a sus características del material.

Indicador 05: Compactación (Densidad máxima seca gr/cm³)

Los **resultados** obtenidos fueron para la M1-SP = 1.90 gr/cm³, M2-SC= 1.96 gr/cm³, M3-SCI20% = 1.82 gr/cm³, M4-SCI30% = 1.72 gr/cm³. A partir del suelo patrón M1-SP; la muestra (M2-SC crece en un 2.89% al adicionar la cal de obra); (M3-SCI20% disminuye en - 4.36%, M4-SCI30% decrece en - 9.65 %) al adicionar cal de obra y residuos de ignimbrita. Según **Castro (2020)** obtuvo los **resultados** siguientes: "Para la muestra patrón su MDS es 1.936 gr/cm³, con 8% de ignimbrita su MDS es 1.955 gr/cm³, al 13% de ignimbrita su MDS es 1.941 gr/cm³ y con 18% de ignimbrita su MDS es 1.920 gr/cm³, en el caso, con 30% de mucilago de tuna su MDS es 1.982 gr/cm³, al 60% de mucilago de tuna su MDS es 2.052 gr/cm³ y con 80% de mucilago de tuna su MDS es 2.028 gr/cm³". Se **determina** que según se incrementa el porcentaje de ignimbrita blanca la DMS disminuye, en el caso con la participación de mucilago de tuna al 30%, 60% crece y al 80% decrece.

Concluimos que en ambos proyectos de investigación sucedió que disminuye su MDS al incrementar su participación de los residuos de ignimbrita afectado de manera directa al comportamiento mecánico del suelo.

Indicador 06: Capacidad de carga (CBR%)

Los resultados obtenidos fueron para la M1-SP= (CBR 100%MDS= 45%, CBR 95%MDS= 30%), M2-SC= (CBR 100%MDS= 49%, CBR 95%MDS= 33%), M3-SCI20% = (CBR 100%MDS=34%, CBR 95%MDS= 24%), M4-SCI30% = (CBR 100%MDS= 30%, CBR 95%MDS= 19%).A partir del suelo patrón M1-SC los valores porcentuales; para la muestra M2-SC el (CBR 100% MDS) crece en 8.89%; (CBR 95% MDS) crece en 10.00% al adicionar cal de obra; para las muestras M3-SCI20% el (CBR 100% MDS) disminuye en - 24.44%; (CBR 95% MDS) disminuye en -20.00%; y M4-SCI30% el (CBR 100% MDS) disminuye - 33.33%; (CBR 95% MDS) disminuye en -36.67%; al adicionar cal de obra y residuos de ignimbrita. Según **Soto (2019)**, **obtuvo los resultados siguientes:** "Suelo patrón (CBR 100% DMS es 14.35%, CBR 95% DMS es 9.67%); adicionando 10% de ignimbrita el (CBR 100% DMS es 22.96%, CBR 95% DMS es 15.65%); con 20% de ignimbrita (CBR 100% DMS es 24.68%, CBR 95% DMS es 16.07%); al 30% de ignimbrita (CBR 100% DMS es 26.41%, CBR 95% DMS es 16.86%), en el caso de la arcilla calcinada con el 10% su (CBR 100% DMS es 25.83%, CBR 95% DMS es 17.85%); con 20% de arcilla calcinada (CBR 100% DMS es 27.56%, CBR 95% DMS es 19.64%); al 30% de arcilla calcinada (CBR 100% DMS es 29.28%, CBR 95% DMS es 20.06%); y con mortero reciclado al 10% su (CBR 100% DMS es 21.24%, CBR 95% DMS es 14.48%); con 20% de mortero reciclado (CBR 100% DMS es 22.96%, CBR 95% DMS es 15.27%); al 30% de mortero reciclado (CBR 100% DMS es 24.68%, CBR 95% DMS es 16.18%); **se determina** "A partir de los tres tipos de materias utilizados en la investigación se observa que el CBR aumento en cada una de ellas, pero es más optimo el resultado con la arcilla calcina, seguido de los residuos de ignimbrita y finalmente del mortero reciclado". **Concluimos** como se observa los resultados son distintos en ambos proyectos de investigación y esto se

debe al tipo de activador utilizado, para el caso del proyecto se utilizó hidróxido de calcio (Ca(OH)_2 de 3-15 % de concentración), y para el autor fue hidróxido de sodio (NaOH) con una alcalinidad alta y un buen porcentaje de finos logrando que se puedan formar en la muestra propiedades cementantes.

VI. CONCLUSIONES

Realizado el presente proyecto de investigación, con los datos teóricos se procedió a la experimentación de los diferentes ensayos de laboratorio en relación a los indicadores de la variable dependiente se **concluye** que el suelo areno-limosos con la adición de cal de obra al 5%, se obtuvo resultados aceptables en relación al comportamiento mecánico del suelo, pero al adicionar cal de obra 5% y residuos de ignimbrita en un (20 y 30) %, no apporto a sus propiedades mecánicas del suelo. Es importante señalar que la cal de obra (hidróxido de calcio $(Ca(OH)_2$ con concentración del 3 -15 %) no tiene la alcalinidad necesaria para cumplir su rol de activador, otro factor importante es que mientras sea mayor el porcentaje de finos se obtendrá mejores resultados, esto se debe a que los finos interactúan mejor con el activador y lograr dar esa propiedad cementante a la muestra.

- Se determinó que la relación de la **alcalinidad** del suelo con el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita varía según las dosificaciones realizadas M1-SC= 7.33, M2-SC= 8.41, M3-SCI20% = 8.37, M4-SCI30% = 8.34. A partir del suelo patrón M1-SC se incrementa en un 14.74% para la M2-SC con la adición de cal de obra al 5% y para M3-SCI20% crece en un 14.19% y M4-SCI30% crece en un 13.83% con la adición de cal de obra al 5% y residuos de ignimbrita en (20 y 30)%, según indica el **grafico 42**, se **concluye** que a mayor alcalinidad presente en la muestra se obtendrá un mejor comportamiento mecánico del suelo, la dosificación **M2-SC** es más optima en la investigación.
- Se determinó que la **escala granulométrica** del suelo en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita varían según las siguientes dosificaciones: M1-SP = (3.39% grava, 63.63% arena, 32.98% finos), M2-SC = (2.32% grava, 60.91% arena, 36.77% finos), M3-SCI20% = (3.02% grava ,62.70% arena, 34.28% finos) y M4-SCI30% = (2.31% Grava, 63.90% Arena, 33.80% Finos).A partir del suelo patrón M1-SP; los valores de M2-SC en el porcentaje de (grava decrecen en un -31.6%, arena en -4.3%, finos crecen hasta un 11.5%) en relación al incremento de cal de obra al 5%; al adicionar residuos de ignimbrita en un (20 y 30)% y cal de obra en 5% para M3-

SCI20% (su grava disminuye en -10.9%, arena disminuye en -1.5%, finos crece en 3.9%) y en M4-SCI30% su (grava disminuye en -32.0%, arena crece en 0.4%, finos crece en 2.5%), según indica el **grafico 46**, se **concluye** que conforme aumenta los finos y disminuyen las arenas mejora su comportamiento mecánico, como se verifica en la dosificación **M2-SC**.

- Se define la relación de la **plasticidad** del suelo con el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita según las siguientes dosificaciones: M1-SP=(17%LL, N.P%LP, N.P%IP), M2-SC=(20%LL, N.P%LP, N.P %IP), M3-SCI20% =(N.P%LL, N.P%LP, N.P %IP), M4-SCI30% =(N.P%LL, N.P%LP, N.P %IP) , no se obtuvieron resultados, como se indica en la **gráfica 48**, se **concluye** que por el tipo de suelo patrón areno-limoso utilizado no presenta índice de plasticidad, no habiendo influenciado la adición de cal de obra al 5% como activador y los residuos de ignimbrita al (20 y 30)% en la obtención de un valor numérico en el índice de plasticidad.
- Se determinó que la **gravedad específica** en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita según las dosificaciones: M1-SP = 2.500, M2-SC= 2.480, M3-SCI20% = 2.450, M4-SCI30% = 2.320. A partir del suelo patrón M1-SC, decrece en (-0.80% para M2-SC) adicionando cal de obra al 5%, al adicionar cal de obra al 5% y residuos de ignimbrita en un (20 y 30) % para las dosificaciones (M3-SCI20% disminuye en - 2.00%), (M4-SCI30% en - 7.20%) como se indica en la **gráfica 50**. Se **concluye** que al adicionar la participación de la cal de obra al 5% y los residuos de ignimbrita en (20 y 30) % disminuyen los valores de la gravedad específica en todas las muestras, no aportando una mejoría en el comportamiento mecánico del suelo, esto debido al activador, cal de obra al 5% (hidróxido de calcio Ca(OH)_2 en 3-15% de concentración), no cumplió con el objetivo, siendo la muestra **M2-SC** más óptima.
- Se determino calcular la **compactación** en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita según las siguientes dosificaciones: M1-SP = 1.90 gr/cm³, M2-SC= 1.96 gr/cm³, M3-

SCI20% = 1.82 gr/cm³, M4-SCI30% = 1.72 gr/cm³. A partir del suelo patrón M1-SP la muestra (M2-SC crece en un 2.89%) al adicionar la cal de obra al 5%, al adicionar cal de obra al 5% y residuos de ignimbrita en un (20 y 30)% en las muestras (M3-SCI20% disminuye en - 4.36%), (M4-SCI30% decrece en - 9.65 %) como se indica en la **gráfica 52**. Siendo la dosificación más favorable **M2-SC** con respecto al comportamiento mecánico del suelo.

- Se determino calcular la **capacidad de carga** en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de las dosificaciones siguientes M1-SP= (CBR 100%MDS= 45%, CBR 95%MDS= 30%), M2-SC= (CBR 100%MDS= 49%, CBR 95%MDS= 33%), M3-SCI20% = (CBR 100%MDS=34%, CBR 95%MDS= 24%), M4-SCI30% = (CBR 100%MDS= 30%, CBR 95%MDS= 19%). A partir del suelo patrón M1-SC, para la muestra M2-SC el (CBR 100% MDS) crece en 8.89%, (CBR 95% MDS) crece en 10.00% al adicionar cal de obra al 5%, al adicionar cal de obra al 5% y residuos de ignimbrita en un (20 y 30)% las muestras M3-SCI20% el (CBR 100% MDS) disminuye en - 24.44%, (CBR 95% MDS) disminuye en -20.00%, M4-SCI30% el (CBR 100% MDS) disminuye - 33.33%, (CBR 95% MDS) disminuye en -36.67%, como se indica en la **gráfica 55**. Concluyendo que la mejor dosificación es **M2-SC** al tener el más alto resultado en favor del comportamiento mecánico del suelo.

VII. RECOMENDACIONES

- El presente estudio de investigación ha utilizado cal de obra con un pH de 12 con una concentración de (3 a 15)% de hidróxido de calcio, se recomienda para el proceso geo-polimérico, hacer uso de un agente activador con alto pH y una mejor concentración de 50% a más, para activar los residuos de ignimbrita.
- Se recomienda realizar un triturado y molienda exhaustiva de los residuos de ignimbrita y que pasen el tamiz N° 140 y les permita tener una muestra más óptima para el proceso de activación alcalina.
- Se recomienda el uso de suelos areno limosos para estudiar el comportamiento químico, físico y mecánico de muestra con potencial a ser activados alcalinamente (alto contenido de alúmina Al_2O_3 y sílice SiO_2) dentro de la matriz pétreo del suelo.
- Se recomienda reducir la participación de los residuos de ignimbrita de entre (5 y 10)% en caso de no contar con un activador alcalino alto con óptima concentración, a fin de que pueden ser activados los residuos de ignimbrita dentro de la matriz pétreo del suelo areno limoso.
- Se recomienda utilizar materiales que tengan un alto porcentaje de fase amorfa, en el proyecto investigado los residuos de ignimbrita tienen 22.20%, mientras más alto sea su fase amorfa de la materia prima a estudiar, mejor será su reacción en el del proceso geopolimérico.

REFERENCIAS

ALTAMIRANO Navarro, Genaro José y DÍAZ Sandino, Axell Ezequiel. 2015. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí-Rivas. 2015.

ARIAS Gonzales, José Luis. 2020. *Proyecto de tesis guía para la elaboración.* Peru : s.n., 2020. ISBN:978-612-00-5416-1.

AYDIN, Serdar y Baradan, Bülent. 2013. Effect of activator type and content on properties of alkali-activated slag mortars. s.l. : Composites: Part B, 2013.

BAÑÓN Blázquez, Luis y Beviá García, José F. 2015. Manual de carreteras: Construcción y mantenimiento. 2015. Vol. II. ISBN: 84-607-0123-9.

BEHAK, Leonardo y Peres Nuñez, Washington. 2008. Characterization of a material comprised of sandy soil, rice husk ash and potentially useful lime in pavements. 2008. ISSN: 0718-5073.

BILIM, Cahit, y otros. 2012. Influence of admixtures on the properties of alkali-activated slag mortars subjected to different curing conditions. s.l. : Materials and Design, 2012. ISSN: 0261-3069.

BOWLES, Joseph E. 1982. Propiedades Geofísicas de los Suelos. 1982.

BRAJA M., Das. 2012. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. Séptima 2012. ISBN-13: 9786074817478.

BROWN, Theodore L., y otros. 2014. Química La ciencia central. edición 12 Mexico : s.n., 2014. ISBN: 9786073222372.

C.Y. Heaha, y otros. 2011. Effect of Curing Profile on Kaolin-based Geopolymers. s.l. : Physics Procedia, 2011.

CABEZAS Mejía, Edison Damián, Andrade Naranjo, Diego y Torres Santamaria, Johana. 2018. *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. ISBN:978-9942-765-44-4.

CASTRO Ramirez, Clint Ray. 2020. "Estabilización de suelo incorporando ignimbrita blanca y mucilago de tuna en el acceso Huancarqui a la mina Zafranal, Región Arequipa, 2019". 2020.

COHEN, Néstor y Gómez Rojas, Gabriela. 2019. Metodología de la investigación, ¿ para qué? Buenos Aires : Teseo, 2019. ISBN: 9789877231908.

CRESPO Villalaz, Carlos. 2004. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5a Mexico : s.n., 2004. ISBN: 968-18-6489-1.

DE LA CRUZ Vega, Sleyther Arturo, y otros. 2017. Granulometría, humedad y características de los suelos de la ciudad de Huacho. Perú : s.n., 2017. ISSN 2305 - 4352.

DELGADO Rios, Joseph Bryam y León Coronel, Alexa Carolina. 2019. "Mejoramiento De la Subrasante Mediante La Mezcla De Grava-Arcilla Para Optimizar Su Capacidad Portante En La Calle Los Nogales, Piura-2019". 2019.

F. Puertas, C. Varga y M.M. Alonso. 2014. Rheology of alkali-activated slag pastes. Effect of the nature and concentration of the activating solution. s.l. : Cement & Concrete Composites, 2014. ISSN:0958-9465.

FERNÁNDEZ Jiménez, Ana y Palomino, Angel. 2009. Properties and uses of alkali cements. 2009. ISSN 0718-5073.

FIDIAS G., Arias. 2012. *El Proyecto de Investigacion introducción a la metodología científica.* 6 a. Venezuela : Episteme, C.A., 2012. pág. 69. ISBN: 980-07-8529-9.

GARCIA Bello, Deborah. 2016. Todo es cuestión de Química. 2016. ISBN: 978-8449331886.

HASAN, Zaid Ali, Mohammed Salah, Abed y Mohammed, Kareem. 2021. Properties of reactive powder concrete containing different combinations of fly ash and metakaolin. s.l. : Journal of Babylon University, 2021.

HEBER Manrique Huezo Maldonado, Alber Cristian Orellana Martinez. 2009. *Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en El Salvador.* s.l. : Universidad de El Salvador, 2009.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Pilar Baptista, Lucio. 2000. *Metodología de la investigación.* Sexta edición. Mexico : McGRAW-HILL, 2000. ISBN:978-1-4562-2396-0..

HERRERA Rojas, Aura Nidia. 1998. Notas sobre psicometria guia para el curso de psicometria. Santafe de Bogota : s.n., 1998.

HERRERA Sosa, Luis Carlos, Villena Montalvo, Edgar Elias y Rodríguez Neira, Karin Rosario. 2020. Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú. Colombia : s.n., 2020. ISSN 1657-0308.

HUANCOILLO Humpiri, Yuniór José. 2017. Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera Desvio Huancané – Chupa – Puno. s.l. : Universidad Nacional Del Altiplano, 2017.

JI Zhuanga, Huang, Yan Zhanga, Hai y Hao Xu. 2017. *Resistance of geopolymers mortar to acid and chloride attacks.* s.l. : Procedia Engineering, 2017.

JOHNSON, A. W. y Sallberg, J. R. "Factors influencing compaction test results" Highway Research Board. Bulletin 319.

LARA Galindo, J. 1988. Ensayos de albañilería en sillar, (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Peru : s.n., 1988.

LODEIRO, Garcia, Jiménez, A. Fernández y Palomo, A. 2015. Cementos híbridos de bajo impacto ambiental: Reducción del factor clinker. 2015. ISSN 2007-6835.

M. Torres-Carrasco y F. Puertas. 2017. Waste glass as a precursor in alkaline activation: Chemical process and hydration products. s.l. : Construction and Building Materials, 2017.

MARTELL. Cal de obra línea de construcción. [En línea] <https://www.martellsac.com.pe/wp-content/uploads/2018/06/F.T.-Cal-de-Obra-Martell.pdf>.

MEJIA, Jobanna M, Rodriguez, Erich D y Mejia de Gutiérrez, Ruby. 2014. Potential Utilization of a Low Quality-Fly Ash as an Aluminosilicate Source in the Production of Geopolymers. 2014. ISSN 0123-2126.

MELGAREJO Draper, Joan Carles, y otros. 2010. Técnicas de caracterización mineral y su aplicación en exploración minera. Mexico : s.n., 2010. ISSN 1405-3322.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2016. Manual de Ensayos de Materiales. Lima : s.n., 2016.

—. **2014.** Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. 2014.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saniamiento. 2010. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Peru : s.n., 2010. ISBN 978-99729433-5-5.

MUÑOZ Rocha, Carlos I. 2015. Metodología de la investigación. Mexico : Progreso S.A de C.V, 2015. ISBN: 9786074265422.

N. Toniolo, y otros. 2018. Extensive reuse of soda-lime waste glass in fly ash-based geopolymers. s.l. : Construction and Building Materials, 2018.

NEILL, David Alan y Cortez Suárez, Liliana. 2018. *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. Ecuador : UTMACH, 2018. ISBN: 978-9942-24-093-4.

NIÑO Rojas, Victor Miguel. 2011. *Metodología de la investigación diseño y ejecución*. Colombia : Ediciones de la U, 2011. ISBN: 978-958-8675-94-7.

ÑAUPAS Paitán, Humberto, y otros. 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. Quinta Bogotá, Colombia : Ediciones de la U, 2018. ISBN 978-958-762-0.

POWER, James F. y Prasad, Rajendra. 1997. Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture 1st edition. 1997. ISBN 9781566702546.

R. Rakhimovaa, Nailia y Z. Rakhimov, Ravil. 2018. Reaction products, structure and properties of alkali-activated metakaolin cements incorporated with supplementary materials – a review. s.l. : Journal of Materials Research and Technology, 2018.

RAMÍREZ, Clint Ray Castro. 2019. Estabilización de suelo incorporando ignimbrita blanca y mucilago de tuna en el acceso Huancarqui a la mina Zafranal, Región Arequipa, 2019. 2019.

RAVIKUMAR, Deepak y Neithalath, Narayanan. 2012. Effects of activator characteristics on the reaction product formation in slag binders activated using alkali silicate powder and NaOH. s.l. : Cement & Concrete Composites, 2012.

RUIZ Bautista, William Alexander, Lagos Diaz, Mercedes y Ovalle Martínez, Segundo Agustín. 2017. Characterization of flying ashes of a thermoelectric plant for its possible use as an additive in the manufacture of cement. 2017. ISSN 2389-9417.

S. Gebregziabihera, Berhan, Thomas, Robert y Peethamparan, Sulapha. 2014. Very early-age reaction kinetics and microstructural development in alkali activated slag. s.l. : Cement & Concrete Composites, 2014.

SALAS Begazo, Alejandro Néstor. 2018. Métodos estadísticos para la investigación científica. Ecuador : Grupo compás, 2018. ISBN: 978-9942-33-046-8.

SANTAQUITERIA, C. Ruiz, y otros. 2013. Clay reactivity: Production of alkali activated cements. s.l. : Applied Clay Science, 2013.

SOTO Cruz, Pedro. 2019. Estabilización de suelos mediante activación alcalina de residuos de ignimbrita, arcilla calcinada y mortero reciclado para

su uso como subrasante mejorada. s.l. : Universidad Nacional De San Agustin, 2019.

TOIRAC Corral, José. 2012. Granulometric characterization of sand factory in the Dominican Republic, their impact on the quality and cost of concrete. 2012. Vol. 37. ISSN-e 2616-8751.

TORO Jaramillo, Iván Darío y Parra Ramírez, Rubén Darío. 2010. Fundamentos epistemológicos de la investigación y la metodología de la investigación cualitativa/cuantitativa. Colombia : Universidad EAFIT, 2010. ISBN: 978-958-720-057-7.

TORRES-Carrasco, M. F. Puertas. 2017. La activación alcalina de diferentes aluminosilicatos como una alternativa al Cemento Portland: cementos activados alcalinamente o geopolímeros. s.l. : Revista Ingeniería de Construcción, 2017. ISSN 0718-5073.

TORRES-Carrasco, Manuel, y otros. 2015. Alkali activated slag cements using waste glass as alternative activators. Rheological behaviour. 2015.

ANEXO

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA: “Subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021”


PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema Principal: ¿Cuál es el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Principal: Determinar el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021.</p>	<p>Hipótesis principal: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa – 2021, mejorara su comportamiento mecánico</p>	<p>V1: Residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco</p>	<p>D1: Caracterización</p>	<p>I1: Composición Mineralógico: Albita (22.3%) Moscovita (1.6%) Cristobalita (38.9%) Microclina (37.2%)</p> <p>I2: Composición Química: Silicio (136373.33±4622.92) Aluminio (26496.67±1086.66) Potasio (16586.67±1055.00)</p> <p>I3: Agente Alcalino: (Cal: 5 %)</p> <p>I4: Material a activar (Ignimbrita) D1: 0%RI + 0%CA D2: 0%RI + 5%CA D3: 20%RI + 5%CA D4: 30%RI + 5%CA</p>	<p>Tipo ✓ Por enfoque: Investigación cuantitativa ✓ Por propósito: Investigación aplicativo</p> <p>Nivel ✓ Explicativo</p>
<p>Problema Específico 1: ¿Cuál es el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en relación a la alcalinidad del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 1: Determinar la relación de la alcalinidad del suelo con el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021.</p>	<p>Hipótesis específica 1: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, aumenta su comportamiento mecánico en relación a la alcalinidad del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>V2: Subrasantes areno-limosas</p>	<p>D3: Propiedades Químicas</p>	<p>I1: Alcalinidad (pH, adimensional)</p>	<p>Diseño ✓ Cuasiexperimental</p> <p>Técnica ✓ Observación directa</p> <p>Instrumento ✓ Fichas técnicas</p>
<p>Problema Específico 2: Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco con respecto a la escala granulométrica del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 2: Conocer la escala granulométrica del suelo en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>Hipótesis Específica 2: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, en relación a la escala granulométrica optimiza su comportamiento mecánico del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>V2: Subrasantes areno-limosas</p>	<p>D4: Propiedades Físicas</p>	<p>I2: Escala Granulométrica (Curva Granulométrica, mm)</p>	<p>Validez ✓ Juicio de expertos</p>

<p>Problema Específico 3: ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en función a la plasticidad del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 3: Definir la relación de la plasticidad del suelo con el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>Hipótesis Específica 3: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, aumentan su plasticidad en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>		D5: Propiedades Mecánicas	<p>I7: Plasticidad (IP, Adimensional)</p>	
<p>Problema Específico 4: ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco con respecto a su gravedad específica del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 4: Establecer la gravedad específica en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>Hipótesis Específica 4: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, disminuye cuantitativamente su gravedad específica del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>			<p>I8: Gravedad específica (Gs, Adimensional)</p>	
<p>Problema Específico 5: ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en función a la compactación del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 5: Calcular la compactación en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>Hipótesis Específica 5: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, mejora su compactación del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>			<p>I9: Compactación (Densidad máxima seca, gr/cm³)</p>	
<p>Problema Específico 6: ¿Cuál es comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco en relación a la capacidad de carga del suelo en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021?</p>	<p>Objetivo Específico 6: Calcular la capacidad de carga en el comportamiento mecánico de las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>	<p>Hipótesis Específica 6: Las subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, aumenta su capacidad de carga de los suelos en la calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021</p>			<p>I10: Capacidad de Carga (CBR, %)</p>	




ANEXO B: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES: “subrasantes areno-limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa - 2021”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO/ITEM	ESCALA
V1: Residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco	<p>El sillar para Lara (1988, p.13), es un material de construcción en muros, fue empleado por sus características mecánicas, por los habitantes antiguos de la región de Arequipa antes de la llegada de los españoles, dado que presenta un potencial de resistencia a la comprensión bastante cercana a la de un ladrillo de arcilla tipo II, siendo utilizarlo en albañilería portante y en techados de forma curva.</p> <p>Es una roca piroclástica que cubre grandes extensiones del flanco occidental andino del Perú. La ignimbrita es una roca ígnea producto del depósito volcánico, y que consiste en toba dura compuesta de fragmentos de roca y fenocristales en una matriz de fragmentos de vidrio semejantes a polvo, junto con pedazos de piedra pómez y bloques de lava densa.</p>	<p>Se procederá a triturar, pulverizar y tamizar, se dosificará en un 20% y 30% del peso total de la muestra, se mezclará con los materiales para elaborar los especímenes para dar así validez a nuestras hipótesis propuestas.</p>	D1: Caracterización	<p>I1: Composición Mineralógico: Albita (22.3%)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moscovita (1.6%) • Cristobalita (38.9%) • Microclina (37.2%) 	Ensayo de Difracción de Rayos X	De razón
				<p>I2: Composición Química: • Silicio (136373.33±4622.92) • Aluminio (26496.67±1086.66) • Potasio (16586.67±1055.00)</p>	Ensayo de Fluorescencia de Rayos X	De intervalo
			D2: Dosificación	<p>I2: Agente Alcalino: (Cal: 5 %)</p>	Especificaciones Técnicas	De razón
				<p>I4: Material a activar (Ignimbrita)</p> <ul style="list-style-type: none"> • D1: 0%RI + 0%CA • D2: 0%RI + 5%CA • D3: 20%RI + 5%CA • D4: 30%RI + 5%CA 	ASTM-C618. Especificación estándar para Cenizas volantes de carbón y puzolana natural cruda o calcinada para su uso en Concreto	De intervalo
V2: Subrasantes Areno-limosas	<p>Según norma CE. 010 Pavimentos Urbanos (2010, p.53), la subrasante es la capa inferior del pavimento paralela, donde se describen las calidades de los materiales, procedimientos constructivos y controles a seguir para alcanzar un nivel adecuado, el profesional responsable a cargo del proyecto tiene la facultad de considerar el uso de materiales geosintéticos y estabilizadores en caso lo considere conveniente.</p>	<p>Mejorar sus características de la subrasante del suelo areno-limosas tanto sus propiedades Químicas, Físicas y Mecánicas, mediante la realización de especímenes los cuales serán sometidos a ensayos normalizados que nos brindarán resultados que serán interpretados con el fin de dar una conclusión.</p>	D3: Propiedades Químicas	<p>I5: Alcalinidad (pH, adimensional)</p>	Ficha técnica N 01: Alcalinidad (pH, adimensional) (ver Anexo C)	De razón
			D4: Propiedades Físicas	<p>I6: Escala Granulométrica (Análisis Granulométrico, mm)</p>	Ficha técnica N 02: Escala Granulométrica (Curva Granulométrica, mm) (ver Anexo D)	De Intervalo
				<p>I7: Plasticidad (IP, Adimensional)</p>	Ficha técnica N 03: Plasticidad (IP, Adimensional) (ver Anexo E)	De Intervalo
				<p>I8: Gravedad específica (Gs, Adimensional)</p>	Ficha técnica N 04: Gravedad específica (Gs, Adimensional) (ver Anexo F)	De razón
			D5: Propiedades Mecánicas	<p>I9: Compactación (Densidad máxima seca, gr/cm3)</p>	Ficha técnica N 05: Compactación (Densidad máxima seca, gr/cm3) (ver Anexo G)	De razón
				<p>I10: Capacidad de Carga (CBR, %)</p>	Ficha técnica N 06: Capacidad de Carga (CBR, %) (ver Anexo H)	De razón


ANEXO C: FICHA TECNICA N° 01 - pH

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	FICHA TECNICA N° 01		
PROYECTO:	Subrasantes areno limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa 2021		
INDICADOR:	pH		
NORMA	NTP 339.176		
INTEGRANTES:	AVENDANO LIVISE, Gerson Dario CHIPANA BENIQUE, Brandon Jheffersson		
LUGAR:	Distrito de Quequeña - Arequipa - Arequipa		
SUELO PATRON:	Areno Limoso	MUESTRA:	Subrasante




Codigo	Suelo tratado (Kg)	Dosificacion			Especimenes			Promedio	Temp °C
		Suelo	Cal	IG	E - 01	E - 02	E - 03		
					Ph	Ph	Ph		
M1-SP	50	100%	0	0%	7.33	7.32	7.33	7.33	20.1
M2-SC	50	95%	5%	0%	8.41	8.39	8.42	8.41	20.3
M3-SCI20%	50	75%	5%	20%	8.37	8.34	8.39	8.37	20.3
M4-SCI30%	50	65%	5%	30%	8.34	8.33	8.35	8.34	20.7

VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
1	Gomez Begazo, Enrique Cerafin	93725		0.79
2	Lovon Alvarado, Guillermo	101193		0.81
3	Puma Olaechea, Fredy Jesus	184804		0.76
Validez: Promedio				0.79


ANEXO D: FICHA TECNICA N° 02 – ANALISIS GRANULOMETRICO

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	FICHA TECNICA N° 02		
PROYECTO:	Subrasantes areno limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa 2021		
INDICADOR:	Análisis Granulométrico		
NORMA:	NTP 339.128		
INTEGRANTES:	AVENDAÑO LIVISE, Gerson Dario CHIPANA BENIQUE, Brandon Jhefferesson		
LUGAR:	Distrito de Quequeña - Arequipa - Arequipa		
SUELO PATRON:	Areno Limoso	MUESTRA:	Subrasante




Codigo	Suelo tratado (Kg)	Dosificación			Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3			Promedio		
		Suelo	IG	Cal	Grava %	Arena %	Finos %	Grava %	Arena %	Finos %	Grava %	Arena %	Finos %	Grava %	Arena %	Finos %
M1-SP	50	100%	0%	0	3.38	63.60	33.02	3.41	63.65	32.94	3.39	63.63	32.98	3.4	63.6	33.0
M2-SC	50	95%	0%	5%	2.32	60.89	36.79	2.31	60.92	36.77	2.33	60.91	36.76	2.3	60.9	36.8
M3-SCI20%	50	75%	20%	5%	2.98	62.68	34.34	2.99	62.71	34.30	3.10	62.70	34.20	3.0	62.7	34.3
M4-SCI30%	50	65%	30%	5%	2.29	63.85	33.86	2.32	63.93	33.75	2.31	63.91	33.78	2.3	63.9	33.8

VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
1	Gomez Begazo, Enrique Cerafin	93725		0.75
2	Lovon Alvarado, Guillermo	101193		0.71
3	Puma Olaechea, Fredy Jesus	184804		0.77
Validez: Promedio				0.74


ANEXO E: FICHA TECNICA N° 03 – INDICE DE PLASTICIDAD

	FICHA TECNICA N° 03		
PROYECTO:	Subrasantes areno limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa 2021		
INDICADOR:	Indice de Plasticidad		
NORMA:	NTP 339.129		
VARIABLE DEPENDIENTE:	Mejoramiento de subrasantes areno limosas		
INTEGRANTES:	AVENDAÑO LIVISE, Gerson Dario		
	CHIPANA BENIQUE, Brandon Jheffersson		
LUGAR:	Distrito Quequeña - Arequipa - Arequipa		
SUELO:	Areno Limoso	MUESTRA:	Subrasante

Codigo	Suelo tratado (Kg)	Dosificacion			Especimen 1			Especimen 2			Especimen 3			Promedio		
		Suelo	IG	Cal	LL%	LP%	IP%	LL%	LP%	IP%	LL%	LP%	IP%	LL%	LP%	IP%
M1-SP	50	100%	0%	0	16.70	N.P	N.P	16.90	N.P	N.P	17.00	N.P	N.P	17	N.P	N.P
M2-SC	50	95%	0%	5%	19.90	N.P	N.P	19.80	N.P	N.P	19.90	N.P	N.P	20	N.P	N.P
M3-SCI20%	50	75%	20%	5%	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P
M4-SCI30%	50	65%	30%	5%	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P	N.P

VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
1	Gomez Begazo, Enrique Cerafin	93725		0.77
2	Lovon Alvarado, Guillermo	101193		0.83
3	Puma Olaechea, Fredy Jesus	184804		0.87
Validez: Promedio				0.82


ANEXO F: FICHA TECNICA N° 04 – GRAVEDAD ESPECIFICA

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	FICHA TECNICA N° 04		
PROYECTO:	Subrasantes areno limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa 2021		
INDICADOR:	Gravedad especifica en solidos		
NORMA	NTP 339.131		
INTEGRANTES:	AVENDANO LIVISE, Gerson Dario CHIPANA BENIQUE, Brandon Jheffersson		
LUGAR:	Distrito Quequeña - Arequipa - Arequipa		
SUELO PATRON:	Areno Limoso	MUESTRA:	Subrasante




Codigo	Suelo tratado (Kg)	Dosificacion			Especimenes			Promedio Gs-P
		Suelo	Cal	IG	E - 01	E - 02	E - 03	
					Gs	Gs	Gs	
M1-SP	50	100%	0	0%	2.58	2.42	2.50	2.50
M2-SC	50	95%	5%	0%	2.49	2.47	2.48	2.48
M3-SCI20%	50	75%	5%	20%	2.55	2.35	2.45	2.45
M4-SCI30%	50	65%	5%	30%	2.35	2.29	2.32	2.32

VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
1	Gomez Begazo, Enrique Cerafin	93725		0.75
2	Lovon Alvarado, Guillermo	101193		0.84
3	Puma Olaechea, Fredy Jesus	184804		0.78
Validez: Promedio				0.79

ANEXO G: FICHA TECNICA N° 05 – COMPACTACIÓN

		FICHA TECNICA N° 05	
PROYECTO:	Subrasantes areno limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa 2021		
INDICADOR:	Densidad maxima seca		
NORMA	NTP 339.141		
INTEGRANTES:	AVENDAÑO LIVISE, Gerson Dario CHIPANA BENIQUE, Brandon Jheffersson		
LUGAR:	Distrito Quequeña - Arequipa - Arequipa		
SUELO:	Areno Limoso	MUESTRA:	Subrasante

Codigo	Suelo tratado (Kg)	Dosificacion			Especimenes				Densidad maxima seca (g/cm ³)
		Suelo	Cal	IG	E-1 (gr/cm ³)	E-2 (gr/cm ³)	E-3 (gr/cm ³)	E-4 (gr/cm ³)	
M1-SP	50	100%	0	0%	1.884	1.903	1.831	1.807	1.90
M2-SC	50	95%	5%	0%	1.893	1.961	1.931	1.901	1.96
M3-SCI20%	50	75%	5%	20%	1.730	1.771	1.815	1.750	1.82
M4-SCI30%	50	65%	5%	30%	1.613	1.651	1.692	1.718	1.72

VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
1	Gomez Begazo, Enrique Cerafin	93725		0.87
2	Lovon Alvarado, Guillermo	101193		0.77
3	Puma Olaechea, Fredy Jesus	184804		0.84
Validez: Promedio				0.83

ANEXO H: FICHA TECNICA N° 06 – CAPACIDAD DE CARGA

 FICHA TECNICA N° 06	
PROYECTO:	Subrasantes areno limosas con residuos de Ignimbrita de la cantera Añashuayco, calle los Exploradores, Quequeña, Arequipa 2021
INDICADOR:	Relación de soporte de califomia (CBR)
NORMA	NTP 339.145
INTEGRANTES:	AVENDANO LIVISE, Gerson Dario CHIPANA BENIQUE, Brandon Jheffersson
LUGAR:	Distrito Quequeña - Arequipa - Arequipa
SUELO:	Areno Limoso
MUESTRA:	Subrasante

Codigo	Suelo tratado (Kg)	Dosificacion			10 GOLPES		25 GOLPES		56 GOLPES		RESULTADOS	
		Suelo	Cal	IG	CBR 0.1	CBR 0.2	CBR 0.1	CBR 0.2	CBR 0.1	CBR 0.2	CBR 100% MDS	CBR 95% MDS
M1-SP	50	100%	0	0%	15.00%	15.50%	38.40%	44.10%	45.30%	63.50%	45%	30%
M2-SC	50	95%	5%	0%	12.20%	12.80%	30.20%	33.30%	48.70%	67.20%	49%	33%
M3-SCI20%	50	75%	5%	20%	19.30%	19.50%	22.40%	36.10%	34.50%	47.20%	34%	24%
M4-SCI30%	50	65%	5%	30%	15.80%	16.10%	18.90%	30.80%	29.80%	41.90%	30%	19%

VALIDACION DE INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS				
EXPERTO	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	FIRMA	NOTA
1	Gomez Begazo, Enrique Cerafin	93725		0.89
2	Lovon Alvarado, Guillermo	101193		0.86
3	Puma Olaechea, Fredy Jesus	184804		0.88
Validez: Promedio				0.88

ANEXO I: CALIBRACIONES



Laboratorio de Metrología

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 044-008-2019

CELDA DE CARGA PARA PRENSA CBR

CLIENTE : TEJADA CONTRATISTAS GENERALES EIRL
DIRECCIÓN : AV. ALCIDEZ CARREON 245 LA PAMPILLA JOSE LUIS
BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA

DATOS DEL EQUIPO

Prensa Marca : ARSOU, MOD. PR1024, SERIE 125485
Celda Marca : ZEMICS
Modelo : NO INDICA
Serie : 50M2D023576
Capacidad : 5 TN
Procedencia : 0
Indicador : Digital
Identificación : 044-008-2019
Ubicación : Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de emisión:

Lima, 12 de Junio del 2019


Ing. Hugo Luis Arévalo Carrico
INGENIERO CIVIL
D.P. N° 138251

ARSOU GROUP S.A.C.
Mco. E Loto 2 Urb. La virreyona, San Martín de Porres, Lima, Perú
Tel: +51 301-1880 / Cel: +51 928 198 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com.pe
www.arsougroup.com

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de TEJADA CONTRATISTAS GENERALES EIRL, se procedió a verificar una Celda de Carga. La calibración se realizó en las

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

CELDA DE CARGA PARA PRENSA CBR

Prensa Marca	: ARSOU	Indicador Digital	
Modelo/Serie	: PR1024 / 125485	Marca	: High Weight
Celda Marca	: ZEMICS	Modelo	: Sin modelo
Modelo	: NO INDICA	Serie	: Sin serie
Serie	: 5 06M2D023576	Rango	: 5 TN
Capacidad	: 5 TN	Presición	: 1 kg
Procedencia	: 0		
Identificación	: 044-008-2019		
Ubicación	: Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.		

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Celda de Carga	: KELI	Indicador	: Digital HIGH WEIGHT
Modelo	: A-FED	Modelo	:
Serie	: AGB8500	Serie	: 0215426
Carga Nominal	: 5000 kgf.	División	: 0,1 kgf.
Modalidad	: Compresión		

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha	: 2019-6-12
Lugar	: Instalaciones del Laboratorio de NORIEGA BANCES MARTIN.

5.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial	: 29,5 °C
Temperatura Final	: 29,3 °C
Humedad Relativa	: 67 %



Ing. Hugo Luis Arévalo Carrica
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 138851

7.- TRAZABILIDAD.

Certificado de Calibración MT-LF-282-2018 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente ...: INF-LE 426.

8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N°01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Confines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL.

- El equipo no presenta ninguna observación.



Ing. Hugo Luis Azevalo Camacho
INGENIERO CIVIL
O.P. N° 13891

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA
 Prensa Marca: ARSOU; Modelo: PR1024; Serie: 125485
 Celda Marca: Zenón; Modelo: NO INDICA; Serie: 5 80MED023576
 Indicador Digital: Marca High Weight; Modelo: Sin modelo; Serie: Sin serie; Rango: 5 TN

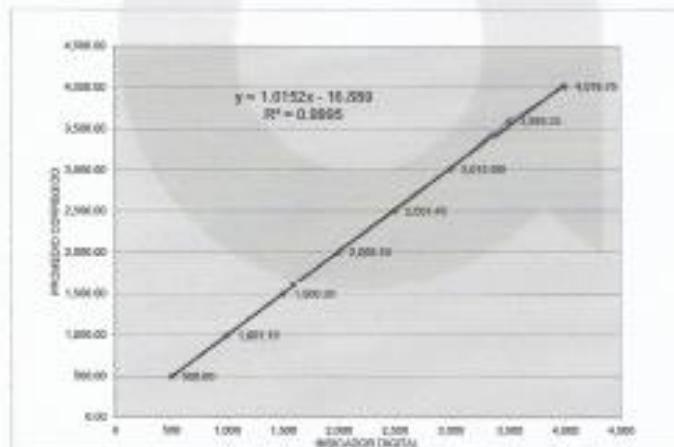
SISTEMA DIGITAL	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRÓN (kg)				PROMEDIO	ERROR	REPROD.
	S1390 (1)		S2390 (2)				
	kg	%	kg	%			
300	301.2	300.4	0.24	0.30	300.80	0.18	0.11
1000	1003.7	1001.6	0.07	0.30	1,001.95	0.12	0.26
1500	1500.0	1500.9	0.06	0.24	1,500.30	0.02	0.03
2000	2001.0	2006.2	0.05	0.40	2,005.30	0.26	0.20
2800	2801.7	2801.2	0.07	0.25	2,801.40	0.08	0.01
3000	3013.8	3012.3	0.45	0.41	3,012.90	0.43	0.25
3500	3508.8	3500.2	2.04	2.83	3,509.30	2.54	0.01
4000	4017.2	4018.3	0.40	0.41	4,018.70	0.40	0.02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01
- 2.- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 0.0 %

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0152x - 16,899$

Coefficiente Correlación: $R^2 = 0,9995$

X : Lectura de la pantalla (kg)
 Y : fuerza promedio (kg)



Ing. Hugo Luis Arvalo Camico
 INGENIERO CIVIL
 D.P. N° 13851



PINZUAR LTDA

INSPECTION CERTIFICATE CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

CONFORME CON LA NORMA

NORMA: INV E-125 REFERENCIA: PS11

CERTIFICA QUE CUMPLE CON
LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS

CARACTERISTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	201,80	g
Espesor de la copa	1,96	mm
Profundidad de la copa	26,80	mm
Altura de la base	50,74	mm
Ancho de la base	125,49	mm
Longitud de la base	149,72	mm

No Serie / Lote: 1750 / N.P.

FECHA: 2017-04-07 FIRMA: Jesison B.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.

Pinzuar Ltda. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TEL: (571) 2454555 | Calle 18 No. 103 B 72
www.pinzuar.com.co | Bogotá - Colombia



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L0719015

BALANZA ELECTRÓNICA

CLIENTE : TEJADA CONTRATISTAS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : AV. DANIEL ALCIDES CARRION N° 245 INT.1 AREQUIPA -
AREQUIPA

LUGAR : LIMA - LIMA

DATOS DEL EQUIPO

Marca : PATRICK
Modelo : 0
Serie : 147
Indicación : Digital
Capacidad : 30000 g
Procedencia : CHINA
Identificación : 0
Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C

Fecha de emisión:

Lima, 02 de Mayo del 2019.

JMR EQUIPOS S.A.C

Rea. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Rea. Luis Alfredo Carrica
INGENIERO CIVIL
N° 11851



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0719015

Pág. 2 de 4

CALIBRACIÓN

1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

BALANZA ELECTRÓNICA

Marca : PATRICK
Modelo : 0
Serie : 147
Indicación : Digital
Capacidad : 30000 g.
Sensibilidad : 1 g.
Procedencia : CHINA
Identificación : 0
Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

3.- PATRONES

Con Certificado de Calibración 0313-MPES-2018, 0312-MPES-2018 - Pesas (1GR A 1 kg, 5kg, 10 kg y 20 kg) con trazabilidad al Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Calibración - INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC - 020.

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2019-5-2
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

5.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

Calibración efectuada según norma metrología NMP 003-1996 y procedimiento PC-011 4ta. Ed. 2011, "Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

6.- INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ g.} \pm 0.0003$

JMREQUIPOS S.A.C.

[Firma]
JOSFA PIZANGO
JEFE CALIBRACION METROLOGIA



[Firma]
Ing. Pablo Luis Alvarado Carrillo
INGENIERO CIVIL
CIP N° 128931

DIRECCIÓN FISCAL CAL JANGAS N° 528, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Col: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrquipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrquipos.com



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0719015

Pág. 3 de 4

7.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial	18.2 °C
Temperatura Final	17.5 °C
Humedad Relativa	70%

8.- RESULTADOS

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.
- Confines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.


Paul Favid Souza Pizango

Ten. PAUL FAVID SOUZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA




Ingeniero Civil

INGENIERO CIVIL
CIP N° 13851



JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0719015

Pág. 4 de 4

10.-

CALIBRACIÓN

Cliente: TEJADA CONTRATISTAS E.I.R.L.

Balanza Electrónica Digital PATRICK, Capacidad 30000 g x 1 g

Identificación:

Balanza Electrónica Clase II, Sensibilidad de Verificación 1 g

Nro.	Carga LI = 15000			Nro.	Carga LI = 30000		
	I (g)	AL (g)	E (g)		I (g)	AL (g)	E (g)
1	15000.0	0	0	1	30000	0	0
2	15000.0	0	0	2	30000	0	0
3	15000.0	0	0	3	30000	0	0
4	15000.0	0	0	4	30000	0	0
5	15000.0	0	0	5	30000	0	0
6	15000.0	0	0	6	30000	0	0
7	15000.0	0	0	7	30000	0	0
8	15000.0	0	0	8	30000	0	0
9	15000.0	0	0	9	30000	0	0
10	15000.0	0	0	10	30000	0	0

CARGA (g)	DIFERENCIA MÁXIMA ENCONTRADA (g)	ERRORES MÁXIMOS PERMISIBLES (g)
15000	0	1
30000	0	2

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo				Determinación de error corregido Eo					e.m.p. (g)
	Carga Min	I (g)	AL (g)	E (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1	1	0	0	500	500.0	0	0	0	1
2		1	0	0		500.0	0	0	0	1
3		1	0	0		500.0	0	0	0	1
4		1	0	0		500.0	0	0	0	1
5		1	0	0		500.0	0	0	0	1

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p. (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0	0	0	10	0	0	0	1
20	20	0	0	0	20	0	0	0	1
50	50	0	0	0	50	0	0	0	1
100	100	0	0	0	100	0	0	0	1
500	500	0	0	0	500	0	0	0	1
1000	1000	0	0	0	1000	0	0	0	1
1500	1500	0	0	0	1500	0	0	0	1
3000	3000	0	0	0	3000	0	0	0	1
5000	5000	0	0	0	5000	0	0	0	1
10000	10000	0	0	0	10000	0	0	0	1
15000	15000	0	0	0	15000	0	0	0	2
30000	30000	0	0	0	30000	0	0	0	2

JMREQUIPOS S.A.C

Tco. PAUL PAVO SOBZA PIZANGO
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



Ing. Luis Andrés Camacho
INGENIERO CIVIL
CIP N° 13855

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA

Cel: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LM - 116 - 2018***Área de Metrología*
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

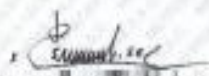
1. Expediente	17202	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realicen las entidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	TECNO CONTRATISTAS S.R.L.	
3. Dirección	Av. Daniel Alcides Carrion N° 245 Int. 1 Arequipa - AREQUIPA.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	YA502	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2,0 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	2290 (*)	El certificado de calibración en firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2018-08-06	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2018-08-06



JUAN C. QUISPE MORALES



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 116 - 2018***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIIb" del SNM-INDECOPI Tercera Edición.

7. Lugar de calibración

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

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	48 %	48 %

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) Dirección de Metrología - INACAL 150033005	PESAS (Clase de Exactitud: F1)	INACAL LM-C-535-2018

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicado en el equipo SPEEDY que pertenece la balanza.

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	25,1 °C

Medición NP	Carga L1 = 250,0 g			Carga L2 = 500,0 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	250,0	50	0	500,0	50	0	
2	250,0	50	0	500,0	60	-10	
3	250,0	60	-10	500,0	50	0	
4	250,0	50	0	500,0	60	-10	
5	250,0	60	-10	500,0	60	-10	
6	250,0	50	0	500,0	50	0	
7	250,0	50	0	500,0	50	0	
8	250,0	50	0	500,0	60	-10	
9	250,0	60	-10	500,0	50	0	
10	250,0	60	-10	500,0	60	-10	
Diferencia Máxima			10	Diferencia Máxima			10
Error Máximo Permisible			± 300	Error Máximo Permisible			± 300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
4		

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	25,3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	1,0 g	1,0	50	0	160,0	160,0	70	-20	-20
2		1,0	50	0		160,0	50	0	0
3		1,0	50	0		160,0	80	-30	-30
4		1,0	50	0		159,9	40	-90	-90
5		1,0	50	0		160,0	50	0	0
					Error máximo permisible				± 200

* Valor entre 0 y 10e



Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 116 - 2018

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	25,3 °C	25,3 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	Ei (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	Ei (mg)	Ec (mg)	
1,0	1,0	50	0	0					
2,0	2,0	50	0	0	2,0	40	10	10	100
5,0	5,0	50	0	0	5,0	40	10	10	100
10,0	10,0	50	0	0	10,0	40	10	10	100
20,0	20,0	50	0	0	20,0	40	10	10	100
50,0	50,0	50	0	0	50,0	40	10	10	200
100,0	100,0	60	-10	-10	100,0	40	10	10	200
200,0	200,0	40	10	10	200,1	60	70	70	300
300,0	300,0	40	10	10	300,1	60	70	70	300
400,0	400,0	50	0	0	400,0	40	10	10	300
500,0	500,0	50	0	0	500,0	50	0	0	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza
l: Indicación de la balanza

ΔL: Carga adicional
E: Error encorinado

E₀: Error en cero
E_c: Error corregido



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0,00159 \cdot g^2 + 0,000000194 \cdot R^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,000000110 \cdot R$$

12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

000700

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de:	Potenciometría	Expediente:	2021-000700
Equipo:	pHmetro	Fecha de Calibración:	05/02/2021
Marca/Fabricante:	HANNA Instruments	Intervalo de Indicación:	0.0 pH a 14.0 pH
Modelo:	H99103	Resolución:	0.1 pH
Número de Serie:	H04120805	Precisión:	± 0.2 pH
Cód. Identificación:	No indica		
Procedencia:	Rumania	Nº de Páginas:	3 págs.

Cliente: Coaguira Hnos. Laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Asfalto S.R.L.
Dirección: Urb. Nuevo Perú, Mz. O, Lote 7, Paucarpata, Arequipa

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia del INACAL los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y cumple con los requisitos de la NTP-ISO/IEC 17025:2017. La calibración se ha completado de acuerdo con el documento MGCD y con su respectivo procedimiento de calibración del servicio, el contenido de los datos es válido solo para el instrumento u equipo calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de servicios o productos.

Este certificado se aplica únicamente al equipo o instrumento identificado y no se reproducirá de forma distinta a la total, sin la aprobación previa por escrito del laboratorio DAICOM S.A.C.

Este certificado de calibración sin firma y sello carecen de validez, contiene un único número de identificación y un sello de agua del laboratorio DAICOM S.A.C., se colocará una identificación adherida al instrumento u equipo calibrado asignada por el laboratorio.

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

Arequipa, 05 febrero 2021

Responsable del Laboratorio



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
DANIEL ACOSTA PONCE
GERENTE DE LABORATORIO
788 25165
DAICOM S.A.C.

Página 1 de 3



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

000700

Método de Calibración	
Calibración efectuada según:	QU-003 - Procedimiento para la calibración de pHmetros Digitales. CEM ESPAÑA.
Método:	Medición Modo Directo o Inverso.

Lugar de Calibración
DAICOMLAB Laboratorio de Calibración. Calle Paucarpata 405, Urbanización La Perla, Cercado, Arequipa - Perú

Condiciones Ambientales			
	Medio	Variación Local $\Delta T \pm$	Unidades
Temperatura Ambiental	21.90	0.40	°C
Humedad Relativa	38.90	0.60	%RH

Trazabilidad
La trazabilidad de las medidas se garantiza por la calibración periódica de los patrones en laboratorios referidos a la Dirección de Metrología del INACAL PERU o en laboratorios acreditados internacionales en la ISO/IEC 17025. Las unidades empleadas en este procedimiento del Sistema Internacional de Unidades es el: pH, en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Patrones de Referencia		
Código	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
LD-004	Termohigrómetro	TE-467
LD-130	Buffers de Calibración de 4.1 pH y 7.0 pH	



DAICOM S.A.C.
Laboratorio de Calibración

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN DAICOM S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS
E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
NTP ISO/IEC 17025

000700

Expresión de Resultados

Alcance	Valor del Instrumento	Valor del Patrón	Error	Incertidumbre U
4.01	pH	pH	pH	pH
	4.41	4.10	0.31	0.25
	4.44	4.10	0.34	0.26
	4.43	4.10	0.33	0.26
	4.40	4.10	0.30	0.24
4.39	4.10	0.29	0.24	

- Temperatura: 20.1 °C a 20.6 °C del buffer

Alcance	Valor del Instrumento	Valor del Patrón	Error	Incertidumbre U
7.01	pH	pH	pH	pH
	7.02	7.00	0.02	0.06
	7.01	7.00	0.01	0.04
	7.11	7.00	0.11	0.15
	7.06	7.00	0.06	0.13
7.04	7.00	0.04	0.09	

- Temperatura: 20.3 °C a 20.6 °C del buffer

Incertidumbre:

2

La incertidumbre expandida de la medición en el momento de la calibración se da en las siguientes páginas. Se calculan de acuerdo con el método descrito en la "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" en español (traducción 1ª Ed. Sept. 2006). La incertidumbre expandida reportada de la medición se establece como la incertidumbre estándar combinada de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que el nivel de confianza se aproxima 95.45 %.

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

*** Fin de Calibración ***

Página 3 de 3

ANEXO J: ENSAYOS DE LABORATORIO



COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Estado de Suelos para Carreteras, Puentes y Edificios
Análisis y Ensayos de Materiales
Diseño y Mezclado de Concretos, Asfalto en Frío y Caliente
Análisis Químicos de Suelos y Agua
Control de Calidad en Obras Civiles general
Alquiler de Equipos de Laboratorio

Informe N° 125 de Trabajo LABCO-LAC 2021

A : AVENDAÑO LIVISE, GERSON DARIO y CHIPANA BENIQUE,
BRANDON JHEFFERSSON
De : COAQUIRA HNOS. Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.
Asunto: Resultados de 04 ensayos de pH.
Fecha : Arequipa, 02 de junio del 2021.

Tengo el agrado de dirigirme a Uds. Con el fin de entregarle adjunto al presente; los resultados de los ensayos mencionados en el Asunto.

Se realizó Resultados de Resultados de 04 ensayos de pH de la cantera calle exploradores - Quequeña - Arequipa. Muestra suelo, para el Proyecto de investigación: "MEJORAMIENTO DE SUBSTRANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA - AREQUIPA".

Adjunto cálculo de resultados, de los ensayos de laboratorio

Es cuanto cumpla con informar a Uds. Para los fines del caso.

Atentamente

Gerardo Alberto Coaquira Espinosa
G. Ger. de Laboratorio Coaquira Hnos.



COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Estado de Suelos para Carreteras, Puentes y Edificios
Análisis y Ensayos de Materiales
Diseño y Mezcla de Concretos, Acabado en Frío y Caliente
Análisis Químicos de Suelos y Aguas
Control de Calidad en Obras Civiles en general
Alquiler de Equipos del Laboratorio

DETERMINACION DEL pH

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE
KIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS
EXPLORADORES, QUEQUEÑA - AREQUIPA

SOLICITANTE : AVENDAÑO LIVISE, GERSON DARIO
CHIPANA BENIQUE, BRANDON JHEFFERSSON

CANTERA : CALLE EXPLORADORES - QUEQUEÑA - AREQUIPA

Fecha : 06/06/2021

DETERMINACION

Muestras de suelo, fue procesada en una relacion de 1:3 con agua destilada.

prueba 1	prueba 2	prueba 3	Promedio	Temp °C	Muestra
7.33	7.32	7.33	7.33	20.1	M-1 SP
8.41	8.39	8.42	8.41	20.3	M-2 SC
8.37	8.34	8.39	8.37	20.3	M-3 SCI 20%
8.34	8.33	8.35	8.34	20.7	M-4 SCI 30%

DETERMINACION	METODO DE ENSAYO APLICADO
pH	Metodo Potenciométrico

COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO
CARLOS A. COAQUIRA ESCOBAR
JEFE DE LABORATORIO

COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO
Gerson Dario Avendaño Choper
INGENIERO - CIVIL - 68442

URB. NUEVO PERU MZ. "O" - LT. 7 DISTRITO DE PAUCARPATA-AREQUIPA RUC 20603264615
TELEF. 054486587 CEL. 959293918 - 959128655 Correo coaquira_caco@hotmail.com



COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Estudio de Suelos para Carreteras, Puentes y Edificios
Análisis y Ensayos de Materiales
Diseño y Mezcla de Concretos, Acabado de Trazo y Colocación
Análisis Químicos de Suelos y Aguas
Control de Calidad en Obras Civiles en general
Alquiler de Equipos de Laboratorio

MUESTRAS RECEPCIONADAS EN LABORATORIO



PREPARACION DE MUESTRAS PASANTE DEL TAMIZ N° 10



URB. NUEVO PERU IZ. "O"-L.T. 7 DISTRITO DE PAUCARPATA-AREQUIPA-AREQUIBA-AREQUIBA 20603264615
TELEF.054466587 CEL. 959293918-959128655 Correo: coaquira_cace@hotmail.com



COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Estudios de Suelos para Carreteras, Puentes y Edificios
Análisis y Ensayos de Materiales
Diseño y Mezcla de Concretos, Acabado en Frío y Caliente
Análisis Químicos de Suelos y Aguas
Control de Calidad en Obras Civiles en general
Alquiler de Equipos de Laboratorio

FILTRADO DE LA MEZCAL



OBTENCION DE LA ALICUOTA PARA ENSAYO





COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Estudio de Suelos para Carreteras, Pavimentos y Edificios
Análisis y Ensayos de Materiales
Diseño y Mezcla de Concretos, Acabado en Frío y Caliente
Análisis Químico de Suelos y Aguas
Control de Calidad en Obras Civiles en general
Alquiler de Equipos de Laboratorio

VALORACION DEL pH
M-1 y M-2





COAQUIRA Hnos.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Estudio de Suelos para Carreteras, Puentes y Edificios
Análisis y Ensayos de Materiales
Dosis y Mezcla de Concretos, Asfalto en Frío y Caliente
Análisis Químico de Suelos y Aguas
Control de Calidad en Obras Civiles en general
Alquiler de Equipos de Laboratorio

VALORACION DEL pH
M-3 y M-4





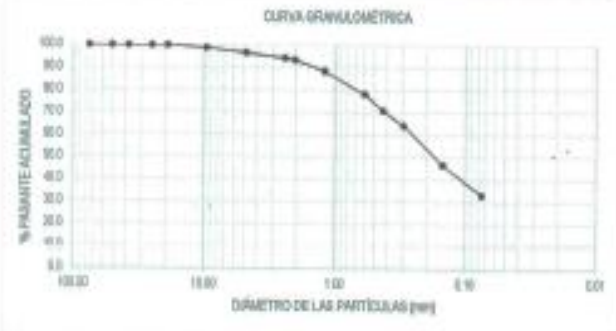
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 200.128, Revisado el 2014, I.S.A.I. (3) Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 20 de Mayo de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE:	GERSON DARO AVENDAÑO LIVISE BRANDON JEFFERSSON CHIPANA BEMQUE	PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE GAMBIRITA DE LA CANTERA AÑASHUYCÓ, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA	UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021	ANALIZADO:	martes, 25 de Mayo de 2021
CÓDIGO INTERNO:	201900364	PROF. TOTAL (%):	-
MUESTRA:	M1-8P	TPO DE MUESTRA:	Suelo
CANTERA:	AÑASHUYCÓ	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	W _{ret-ens} (g)	W _{ret-ens} (g)	W _{ret-ens} (%)	RETENIDO ACUMULADO	PERMEANTE ACUMULADO	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
3"	75.00	339	0	0.0	0.0	100.0	% ORVA	% 0/0	0.0
2"	50.00	339	0	0.0	0.0	100.0	% 0/1	3.4	
1 1/2"	37.50	339	0	0.0	0.0	100.0	% AG	3.3	
1"	25.00	339	0	0.0	0.0	100.0	% ASJA	% ASJ	32.8
3/4"	19.00	339	0	0.0	0.0	100.0	% AF	% AF	37.8
3/8"	9.50	401	122	1.3	1.3	98.7	% FCSO		33.0
Nº 4	4.750	535	196	2.1	3.4	95.6	Tamaño Máximo de la grava (mm)		30"
Nº 8	2.360	115.0	12.46	2.4	5.8	94.2	Forma del suelo grueso		Indeterminada
Nº 10	2.000	106.7	4.15	0.8	0.8	93.4	Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Nº 16	1.190	126.5	25.93	5.0	11.6	89.4	Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.040
Nº 30	0.590	156.2	53.59	10.3	21.9	78.1	Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.069
Nº 40	0.425	140.3	37.71	7.3	29.2	70.8	Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.252
Nº 50	0.300	130.8	34.24	6.6	35.8	64.2	Coefficiente de uniformidad (C _u)		6.4
Nº 100	0.149	103.9	91.29	17.8	53.5	46.5	Coefficiente de curvatura (C _c)		6.0
Nº 200	0.075	172.9	70.31	13.8	67.9	32.0			
FONDO		273.3	170.75	30.0	100.0	0.0			



Observaciones: Muestra depositada e identificada por TechLab Consultoría



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP: 6424



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de referencia, sino como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados obtenidos solo serán válidos para la muestra analizada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier uso indebido o no autorizado de este documento es responsabilidad del usuario.
Elaborado en su totalidad por el personal técnico responsable de los resultados descritos en este documento.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 330.129-1990, Revisada el 2014. SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

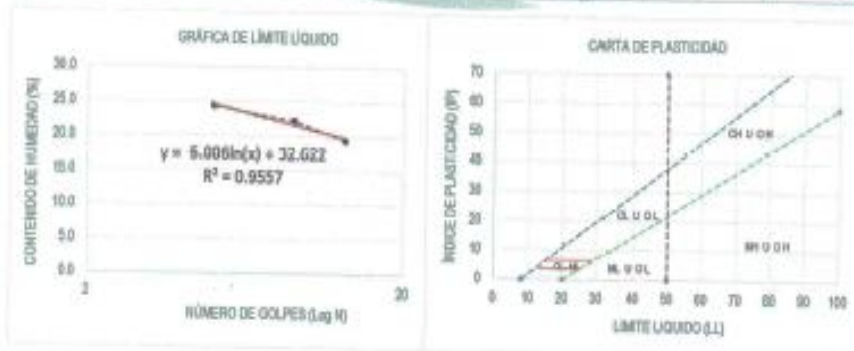
F. Emisión: 26 de Mayo de 2021
Página: 2 de 5

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIVISE BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE	PROF. TOTAL (m):	
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNERITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	martes, 25 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	201900264		
MUESTRA:	MI-SP		
CANTERA:	AÑASHUAYCO		

Proceso de selección: Pasante N° 40
% Retenido N° 40: 90.0%
Muestra seca al: Aire
Procedimiento empleado: Método de preparación: Múltiplo Húmedo

Descripción del material (Descripción visual-manera Muestra de Color Mantle Verdeo Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g	45.05	50.12	47.40	-	-
Masa de suelo seco + tara	g	41.93	45.91	43.28	-	-
Masa de tara	g	25.85	25.96	26.35	-	-
Masa de agua empleada	l	3.12	4.21	4.12	-	-
Contenido de humedad	%	19.4	22.2	24.3	-	-
Número de Golpes	-	13	9	5	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	17
Límite Plástico:	NP
Índice de Plasticidad:	NP

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No Plástico

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el Ing. Gerson Dario Avendaño Livise



[Firma manuscrita]
Gerson Dario Avendaño Livise



Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una evidencia de conformidad con los requisitos especificados del sistema de gestión por el cliente. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra analizada.
Este laboratorio no garantiza la reproducción parcial o total de este documento en la subsecuente modificación, cualquier alteración o comentario en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del uso que se le haga a la información contenida en los resultados de los análisis de laboratorio en este documento.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

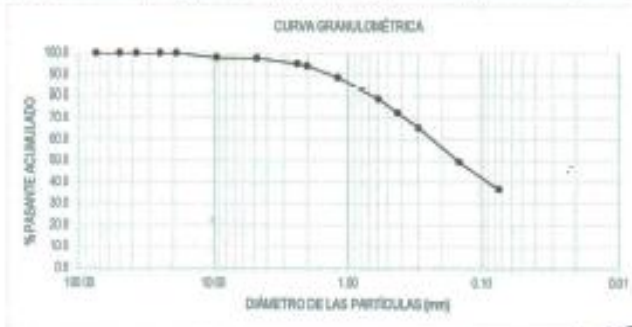
NTP 338.126, Revisado el 2014. SUELOS Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 25 de Mayo de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE:	GERSON DAVID AVENDAÑO LIVISE BRANDON J. JEFFERSSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	martes, 25 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	201900284	PROF. TOTAL (m):	-
MUESTRA:	M2-SC	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
CANTERA:	AÑASHUAYCO	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{ret-100} (g)	W _{retenido} (g)	W _{retenido} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-					0.0	100.0
3"	75.00	250	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	250	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	250	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	250	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	18.00	250	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	313	03	1.9	1.9	98.1
Nº 4	4.750	268	13	0.4	2.3	97.7
Nº 8	2.380	115.7	53.16	2.8	4.8	95.1
Nº 10	2.000	107.7	5.16	1.0	5.9	94.1
Nº 16	1.180	129.5	26.26	5.3	11.2	88.8
Nº 30	0.580	154.5	51.95	10.2	21.3	78.7
Nº 60	0.425	135.2	32.61	6.4	27.7	72.3
Nº 80	0.250	137.7	35.16	6.9	34.5	65.5
Nº 100	0.149	183.8	81.27	15.0	60.4	49.6
Nº 200	0.075	167.7	66.14	12.7	63.2	36.8
FONDO		291.1	188.95	35.8	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA	
% GRUVA	% GG 0.0
	% GF 2.3
	% AG 3.6
% ARENA	% AB 21.8
	% AF 35.5
% FINOS	
Tamaño Máximo de la grava (pulg.) 3/4"	
Forma del suelo grueso	
Porcentaje retenido en la 3"	
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)	
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)	
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)	
Coeficiente de uniformidad (C _u)	
Coeficiente de curvatura (C _c)	



Observaciones: Muestra depositada e identificada por TechLab Consultora



[Signature]
INGENIERO CIVIL
C.P. 6434



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta herramienta permite la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier uso indebido o no autorizado en el contenido del presente documento le será imputado.
Elaborado en el taller de impresión del cual se hizo la correcta interpretación de los resultados descritos en este documento.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

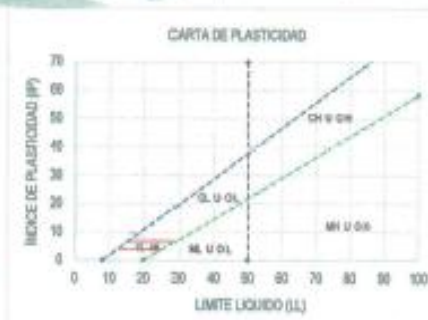
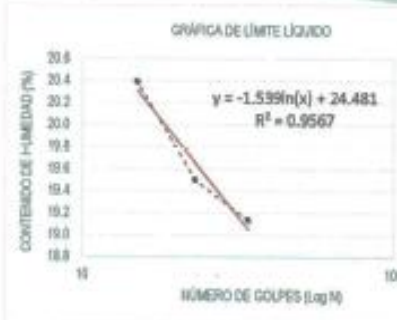
MTP 238 129 1989, Revisada el 2014. SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 26 de Mayo de 2021
Página: 2 de 5

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIVISE BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNEBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	martes, 25 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	201900264	PROF. TOTAL (m):	-
MUESTRA:	M2-9C	TIPO DE MUESTRA:	Suato
CANTERA:	AÑASHUAYCO	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

Proceso de selección: Pasante Nº 40
% Retenido Nº 40: 90.0%
Muestra seca al: Aire
Procedimiento empleado: Multipunto
Método de preparación: Húmedo
Descripción del material (Descripción visual-muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UMD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g.	41.97	47.05	48.98	-	-
Masa de suelo seco + tara	g.	38.43	43.22	44.58	-	-
Masa de tara	g.	19.93	23.58	22.88	-	-
Masa de agua empleada	g.	3.54	3.83	4.42	-	-
Contenido de humedad	%	19.1	19.5	20.4	-	-
Número de Golpes		34	23	15	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	20
Límite Plástico:	NP
Índice de Plasticidad:	NP

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE Nº 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No Plástico

Observaciones: Muestra depositada e identificada por Tech



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP: 64334



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de construcción, sino como una guía para el diseño de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados no necesariamente garantizan la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del laboratorio. Cualquier comentario o consulta con el contenido del presente documento le será respondido en la medida de lo posible.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

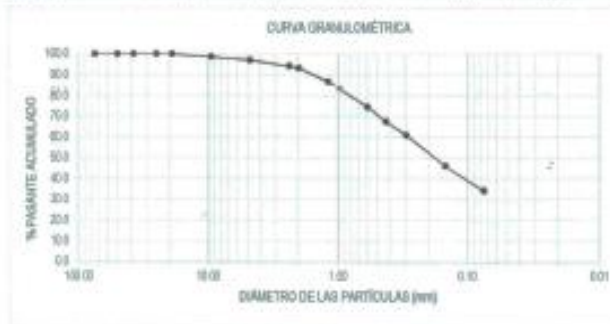
NTP 200.126, Revisada al 2014. SUELOS Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 26 de Mayo de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE BRANDON JEFFERSSON CHIPANA BENIGUE	PROF. TOTAL (m):	-
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE KNIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alfanda
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	martes, 26 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	201000284		
MUESTRA:	M3-SGI 20%		
CANTERA:	M3-SGI 20%		

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{ret-0%} (g)	W _{retenido} (g)	W _{retenido} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO
-						
3"	75.00	272	0	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	272	0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	272	0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	272	0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	272	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	384	92	1.3	1.3	98.7
Nº 4	4.750	386	114	1.6	3.0	97.0
Nº 8	2.300	190.9	14.72	2.9	5.8	94.2
Nº 10	2.000	182.9	4.74	0.9	6.8	93.2
Nº 16	1.190	210.4	34.23	6.6	13.4	86.6
Nº 30	0.590	238.4	82.2	12.1	25.5	74.5
Nº 40	0.425	212.3	36.13	7.0	32.5	67.5
Nº 50	0.297	203.8	33.41	6.5	39.0	61.0
Nº 100	0.149	251.0	76.76	14.9	53.9	46.1
Nº 200	0.075	237.3	61.12	11.9	65.7	34.3
FONDO		352.8	176.6	34.3	100.0	0.0

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% GRASA	% GO	0.0
	% GP	3.0
	% AG	3.8
% ARENA	% AM	25.7
	% AF	33.2
	% FINOS	34.3
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)		3/4"
Grano del suelo grueso		sesonoso
Porcentaje retenido en la 3"		0.0
Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)		0.039
Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)		0.087
Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)		0.283
Coefficiente de uniformidad (C _u)		7.2
Coefficiente de curvatura (C _c)		0.4



Observaciones: Muestra depositada e identificada por Techlab Consultoria



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP: 94604



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de un producto o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Techlab, cualquier uso indebido o conexión con el contenido del presente documento le será imputado.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 308.129-1990, Revuelto el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 26 de Mayo de 2021
Página: 2 de 5

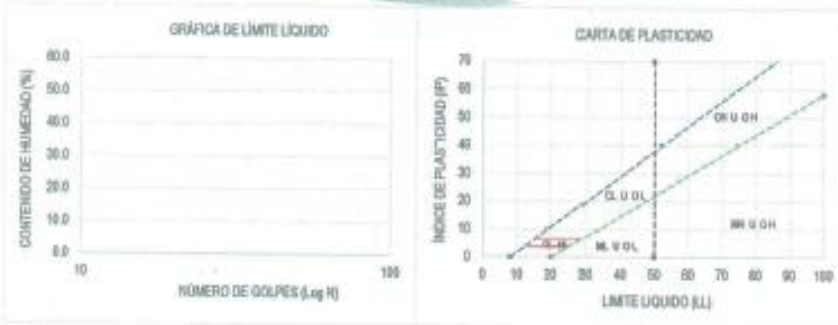
SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LUISE BRANDON JEFFERSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNI BRITA DE LA CANTERA AÑASHJAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	martes, 25 de Mayo de 2021		
CODIGO INTERNO:	201900264	PRCF. TOTAL (g):	-
MUESTRA:	M3 SCI 20%	TIPO DE MUESTRA:	Suho
CANTERA:	M3-SCI 20%	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterado

Proceso de selección: Pasante N° 40
% Retenido N° 40: 90.0%
Muestra seca al: 27200%

Procedimiento empleado: Multipunto
Método de preparación: Húmedo

Descripción del material (Descripción visual-manera/Muestra de Color Marrón Ventoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UMD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de aselo húmedo + tara	g.	47.56	39.54	39.54	-	-
Masa de aselo seco + tara	g.	41.50	34.12	34.58	-	-
Masa de tara	g.	22.46	24.17	22.32	-	-
Masa de agua empleada	g.	6.06	5.42	4.96	-	-
Contenido de humedad	%	31.3	54.5	40.5	-	-
Número de Golpes	-	6	4	3	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido:	NP
Límite Plástico:	NP
Índice de Plasticidad:	NP

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No Plástico

Observaciones: Muestra depositada e identificada por TechLab Consultores



[Signature]
ING. CIVIL
CIP: 04144



Los resultados de los ensayos realizados son válidos como una verificación de conformidad con normas de producto a condición de que el proveedor de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están referidos a la muestra analizada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier uso no autorizado constituye un delito del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 308.128, Revisada el 2014. SUELOS Método de ensayo para el análisis granulométrico

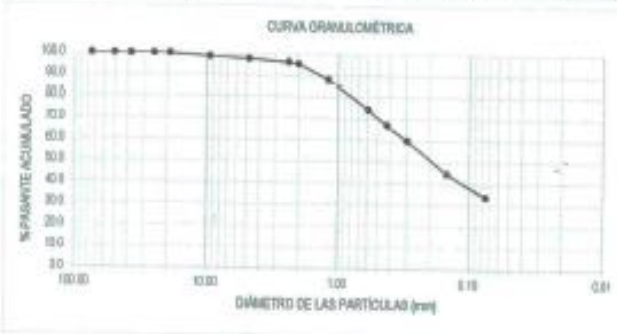
F. Emisión: 26 de Mayo de 2021
Página: 1 de 5

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE
BRANDON JEFFERSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: martes, 25 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201900264
MUESTRA: M4-SO3 30%
CANTERA: AÑASHUAYCO

PROF. TOTAL (m): -
TIPO DE MUESTRA: Suelo
UBICACIÓN DE LA MUESTRA: Alameda

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	W _{ret-100%} (g)	W _{ret-30%} (g)	W _{ret-2%} (%)	%RETENIDO ACUMULADO	%PASANTE ACUMULADO	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
3"	75.00	272	0	0.0	0.0	100.0	% GRVA	% GG	0.0
2"	50.00	272	0	0.0	0.0	100.0	% GF	2.3	
1 1/2"	37.50	272	0	0.0	0.0	100.0	% AG	2.2	
1"	25.00	272	0	0.0	0.0	100.0	% AN	28.5	
3/4"	19.00	272	0	0.0	0.0	100.0	% AF	33.2	
3/8"	9.50	343	71	1.2	1.2	98.8	% FVCO	33.8	
Nº 4	4.750	338	86	1.1	2.3	97.7	Tamaño Máximo de la grava (ulg.)	3/4"	
Nº 8	2.360	183.9	7.89	1.5	3.8	96.2	Forma del suelo grueso	Indeterminada	
Nº 10	2.000	179.9	3.71	0.7	4.8	95.4	Porcentaje retenido en la 3"	0.0	
Nº 15	1.190	213.3	37.07	7.2	11.8	88.2	Abertura del pasante del 10% (D ₁₀)	0.039	
Nº 30	0.590	248.4	72.95	14.1	25.9	74.1	Abertura del pasante del 30% (D ₃₀)	0.088	
Nº 40	0.425	212.7	36.47	7.1	33.0	67.0	Abertura del pasante del 60% (D ₆₀)	0.290	
Nº 60	0.250	212.4	36.21	7.1	40.1	59.9	Coefficiente de uniformidad (C _u)	7.6	
Nº 100	0.149	254.6	78.44	15.3	55.4	44.6	Coefficiente de curvatura (C _c)	0.4	
Nº 200	0.075	251.6	55.42	10.8	88.2	33.8			
FONDO		349.0	172.83	33.8	100.0	0.0			



Observaciones: Muestra depositada e identificada por TechLab Consultoría



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CP: 64234



Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas técnicas, sino como un informe que certifique del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra analizada.
Este formalmente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización del laboratorio TECHLAB, cualquier uso indebido o consulta no el contenido del presente documento lo es.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados descritos en este documento.



ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 338.129.1000, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 25 de Mayo de 2021
Página: 2 de 5

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LUIS
BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: martes, 25 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201900264
MUESTRA: M4 60:30%
CANTERA: AÑASHUAYCO

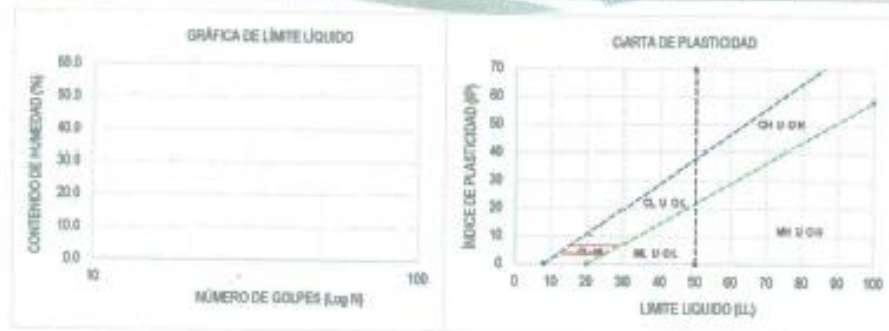
PROF. TOTAL (n): -
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proceso de selección: Pasante N° 40
% Retenido N° 40: 90.0%
Muestra seca al: 27200%

Procedimiento empleado: Multipunto
Método de preparación: Húmedo

Descripción del material (Descripción visual-manual: Muestra de Color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo)

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Masa de suelo húmedo + tara	g	47.50	39.54	39.54	-	-
Masa de suelo seco + tara	g	41.50	34.12	34.58	-	-
Masa de tara	g	22.45	24.17	22.32	-	-
Masa de agua empleada	g	6.05	5.42	4.95	-	-
Contenido de humedad	%	31.8	54.5	40.5	-	-
Número de Golpes	-	6	4	3	-	-



RESULTADOS	
Límite Líquido: 1	NP
Límite Plástico:	NP
Índice de Plasticidad:	NP

IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL PASANTE N° 40	
Símbolo:	-
Nombre:	No Plástico

Observaciones: Muestra depositada y almacenada por TechLab Consultoría



[Firma]
ING. G. J. TORRES
CIP: 8124



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como evidencia de conformidad con normas de producto o como garantía de calidad del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta laboratoriedad prohíbe la reproducción parcial o total de este documento, sin la autorización escrita de TechLab. Cualquier uso indebido o corrupción al contenido del presente documento le acarrea la responsabilidad del mal uso de la información.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso de la información.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 338.141.1880, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada

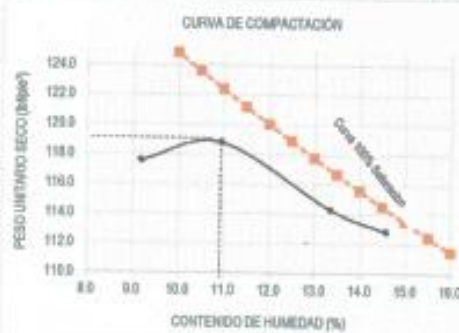
F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 2

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LIVISE
BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBSANTAS ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGMMERITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: viernes, 28 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201700000592
CANTERA: AÑASHUAYCO
MUESTRA: M1-SP
PROGRESIVA: -
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proced. empleado: C
% F. gruesa > 3/4": 0%
% F. fina < 3/4": 100%
Descripción del espécimen: Manual
Método de preparación: Humedo
Gravedad Específica (Método del picnómetro): 2.50
Descripción del material (temperatura, origen, estado): Material de suelo limoso (limo medio)

DESCRIPCIÓN	UNID	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	ENSAYO 5
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_w)						
Masa del espécimen húmedo y molde	g	11107	11223	11147	11137	
Masa del molde de compactación	g	6754	6754	6754	6754	
Volumen del molde de compactación	cm ³	2116.7	2116.7	2116.7	2116.7	
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	2.007	2.111	2.075	2.071	
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)						
Masa de suelo húmedo	g	118.7	143.7	159.3	174.0	
Masa de suelo seco	g	106.7	129.5	137.9	151.8	
Contenido de humedad	%	9.2	10.9	13.3	14.6	
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_s)						
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.894	1.903	1.831	1.807	
Peso unitario seco del espécimen compactado	lb/ft ³	117.5	118.8	114.3	112.8	
Peso unitario seco del espécimen compactado	kN/m ³	16.5	16.7	16.0	17.7	
CÁLCULO DE PUNTOS PARA EL PLOTEO DE LA CURVA DEL 100% DE SATURACIÓN (ρ_{w100})						
Contenido de agua para una completa saturación	%	13.1	12.5	14.6	15.3	



RESULTADO DE LA CURVA DE COMPACTACION		
Densidad seca máxima	1.90	g/cm ³
Contenido óptimo de agua	10.9	%
Peso unitario seco máximo	118.8	lb/ft ³
CORRECCIÓN POR SOBREDIMENSIONAMIENTO		
NO REQUIERE CORRECCIÓN		
Densidad seca máxima corregida	118.8	lb/ft ³
Contenido de agua corregida	10.9	%



[Signature]
Abelardo Torres Zúñiga
INGENIERO CIVIL
CIP 64236



Los resultados de los ensayos se otorgan en el momento de la emisión de un certificado de conformidad con normas de producto o como testigos del proceso de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra analizada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TECHLAB. Cualquier uso indebido o no autorizado de este documento es responsabilidad del usuario.
El laboratorio se hace responsable del análisis y la correcta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO

NTP 339.131.2014, SUELOS. Método de ensayo para determinar el Peso Específico relativo de los partículas sólidas de un suelo.

F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LUIS
BRANDON JEFFERSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNIBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: viernes, 28 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201700000692 **PROGRESIVA:** -
CANTERA: AÑASHUAYCO **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: MI - SP **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Atendida

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Volumen de fola a 20°	ml	1002.6	500.2
Método de remoión de aire	-	Ebullición	Ebullición
Masa de fola + agua + suelo	g	1567.56	873.2
Temperatura	°C	20.1	20.2
Masa de fola + agua	g	1322.73	697.1
Masa de suelo seco	g	400	300
k (factor de corrección por temperatura)	-	0.9998	0.9998
Gravedad Específica	-	2.58	2.42

Gravedad específica promedio (T _x 20°C)	2.50
--	-------------

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab



[Firma]
INGENIERO CIVIL
CIP: 64234



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Se prohíbe expresamente la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de TechLab, cualquier uso indebido o comercial en el contenido del presente documento le anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados obtenidos en este documento.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 330.141.1000, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada

F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 2

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE
BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE

DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGAMBITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021

UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021

ANALIZADO: viernes, 28 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201700000602

CANTERA: AÑASHUAYCO

MUESTRA: M2-3C

PROGRESIVA:

TIPO DE MUESTRA: Suelo

CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proced. empleado: C

% F. gruesa > 3#: 0%

% F. fina < 3#: 100%

Descripción del suelo: Gravedad Específica

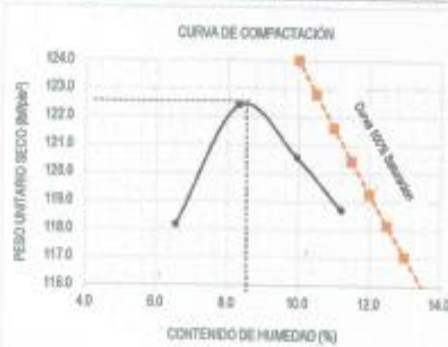
Método de preparación: Manual

Método del picnómetro: Húmedo

Gravedad Específica (Método del picnómetro): 2.48

Descripción del material (Descripción visual-manual): Material de color Marrón Intermedio

DESCRIPCIÓN	UMD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	ENSAYO 5
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_w)						
Masa del espécimen húmedo y molde	g	10588	11210	11214	11195	
Masa del molde de compactación	g	6720	6720	6720	6720	
Volumen del molde de compactación	cm ³	2116.7	2116.7	2116.7	2116.7	
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	2.016	2.124	2.123	2.114	
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)						
Masa de suelo húmedo	g	142.7	155.0	148.9	140.3	
Masa de suelo seco	g	133.9	144.5	136.5	126.2	
Contenido de humedad	%	6.5	8.3	9.9	11.2	
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_d)						
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.893	1.961	1.931	1.901	
Peso unitario seco del espécimen compactado	lb/ft ³	118.2	122.4	120.5	118.7	
Peso unitario seco del espécimen compactado	kN/m ³	18.6	19.2	18.9	18.6	
CÁLCULO DE PUNTOS PARA EL PLOTEO DE LA CURVA DEL 100% DE SATURACIÓN (ρ_{wud})						
Contenido de agua para una completa saturación	%	12.0	10.7	11.5	12.3	



RESULTADO DE LA CURVA DE COMPACTACIÓN

Densidad seca máxima	1.96	g/cm ³
Contenido óptimo de agua	8.3	%
Peso unitario seco máximo	122.4	lb/ft ³
CORRECCIÓN POR SOBREDIMENSIONAMIENTO		
NO REQUIERE CORRECCIÓN		
Densidad seca máxima corregida	122.4	lb/ft ³
Contenido de agua corregida	8.3	%



[Firma]
INGENIERO CIVIL
C.P. 64324



Observaciones: Muestra procedida por el cliente.
Los resultados de los ensayos se deben ser utilizados como una guía de referencia y no como certificación o garantía de la calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados están estrictamente relacionados a la muestra entregada.
Este laboratorio prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier uso indebido o corrupción en el contenido del presente documento se prohíbe.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO

NTP 338.131:2014, SUELOS. Método de ensayo para determinar el Peso Específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIVISE BRANDON JEFFERSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGUMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	viernes, 28 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017030000562	PROGRESIVA:	-
CANTERA:	AÑASHUAYCO	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	M2-5C	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Afinada

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Volumen de fola a 20°	ml	1002.6	900.2
Método de saturación de aire	-	Ebullición	Ebullición
Masa de fola + agua + suelo	g	1561.78	875.8
Temperatura	°C	20.1	20.3
Masa de fola + agua	g	1322.73	687.1
Masa de suelo seco	g	400	300
k (factor de corrección por temperatura)	-	0.9995	0.9998
Gravedad Específica	-	2.49	2.47

Gravedad específica promedio (Tx20°C)	2.48
---------------------------------------	-------------

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que los produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta herramienta prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab. cualquier uso indebido o comercio en el contenido del presente documento le anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 330.141:1999, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada

F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 2

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LIMBE
BRANDON JHEFFERSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGMMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: viernes, 28 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201700000992 **PROGRESIVA:**
CANTERA: AÑASHUAYCO **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: M3-SOI 20% **CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** Alterada

Proced. empleado: C Descripción del pie: Manual
% F. gruesa > 3µ": 0% Método de preparación: Húmedo
% F. fina < 3µ": 100% Gravedad Específica (Método del pycnómetro): 2.45
Descripción del material (Descripción visual-táctil): Material de color Marrón Intermedio

DESCRIPCIÓN	UNID.	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	ENSAYO 5
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_w)						
Masa del espécimen húmedo y molde	g	10733	10878	11046	10960	
Masa del molde de compactación	g	6720	6720	6720	6720	
Volumen del molde de compactación	cm ³	2116.7	2116.7	2116.7	2116.7	
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	1.896	1.964	2.043	1.908	
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)						
Masa de suelo húmedo	g	164.3	161.1	150.1	155.6	
Masa de suelo seco	g	149.9	145.2	133.3	135.4	
Contenido de humedad	%	9.5	10.9	12.6	14.2	
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_s)						
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.730	1.771	1.815	1.750	
Peso unitario seco del espécimen compactado	lb/ft ³	108.0	110.5	113.3	109.2	
Peso unitario seco del espécimen compactado	kN/m ³	17.0	17.4	17.8	17.2	
CÁLCULO DE PUNTOS PARA EL PLOT DE LA CURVA DEL 100% DE SATURACIÓN (ρ_{w100})						
Contenido de agua para una completa saturación	%	17.0	16.7	14.5	16.3	



RESULTADO DE LA CURVA DE COMPACTACIÓN	
Densidad seca máxima	1.82 g/cm ³
Contenido óptimo de agua	12.6 %
Peso unitario seco máximo	113.3 lb/ft ³
CORRECCIÓN POR SOBREDIMENSIONAMIENTO	
NO REQUIERE CORRECCIÓN	
Densidad seca máxima corregida	113.3 lb/ft ³
Contenido de agua corregida	12.6 %



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP: 86234



Observaciones: Muestra proporcionada por el cliente
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como evidencia de conformidad con normas de producto o como evidencia del estado de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta limitación no prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier uso indebido o copia sin el consentimiento del presente documento le es prohibido.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO

NTP 338.131-2014, SUELOS. Método de ensayo para determinar el Peso Específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE	PROGRESIVA:	-
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	viernes, 28 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017000000682		
CANTERA:	AÑASHUAYCO		
MUESTRA:	M3-SCI-20%		

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Volumen de fola a 20°	ml	1002.6	600.2
Método de remoción de aire	-	Ebullición	Ebullición
Masa de fola + agua + suelo	g	1500.56	669.9
Temperatura	°C	20.1	20.2
Masa de fola + agua	g	1323.67	667.38
Masa de suelo seco	g	450	300
k (factor de corrección por temperatura)	-	0.9988	0.9988
Gravedad Específica	-	2.55	2.35

Gravedad específica promedio (Tx20°C)	2.45
---------------------------------------	-------------

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CP: 64634



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de producto o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra analizada.
Cada vez que sea necesario permitir la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier contenido o corrección en el contenido del presente documento lo serán.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados elaborados en este documento.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 330.141-1999, Revisado el 2014. SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada

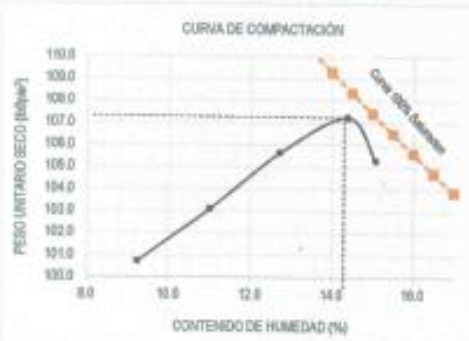
F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 2

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LUISE
BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOGAS CON RESIDUOS DE IGMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: viernes, 28 de Mayo de 2021

CÓDIGO INTERNO: 201700000092
CANTERA: AÑASHUYCO
MUESTRA: M4-SO 30%
PROGRESIVA: -
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proced. empleado: C
% F. gruesa > 34": 0%
% F. fina < 34": 100%
Descripción del suelo: Material de color Marrón Intermedio
Método de preparación: Manual
Gravedad Específica (Método del pycnómetro): 2.32

DESCRIPCIÓN	UNID.	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 4	ENSAYO 5
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_w)						
Masa del espécimen húmedo y molde	g	10450	10500	10757	10879	10826
Masa del molde de compactación	g	6720	6720	6720	6720	6720
Volumen del molde de compactación	cm ³	2116.7	2116.7	2116.7	2116.7	2116.7
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	1.702	1.839	1.907	1.960	1.941
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)						
Masa de suelo húmedo	g	137.5	148.0	156.6	161.0	112.6
Masa de suelo seco	g	126.9	133.3	140.7	140.8	97.9
Contenido de humedad	%	9.2	11.0	12.7	14.4	15.1
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_d)						
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.613	1.651	1.692	1.718	1.697
Peso unitario seco del espécimen compactado	lb/ft ³	100.7	103.1	105.6	107.2	105.3
Peso unitario seco del espécimen compactado	kN/m ³	15.8	16.2	16.6	16.8	16.5
CÁLCULO DE PUNTOS PARA EL PLOTEO DE LA CURVA DEL 100% DE SATURACIÓN (ρ_w)						
Contenido de agua para una completa saturación	%	16.9	17.5	16.0	15.1	



RESULTADO DE LA CURVA DE COMPACTACIÓN	
Densidad seca máxima	1.72 g/cm ³
Contenido óptimo de agua	14.4 %
Peso unitario seco máximo	107.2 lb/ft ³
CORRECCIÓN POR SOBREDIMENSIONAMIENTO	
NO REQUIERE CORRECCIÓN	
Densidad seca máxima corregida	107.3 lb/ft ³
Contenido de agua corregida	14.4



[Signature]
INGENIERO CIVIL
CIP: 6633



Observaciones: Muestra preparada por el cliente
Los resultados de los ensayos se deben ser utilizados como un certificado de conformidad con normas de producto o como certificado de análisis de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier atentado o corrupción en el contenido del presente documento le será imputado y se le hará responsable del uso que se le haga integrándolo de los resultados obtenidos en este documento.



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO

NTP 309.121.2014, SUELOS Método de ensayo para determinar el Peso Específico relativo de los perlitos sólidos de un suelo.

F. Emisión: 2 de Junio de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIVISE BRANDON JHEFFERSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENOLIMOSAS CON RESIDUOS DE IGIMBRITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	viernes, 28 de Mayo de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017000002502	PROGRESIVA:	-
CANTERA:	AÑASHUAYCO	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	M4-SCL 30%	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Atendida

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Volumen de frías a 20°	ml	1002.6	500.2
Método de reposición de aire	-	Ebullición	Ebullición
Masa de frías + agua + suelo	g	1553.6	866.2
Temperatura	°C	20.1	20.3
Masa de frías + agua	g	1323.67	697.34
Masa de suelo seco	g	400	300
k (factor de corrección por temperatura)	-	0.9968	0.9968
Gravedad Específica	-	2.35	2.29

Gravedad específica promedio (T _a /20°C)	2.32
---	-------------

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab



[Handwritten Signature]
Rommel [Name] [Title]
INGENIERO CIVIL
CIP: 66024



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier consulta o corrección en el contenido del presente documento lo será. El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

NTP 309.105-100, Revisado el 2014, SUELOS, Método de ensayo de CBR (excluido: transporte de California) de suelos compactados in situ.

F. Emisión: 4 de Junio de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE: GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE
BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE
DIRECCIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE KIMMERITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021
UBICACIÓN: CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: martes, 18 de Mayo de 2021
ANALIZADO: viernes, 4 de Junio de 2021
CÓDIGO INTERNO: 2017003000591
CANTERA: AÑASHUAYCO
MUESTRA: M1-SP
PROGRESIVA: -
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CONDICIÓN DE LA MUESTRA: Alterada

Proced. empleado: Método "C"
Mét. De preparación: Húmedo
Y_{req} Proctor: 1.800 g/cm³
95% Y_{req} Proctor: 1.805 g/cm³
Humedad óptima: 10.5%
Descripción del material (Descripción visual-manual): Color marrón inhomogéneo
Ensayado en el Laboratorio Retenido en el tamiz de 30µm Requiere Material de Reemplazo Masa del material de reemplazo Área del platón empleado para el ensayo de CBR
TechLab 0% No Requiere 0g 300 pulg²

DESCRIPCIÓN	UNID.	10 GOLPES		25 GOLPES		50 GOLPES			
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPECÍMEN COMPACTADO (ρ_w)									
Masa del espécimen húmedo y molde	g	1262	1261	1294	1301	1318	1268		
Masa del molde de compactación	g	874	874	873	873	873	873		
Volumen de la muestra compactada	cm ³	212.8	212.8	214.2	214.2	212.9	212.9		
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	1.906	2.009	1.987	2.002	2.062	2.124		
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)									
Masa de suelo húmedo	g	131.6	125.5	145.4	131.6	138.2	128.9		
Masa de suelo seco	g	120.4	111.7	134.5	118.0	127.4	116.9		
Contenido de humedad	%	8.4	12.4	8.2	10.7	6.5	10.2		
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPECÍMEN COMPACTADO (ρ_s)									
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.798	1.787	1.837	1.853	1.920	1.928		
Peso unitario seco del espécimen compactado	kg/m ³	179.8	178.7	183.7	185.3	192.0	192.8		
Peso unitario seco del espécimen compactado	lb/ft ³	11.2	11.1	11.4	11.5	11.9	11.9		
CÁLCULO DE LA EXPANSIÓN									
	Hora	Tiempo		Lectura (mm)	Lectura (pulg.)	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)
	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-	-	-	-	-
Altura inicial de la muestra	mm	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión de la muestra	%	No Expansivo		No Expansivo		No Expansivo		No Expansivo	

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el laboratorio Techlab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación convalidada con fines de producto o como certificado de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Este laboratorio no garantiza la exactitud de los datos de este documento. Será responsabilidad exclusiva de Techlab cualquier error en la interpretación de los datos presentados en este documento.
El laboratorio no es responsable de los datos, si la información interpretada de los resultados obtenidos en este documento.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

NTP 330.148.999, Revisado el 2014. SUELOS. Método de ensayo de CBR (relación de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.

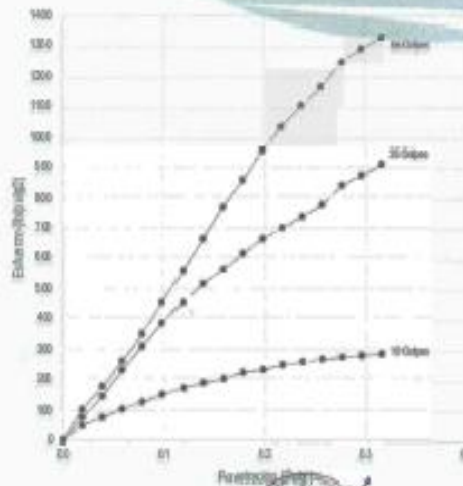
F. Enbón 4 de Junio de 2021

Página: 2 de 2

CALCULO DEL ENSAYO DE PENETRACION - CBR

DESCRIPCIÓN		10 GOLPES		25 GOLPES		50 GOLPES	
Penetración (mm)	Penetración (in)	Fuerza (kN)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Fuerza (kN)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Fuerza (kN)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.000	0.000	0.000	0	0.000	0	0.000	0
0.500	0.020	0.643	48	0.998	75	1.344	101
1.000	0.039	1.010	76	1.937	145	2.388	177
1.500	0.059	1.367	102	3.072	230	3.490	269
2.000	0.079	1.679	126	4.099	307	4.661	349
2.500	0.098	2.001	150	5.127	384	6.045	453
3.000	0.118	2.280	171	6.052	453	7.432	557
3.500	0.138	2.497	187	6.858	514	8.841	662
4.000	0.157	2.686	201	7.490	561	10.244	768
4.500	0.177	2.905	222	8.198	614	11.418	866
5.000	0.197	3.100	232	8.832	662	12.704	962
5.500	0.217	3.305	248	9.311	698	13.771	1032
6.000	0.236	3.432	257	9.819	738	14.697	1101
6.500	0.256	3.542	265	10.334	774	15.525	1163
7.000	0.276	3.631	272	11.165	837	16.009	1245
7.500	0.295	3.713	278	11.600	870	17.497	1329
8.000	0.315	3.765	284	12.095	905	17.680	1325

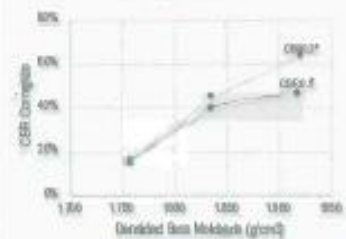
Curva Esfuerzo - Penetración



NO REQUIERE CORRECCIÓN

Nº DE GOLPES	Ym	CBR 0.1'	CBR 0.2'
10	1.758	150%	61%
25	1.937	38.4%	44.7%
50	1.920	45.3%	63.9%

Curva CBR - Densidad



CBR 100% Densidad Máxima	40%
CBR 95% Densidad Máxima	30%

Observaciones: Muestra depositada en el laboratorio.



Handwritten signature and date: 4 de Junio de 2021



Los resultados de los ensayos no deberán utilizarse como una certificación de conformidad con normas de productos y como un aval de la responsabilidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados al estado ensayado.
Este laboratorio presta la reproducción parcial o total de este documento, en cualquier idioma, siempre y cuando sea con fines de información, sin fines comerciales, sin costo alguno, en su totalidad. Elaboración: José Luis Rodríguez. Página: 2 de 2. Fecha de actualización: 03/05/2017



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

NTP 330.95.000, Revisado el 2014. SUELOS. Método de ensayo de CBR (edición de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.

F. Emisión: 4 de Junio de 2021

Página: 1 de 1

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE KIMMERITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	viernes, 4 de Junio de 2021		
CODIGO INTERNO:	2017000000291	PROGRESIVA:	-
CANTERA:	AÑASHUAYCO	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	M2-SC	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alterada

Proced. empleado:	Método "C"	Ensayado en el Laboratorio:	TechLab
Mét. De preparación:	Húmedo	Roturado en el tanto de 3/4":	0%
γ_{sat} Procto:	1961 g/cm ³	Requiere o Material de Reemplazo:	No Requiere
95% γ_{sat} Procto:	1803 g/cm ³	Masa del material de reemplazo:	0 g.
Humedad óptima:	8.3%	Área del plátón empleado para el ensayo de CBR:	300 ptq ²
Descripción del material (Descripción visual-manual)		Color manito interno:	

DESCRIPCIÓN	UNID	10 COLPES		25 COLPES		50 COLPES			
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPECIMEN COMPACTADO (ρ_w)									
Masa del espécimen húmedo y molde	g	2755	2585	2533	3096	3230	3332		
Masa del molde de compactación	g	874	874	873	873	873	873		
Volumen de la muestra compactada	cm ³	2138.8	2128.8	2114.2	2114.2	2132.9	2132.9		
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	1.903	2.011	1.991	2.066	2.107	2.54		
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (p)									
Masa de suelo húmedo	g	193.5	148.4	125.5	125.6	140.0	122.0		
Masa de suelo seco	g	123.8	131.8	117.8	112.8	129.7	111.1		
Contenido de humedad	%	7.8	12.6	7.4	11.3	8.0	9.8		
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPECIMEN COMPACTADO (ρ_w)									
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.785	1.787	1.854	1.888	1.951	1.962		
Peso unitario seco del espécimen compactado	kg/m ³	182.2	171.5	185.8	186.0	191.8	192.5		
Peso unitario seco del espécimen compactado	Mg/m ³	17.3	17.5	18.2	18.2	19.1	19.2		
CÁLCULO DE LA EXPANSIÓN									
-	Hora	Tiempo	-	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)
-	10:00	-	-	-	-	-	-	-	-
-	10:00	-	-	-	-	-	-	-	-
Altura inicial de la muestra	mm	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión de la muestra	%	-	No Expansivo	-	No Expansivo	-	No Expansivo	-	No Expansivo

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab.



[Firma]
 Ing. Dario Avendaño Limse
 C.O.C. 10124



Los resultados de los ensayos realizados en TechLab con acreditación de conformidad con normas de producción como certificación de sistema de calidad de conformidad con el protocolo de resultados presentados, son válidos únicamente para la muestra ensayada.

Esta certificación prohíbe la reproducción parcial o total de este documento. La autorización escrita de TechLab, cualquier empresa o individuo en el contenido del presente documento es válida. El laboratorio no se hace responsable de mal uso de la información de los resultados obtenidos en este documento.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

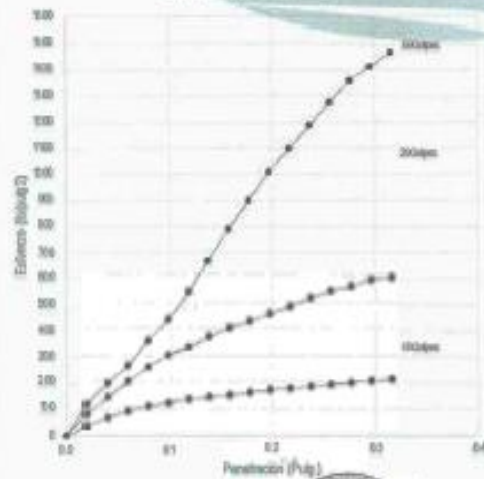
NTP 309.145:199, Revisado el 2014, SUELOS. Método de ensayo de CBR (presión de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.

F. Ebrahím 4 de Junio de 2021
 Página 2 de 2

CALCULO DEL ENSAYO DE PENETRACION - CBR

DESCRIPCIÓN		1000 LPS		25 GOLPES		50 GOLPES		
Penetración (mm)	Penetración (in.)	Patrón (kg/cm²)	Fuerza (N)	Ejemplo (lb/ft²)	Fuerza (N)	Ejemplo (lb/ft²)	Fuerza (N)	Ejemplo (lb/ft²)
0.000	0.000		0.000	0	0.000	0	0.000	0
0.500	0.020		0.462	35	10.80	81	15.61	117
1.000	0.039		0.887	66	19.34	145	26.38	198
1.500	0.059		1.228	92	27.25	204	35.04	263
2.000	0.079		1.465	110	34.00	255	42.74	319
2.500	0.099	1000	1.630	122	40.25	302	50.32	378
3.000	0.118		1.817	136	44.03	332	54.20	404
3.500	0.138		1.921	144	49.99	372	59.47	443
4.000	0.157		2.022	152	53.92	404	63.99	479
4.500	0.177		2.153	161	57.94	430	67.00	500
5.000	0.197	1500	2.279	172	61.01	459	70.45	524
5.500	0.217		2.354	180	64.70	503	74.86	557
6.000	0.236		2.492	192	68.85	515	78.82	589
6.500	0.256		2.594	196	72.82	540	82.23	616
7.000	0.276		2.646	200	76.66	559	85.14	636
7.500	0.295		2.733	204	79.05	585	87.62	657
8.000	0.315		2.789	207	79.25	594	89.57	667

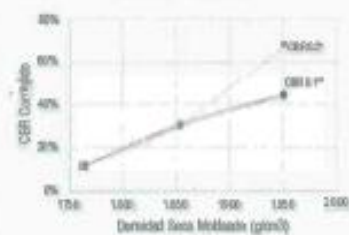
Curva Esfuerzo - Penetración



NO REQUIERE CORRECCIÓN

Nº DE GOLPES	%	CBR 0.1"	CBR 0.2"
10	1.765	12.2%	12.8%
25	18.64	30.2%	33.3%
55	1.951	48.7%	57.2%

Curva CBR - Densidad



CBR 100% Densidad Máxima	48%
CBR 95% Densidad Máxima	33%

Observaciones: Muestra depositada e identificada en el laboratorio TechLab.



[Handwritten signature]
 Ing. Ebrahím



Los resultados de los ensayos no deberán utilizarse como una certificación de conformidad con normas técnicas. El laboratorio TechLab no garantiza la calidad de la entidad que lo produce, los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Este formalmente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de TechLab, cualquier evidencia contraria al contenido del presente documento le anula.
 El laboratorio no es responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados generados en este documento.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

NTP 330.145 599, Revisada el 2014. SUELOS. Método de ensayo de CBR (presión de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio

F. Emisión: 4 de Junio de 2021

Página: 1 de 1

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE BRANDON JHEFFERSSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE IGNIERITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	martes, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	viernes, 4 de Junio de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	20-0700000294	PROGRESIVA:	-
CANTERA:	AÑASHUAYCO	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	MO-SCL 20%	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Abrada

Proced. empleado:	Método "C"	Ensayado en el Laboratorio:	TechLab
Mét. De preparación:	Húmedo	Referido en el punto de 3A):	0%
γ_{sat} Proctor:	18.15 g/cm ³	Requiere Material de Reemplazo:	No Requiere
0% γ_{sat} Proctor:	1.724 g/cm ³	Masa del material de reemplazo:	0g
Humedad óptima:	12.0%	Área del platón empleado para el ensayo de CBR:	300 cm ²
Descripción del material (Descripción visual-manual):	Color natural inmerso		

DESCRIPCIÓN	UNID.	100 GOLPES		2500 GOLPES		56 GOLPES	
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_w)							
Masa del espécimen húmedo y molde	g	123.0	127.85	127.30	129.88	129.82	130.90
Masa del molde de compactación	g	87.04	87.04	87.23	87.23	87.07	87.07
Volumen de la muestra compactada	cm ³	2128.8	2128.8	2114.2	2114.2	2132.9	2132.9
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	18.23	19.17	1.895	1.996	1.990	2.022
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)							
Masa de suelo húmedo	g	138.7	126.3	127.3	143.5	130.0	140.1
Masa de suelo seco	g	123.9	110.4	114.1	126.0	116.7	123.6
Contenido de humedad	%	11.9	14.4	11.5	13.9	11.4	13.4
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPÉCIMEN COMPACTADO (ρ_w)							
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.629	1.675	1.700	1.718	1.787	1.794
Peso unitario seco del espécimen compactado	kg/m ³	161.7	164.6	166.1	167.2	171.6	171.4
Peso unitario seco del espécimen compactado	Mg/m ³	16.0	16.4	16.7	16.8	17.5	17.5
CÁLCULO DE LA EXPANSIÓN							
-	Hora	Tiempo	-	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)	Lectura (mm)	Lectura (pulg.)
-	10:00	-	-	-	-	-	-
-	10:00	-	-	-	-	-	-
Altura inicial de la muestra							
Expansión de la muestra		%	No Expansivo	No Expansivo	No Expansivo	No Expansivo	No Expansivo

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab.



[Firma]
 Ing. Gerson Dario Avendaño Limse
 04/06/21
 CIVIL
 Lic. 44034



Indicador de los ensayos realizados verificadas como una certificación independiente con respecto a los productos o como verificación interna. Disponibilidad de la entidad que lo produce, los resultados obtenidos solo están relacionados a los ensayos realizados.
 Asimismo, se prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de TechLab cualquier uso no autorizado o modificación en el contenido del presente documento tendrá como única responsabilidad del usuario, no la responsabilidad de TechLab. Reservados todos los derechos.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

NTP 330.140:1999, Revisado el 2014. SUELOS. Método de ensayo de CBR (presión de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.

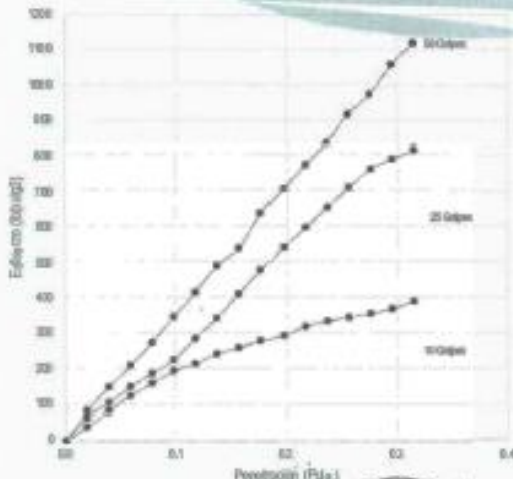
F. Emisión: 4 de Junio de 2021

Página: 2 de 2

CÁLCULO DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN-CBR

DESCRIPCIÓN		10GOLPES		25GOLPES		50GOLPES	
Penetración (mm)	Penetración (pulg)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.000	0.000	0.000	0	0.000	0	0.000	0
0.050	0.002	0.050	41	0.081	65	1.115	84
1.000	0.039	1.115	84	1.393	104	1.983	149
1.500	0.059	1.690	124	1.996	150	2.773	208
2.000	0.079	2.114	158	2.481	185	3.547	273
2.500	0.098	2.575	193	2.990	224	4.602	346
3.000	0.118	2.846	213	3.795	284	5.029	414
3.500	0.138	3.215	241	4.574	343	5.534	490
4.000	0.157	3.446	268	5.478	411	7.495	569
4.500	0.177	3.708	278	6.370	477	8.504	637
5.000	0.197	3.905	293	7.234	542	9.450	708
5.500	0.217	4.248	318	7.902	596	10.329	774
6.000	0.236	4.450	333	8.735	665	11.175	837
6.500	0.256	4.622	344	9.492	711	12.237	917
7.000	0.275	4.735	355	10.160	761	12.981	973
7.500	0.295	4.916	369	10.644	799	14.099	1057
8.000	0.315	5.191	389	10.872	815	14.919	1118

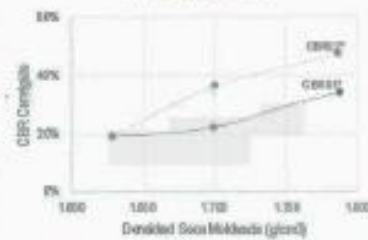
Curva Esfuerzo - Penetración



NO REQUIERE CORRECCIÓN

Nº DE GOLPES	T_{90}	CBR 0.1"	CBR 0.2"
10	1.529	19.3%	15.0%
25	1.700	22.4%	16.7%
50	1.787	24.0%	17.2%

Curva CBR - Densidad



CBR 10% Densidad Máxima:	34%
CBR 30% Densidad Máxima:	39%

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el ingeniero del Laboratorio Técnico



[Signature]
CP-94034



Los resultados de los ensayos realizados son válidos como una certificación confiable de los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio. Este informe no es válido si no se acompaña de la muestra original. Este laboratorio no es responsable de los errores de interpretación de los resultados. Este documento es propiedad del laboratorio.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

NTP 339.945-599, Revisado el 2014. SUELOS. Método de ensayo de CBR (relación de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio

F. Emisión: 4 de Junio de 2021
Página: 1 de 1

SOLICITANTE:	GERSON DARIO AVENDAÑO LIMSE BRANDON JHEFFERSON CHIPANA BENIQUE		
DIRECCIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES ARENO-LIMOSAS CON RESIDUOS DE KIMBERLITA DE LA CANTERA AÑASHUAYCO, CALLE LOS EXPLORADORES, QUEQUEÑA-AREQUIPA, 2021		
UBICACIÓN:	CALLE EXPLORADORES, DISTRITO DE QUEQUEÑA, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA		
RECEPCIONADO:	mañana, 18 de Mayo de 2021		
ANALIZADO:	viernes, 4 de Junio de 2021		
CÓDIGO INTERNO:	2017000003591	PROGRESIVA:	-
CANTERA:	AÑASHUAYCO	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	MA-SCI 30%	CONDICIÓN DE LA MUESTRA:	Alisada

Proced. empleado:	Método "C"	Ensayado en el Laboratorio:	TechLab
Mét. De preparación:	Húmedo	Referido en el tamiz de 30µ:	0%
γ_{sat} Proctor:	1.718 g/cm ³	Regulera Material de Reemplazo:	No Regulera
65% γ_{sat} Proctor:	1.632 g/cm ³	Masa del material de reemplazo:	0g
Humedad óptima:	14.4%	Área del pistón empleado para el ensayo de CBR:	3.00 pulg ²
Descripción del material (Descripción visual-manual):	Color marfil intermedio		

DESCRIPCIÓN	UNID.	10 GOLPES		25 GOLPES		50 GOLPES			
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
CÁLCULO DE LA DENSIDAD HÚMEDA DEL ESPECÍMEN COMPACTADO (ρ_w)									
Masa del espécimen húmedo y molde	g	2187	2171	2245	2258	2335	2387		
Masa del molde de compactación	g	804	804	873	873	873	873		
Volumen de la muestra compactada	cm ³	2128.8	2128.8	2114.2	2114.2	2129	2129		
Densidad húmeda del espécimen compactado	g/cm ³	1.777	1.863	1.855	1.805	1.922	1.946		
CÁLCULO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (w)									
Masa de suelo húmedo	g	126.3	125.3	1208	124.7	144.4	127.0		
Masa de suelo seco	g	111.9	110.7	107.1	116.0	129.1	111.3		
Contenido de humedad	%	12.9	12.9	12.7	6.1	11.9	14.1		
CÁLCULO DEL PESO UNITARIO SECO DEL ESPECÍMEN COMPACTADO (ρ_d)									
Densidad seca del espécimen compactado	g/cm ³	1.574	1.594	1.646	1.643	1.717	1.705		
Peso unitario seco del espécimen compactado	kg/m ³	953	99.5	102.7	102.6	107.2	106.4		
Peso unitario seco del espécimen compactado	Mg/m ³	154	16.6	16.1	16.1	16.8	16.7		
CÁLCULO DE LA EXPANSIÓN									
-	Hora	Tiempo	-	Lectura (mm)	Lectura (pulg)	Lectura (mm)	Lectura (pulg)	Lectura (mm)	Lectura (pulg)
-	10:00	-	-	-	-	-	-	-	-
-	10:00	-	-	-	-	-	-	-	-
Altura inicial de la muestra			mm	-	-	-	-	-	-
Expansión de la muestra			%	No Expansivo		No Expansivo		No Expansivo	

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio TechLab



[Firma]
ROBERTO TORRES
CIVIL
C/196424



Los resultados de los ensayos no deberán utilizarse como una certificación personal, sino como resultado de un producto o como certificado emitido por la entidad de esta entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Queda expresamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de TechLab, cualquier violación conlleva a una sanción pecuniaria de acuerdo a la ley.
El laboratorio no se hace responsable de errores de transcripción o de integración de los resultados en este documento.



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

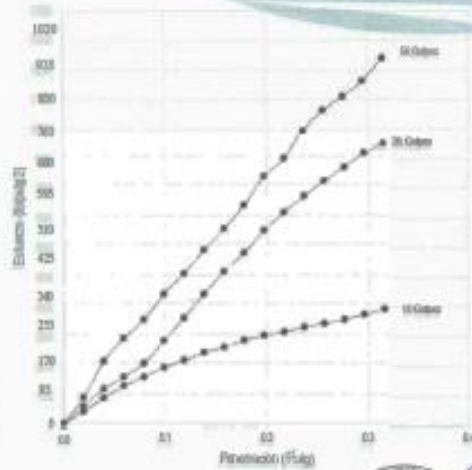
NTP 330.163-1999, Revisada el 2014, SUELOS. Método de ensayo de CBR (Método de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.

F. Emisión: 4 de Junio de 2021
Página: 2 de 2

CÁLCULO DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN-CBR

DESCRIPCIÓN		10 GOLPES		25 GOLPES		50 GOLPES	
Penetración (mm)	Penetración (pulg.)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Fuerza (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.000	0.000	0.000	0	0.000	0	0.000	0
0.500	0.020	0.536	40	0.764	57	1.168	88
1.000	0.039	1.128	85	1.541	115	2.275	137
1.500	0.059	1.572	120	2.088	159	3.306	256
2.000	0.079	2.081	155	2.678	179	4.544	257
2.500	0.098	2.611	198	3.704	285	5.788	298
3.000	0.118	2.895	218	4.746	325	6.700	345
3.500	0.138	3.175	242	5.792	341	7.765	395
4.000	0.157	3.411	260	6.797	353	8.714	478
4.500	0.177	3.724	285	7.845	389	9.776	574
5.000	0.197	3.935	302	8.636	462	11.066	629
5.500	0.217	4.090	316	9.464	510	11.868	681
6.000	0.236	4.294	334	10.193	559	13.293	724
6.500	0.256	4.457	334	10.872	597	14.246	776
7.000	0.275	4.641	348	11.480	647	14.824	835
7.500	0.295	4.868	365	12.114	699	15.590	913
8.000	0.315	5.109	383	12.590	737	16.578	987

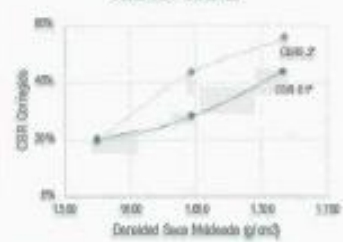
Curva Esfuerzo - Penetración



NO REQUIERE CORRECCIÓN

Nº DE GOLPES	%	CBR 0.1'	CBR 0.2'
10	15.74	15.8%	35.3%
25	1.646	18.9%	30.8%
50	1.717	29.8%	41.9%

Curva CBR - Densidad



CBR 10% Densidad Máxima	30%
CBR 25% Densidad Máxima	32%

Observaciones: Muestra depositada e identificada por el cliente en el laboratorio Techlab.

Los resultados de los ensayos realizados por el laboratorio Techlab son válidos siempre y cuando el cliente presente una muestra representativa y adecuada para el ensayo.
Este laboratorio prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de Techlab, cualquier uso no autorizado será considerado como una infracción de los derechos de propiedad intelectual.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso o incorrecta interpretación de los resultados de los ensayos realizados en este laboratorio.