



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Pardave Ames, Elmer Ronald (orcid.org/0009-0001-2074-0116)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico esta tesis en especial a mi madre, quien con mucho sacrificio y esfuerzo siempre me ha brindado su apoyo y amor incondicional, mostrándome que a pesar de las dificultades todo es posible. A mi familia en general, por su aliento y porque siempre confiaron en mí a lo largo de esta etapa de mi vida.

Agradecimiento

Agradezco en primera instancia a Dios, por darme la fuerza, la guiatura y la vida para lograr los objetivos que para bien se logran.

Agradezco a todo el cuerpo docente de la Universidad Cesar Vallejo, por todo el esfuerzo de entregarnos una educación de calidad.

Agradezco a todos mis amigos que me acompañaron en esta trayectoria académica y a quienes siempre me alentaron para lograr triunfar en este viaje. Sin duda sus consejos hicieron que logre superar desafíos y hacer de esta experiencia algo memorable.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Índice de tablas	ix
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.	17
3.2. Variables y operacionalización.	19
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.	23
3.6. Método de análisis de datos.	35
3.7. Aspectos éticos.....	35
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	65
VI. CONCLUSIONES.....	73
VII. RECOMENDACIONES.	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.	81

Índice de gráficos y figuras

Gráfica 1: Influencia de gravas de sobre tamaño en la máxima densidad seca... 61	61
Gráfica 2: Grado de Influencia de gravas de sobre tamaño en la máxima densidad seca..... 62	62
Gráfica 3: Influencia de gravas de sobre tamaño en el óptimo contenido de humedad. 62	62
Gráfica 4: Grado de Influencia de gravas de sobre tamaño en el óptimo contenido de humedad. 63	63
Gráfica 5: Rango de Máxima densidad seca para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva. 67	67
Gráfica 6: Máxima densidad seca de las cuatro canteras. 68	68
Gráfica 7: Rango de óptimo contenido de humedad para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva. 68	68
Gráfica 8: Óptimo Contenido de Humedad de las cuatro canteras. 69	69
Gráfica 9: Rango de Máxima densidad seca corregida para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva..... 70	70
Gráfica 10: Máxima densidad seca corregida de las cuatro canteras. 70	70
Gráfica 11: Rango de óptimo contenido de humedad corregida para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva..... 71	71
Gráfica 12: Óptimo Contenido de Humedad corregida de las cuatro canteras.... 72	72
Figura 1. Extracción de material, cantera Aremi tercera C-01..... 23	23
Figura 2. Extracción de material, cantera Los Ángeles C-02..... 24	24
Figura 3. Extracción de material, cantera Chamisería 01 C-03. 24	24
Figura 4. Extracción de material, cantera Chamisería 02 C-04. 24	24

Figura 5. Procedimiento para el contenido de humedad.	26
Figura 6. Procedimiento para el análisis granulométrico.	27
Figura 7. Procedimiento para determinar el límite líquido.	28
Figura 8. Procedimiento para determinar el límite plástico.	29
Figura 9. Procedimiento Proctor modificado.....	30
Figura 10. Procedimiento CBR.	33
Figura 11. Procedimiento gravedad específica.....	35
Figura 12: Curva granulométrica, cantera Aremi Tercera.....	38
Figura 13: Curva granulométrica, cantera los Ángeles.....	39
Figura 14: Curva granulométrica, cantera los Chamisería 01.	40
Figura 15: Curva granulométrica, cantera los Chamisería 02.	41
Figura 16: Curva de compactación Proctor, cantera Aremi Tercera.....	45
Figura 17: Curva de compactación Proctor, cantera los Ángeles.....	46
Figura 18: Curva de compactación Proctor, cantera Chamisería 01.....	47
Figura 19: Curva de compactación Proctor, cantera Chamisería 02.	48
Figura 20: CBR según número de golpes, cantera Aremi Tercera.....	50
Figura 21: índice CBR, cantera Aremi Tercera.....	50
Figura 22: CBR según número de golpes, cantera los Ángeles.....	51
Figura 23: índice CBR, cantera los Ángeles.....	52
Figura 24: CBR según número de golpes, cantera Chamisería 01.	53
Figura 25: índice CBR, cantera Chamisería 01.....	53

Figura 26: CBR según número de golpes, cantera Chamisería 02.	54
Figura 27: índice CBR, cantera Chamisería 02.	55

Índice de tablas

Tabla 1: Primer juego completo de tamices que cumpla la norma ASTM E11	8
Tabla 2: Segundo Juego completo de tamices que cumpla la norma ASTM E11 .	8
Tabla 3: Tamaño de partículas según SUCS y AASHTO	10
Tabla 4: Métodos a usar en el ensayo Proctor modificado.	13
Tabla 5: valores de esfuerzo de penetración unitaria de la muestra patrón para el cálculo del CBR.....	16
Tabla 6: Canteras de estudio.....	21
Tabla 7: Muestra mínima para ensayo de gravedad específica según tamaño nominal.....	34
Tabla 8: Análisis granulométrico, cantera Aremi Tercera.	37
Tabla 9: Análisis granulométrico, cantera Los Ángeles.	38
Tabla 10: Análisis granulométrico, cantera Chamisería 01.....	39
Tabla 11: Análisis granulométrico, cantera Chamisería 02.....	40
Tabla 12: Resumen del análisis granulométrico de las canteras.	42
Tabla 13: Resumen de Límites de Atterberg de las Canteras.	42
Tabla 14: Clasificación de Suelos de las canteras.....	43
Tabla 15: Resumen del contenido de humedad de las canteras.	44
Tabla 16: Resultado del ensayo Proctor de la cantera Aremi Tercera.....	45
Tabla 17: Resultado del ensayo Proctor de la cantera los Ángeles.....	46
Tabla 18: Resultado del ensayo Proctor de la cantera Chamisería 01.	47
Tabla 19: Resultado del ensayo Proctor de la cantera Chamisería 02.	48

Tabla 20: Resumen de los ensayos Proctor de las canteras.....	49
Tabla 21: Resultado del ensayo CBR de la cantera Aremi Tercera.....	51
Tabla 22: Resultado del ensayo CBR de la cantera los Ángeles.....	52
Tabla 23: Resultado del ensayo CBR de la cantera Chamisería 01.....	54
Tabla 24: Resultado del ensayo CBR de la cantera Chamisería 02.....	55
Tabla 25: Resumen de los ensayos CBR de las canteras.....	56
Tabla 26: Cantidad de muestra según ensayo realizado.....	57
Tabla 27: Total de gravas de sobre tamaño separado de los ensayos en peso..	57
Tabla 28: Porcentaje de gravas de sobre tamaño de las canteras.....	58
Tabla 29: Contenido de humedad de las partículas de sobre tamaño de las canteras.....	58
Tabla 30: Gravedad específica de las partículas de sobre tamaño de las Canteras.....	59
Tabla 31: Resumen de la corrección por grava de las canteras.....	60

Resumen

La investigación realizada planteó como objetivo principal evaluar la influencia de las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023. Evaluando las propiedades físicas y mecánicas de cuatro canteras. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, cuasiexperimental. Los resultados reflejan que el material granular correspondiente a las canteras con mayor contenido de gravas, presentan una densidad seca superior a las canteras con menor contenido de gravas. Siendo la cantera Chamisería 01 de clasificación GM el que logró un mayor incremento de la máxima densidad seca de 2.21gr/cm³ a 2.26gr/cm³ que representa un 2.2% respecto al resultado obtenido en el ensayo Proctor modificado, con un 9.4% de gravas de sobre tamaño. A su vez, el óptimo contenido de humedad reduce de 5.5% a un 5% que representa el 9.3% respecto al determinado en el ensayo Proctor. En conclusión, las gravas de sobre tamaño influye logrando incrementar los valores de densidad obtenidos por el ensayo Proctor, cuyos valores varían de acuerdo al tipo de material según sus características físicas y mecánicas.

Palabra clave: Grava de sobre tamaño, corrección por grava, grado de compactación, canteras.

Abstract

The main objective of the investigation was to evaluate the influence of oversized gravel on the degree of soil compaction, Huancayo - Junín - 2023. Evaluating the physical and mechanical properties of four quarries. The methodology used was of the applied type, with a quantitative approach and an experimental, quasi-experimental design. The results reflect that the granular material corresponding to the quarries with the highest gravel content, have a higher dry density than the quarries with the lowest gravel content. The GM classification Chamisería 01 quarry was the one that achieved the greatest increase in maximum dry density from 2.21gr/cm³ to 2.26gr/cm³, which represents 2.2% compared to the result obtained in the modified Proctor test, with 9.4% gravel. of over size. In turn, the optimum moisture content reduces from 5.5% to 5%, which represents 9.3% with respect to that determined in the Proctor test. In conclusion, oversized gravel influences, managing to increase the density values obtained by the Proctor test, whose values vary according to the type of material according to its physical and mechanical characteristics.

Keywords: Oversized gravel, gravel correction, degree of compaction, quarries.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio correspondiente a la mecánica de suelos es indispensable para un buen desempeño y funcionamiento de los proyectos de ingeniería, a través del tiempo en estos estudios (Llique Mondragón, y otros, 2018) nos mencionan que estos estudios inician con Ralph R. Proctor en 1930 realizando estudios en el proceso de compactación, estableciendo parámetros y propiedades del suelo. Al cual propuso un ensayo de compactación dinámica en el laboratorio, relacionando el contenido de agua respecto a la densidad del suelo. Así, tal ensayo actualmente está normado con variantes en la energía aplicada para la compactación; tales como el Proctor estándar y el Proctor modificado.

Tales ensayos actualmente son los que tienen mayor predominancia para los proyectos de ingeniería y esto motivó la necesidad de elaborar esta investigación. Pues en los estudios de laboratorio, sea el Proctor estándar o el Proctor modificado, se realizan con las gravas que pasan la malla $\frac{3}{4}$ " según el ensayo granulométrico, pero el porcentaje de gravas de sobre tamaño (llámese así a las gravas que no pasan la malla $\frac{3}{4}$ " en el ensayo granulométrico por tamizado), no entran al ensayo de compactación.

Al respecto la norma (ASTM D 1557-12, 2021) nos menciona que los suelos que tienen más del 30 % de porción de sobre tamaño (material que queda retenido en el tamiz $\frac{3}{4}$ ". (19 mm) resulta ser un problema. Pues para estos suelos, no hay una prueba de ASTM para así controlar la compactación y son escasos los laboratorios que se encuentran equipados para establecer el peso unitario máximo (densidad) de tales suelos. Y los métodos de prueba tales como D4914 y D5030 que determinan el peso unitario seco de campo de dichos suelos, son muy costosos y difíciles de realizar.

Por ello se vio en la necesidad de desarrollar un análisis de distintas canteras y determinar cómo influyen las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos. Pues viendo la realidad en los distintos proyectos viales, el material granular utilizado para la compactación sea para la sub rasante, sub bases o bases del proyecto, en la mayoría de casos contienen partículas de mayor diámetro que

la maya $\frac{3}{4}$ "; y esto impulsa a realizar la presente investigación, pues el grado de compactación tomado en campo debe presentar resultados óptimos para su buen desempeño. Sin embargo, la implicancia que tienen las gravas de sobre tamaño en la mejora del material granular es de suma importancia, considerando que estos materiales pueden tener una influencia considerable en la mejora del comportamiento del material granular, ayudando así tanto en el diseño del pavimento como en el costo de los proyectos.

De este modo se planteó como problema general: cómo influyen las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos. Y problemas específicos se precisó de la siguiente forma: cuál es la granulometría del material granular de las canteras en estudio; cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " de las canteras en estudio; cuál es el CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio; cuáles son las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio; cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida de las canteras en estudio.

Esta investigación se justifica teóricamente pues existe la necesidad de ampliar el conocimiento en esta rama de la ingeniería sabiendo que la influencia de las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de los suelos es un tema que ha sido poco explorado. Es importante señalar que la mecánica de suelos nos permite conocer sus propiedades y su comportamiento, siendo uno de los aspectos de estudio el grado de compactación del suelo, ya que este tiene un impacto directo en la resistencia del terreno, por ende, en la estabilidad de las estructuras de los diversos tipos de proyectos civiles. Así este estudio permitirá comprender mejor las propiedades del suelo y su comportamiento.

También tiene una justificación práctica, siendo que los resultados serán de gran utilidad para la ingeniería civil. Aplicables a los diversos tipos de proyectos civiles especialmente dedicado al mejoramiento de las condiciones del terreno. Conocer la influencia de las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos permite optimizar los materiales o recursos disponibles, mejorando la eficiencia y asegurando la calidad de los proyectos. Esto puede traducirse también en la

reducción de los costos del proyecto y en los proyectos viales asegurar un mejor diseño de las estructuras de los pavimentos.

Finalmente, la investigación presente tiene una justificación social, y es que la seguridad de las estructuras está directamente relacionada con los correctos estudios de los suelos, protegiendo así la vida humana. Pues el desconocimiento de las propiedades como sus características del suelo, ha llevado a que las estructuras fallen o colapsen, poniendo en riesgo a las personas. Es importante destacar que esta investigación impulsa el estudio de corrección por gravas en los laboratorios de suelos; pues busca mejorar el comportamiento que tiene el material granular en la compactación del suelo. Asegurando de este modo el diseño de las estructuras y proyectos civiles.

El principal objetivo de la presente investigación es evaluar la influencia de las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos y como Objetivos Específicos; calcular la granulometría del material granular de las canteras de estudio. Determinando así el óptimo contenido de humedad como también la máxima densidad seca del material que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " de las canteras en estudio. Determinar el CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio. Determinar también sus propiedades físicas que presentan las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio. Finalmente, determinar el óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca corregida de las canteras en estudio.

La hipótesis general plantea que, el porcentaje de gravas de sobre tamaño influye significativamente en el grado de compactación de suelos. Y como hipótesis específicas; la granulometría del material granular de las canteras de estudio influirá en el grado de compactación de suelos. El O.C.H. y la M.D.S. del material que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " de las canteras en estudio es el ideal para establecer el grado de compactación del suelo; el CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio reflejan valores según el máximo grado de compactación; las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio tienen una relación directa con el grado de compactación del suelo; el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida de las canteras en estudio es el ideal para establecer el grado de compactación del suelo.

II. MARCO TEÓRICO

(CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017) tuvo como objetivo en su tesis, establecer estadísticamente rangos en relación a su máxima densidad seca y al óptimo contenido de humedad en aquellos suelos que contienen gravas, como también para los suelos de características arenosas y suelos finos, para ello utilizó muestras de estudio que estuvo constituido por 996 ensayos de suelos. La metodología aplicada fue de tipo aplicada - descriptiva con propuesta, y utilizó en la investigación el diseño simple no experimental. La investigación presentó gráficos de curvas de compactación de cada uno de los ensayos Proctor, que fueron prácticamente en todas sus categorías de suelos siendo estos en la clasificación SUCS. Y concluye la investigación estableciendo rangos para la densidad seca y la humedad del suelo, en suelos con gravas, arenosos y finos; además de la propuesta de una cartilla de máxima densidad seca vs categoría del suelo, los cuales, en la categoría, suelos gravosos (G), establece un rango de máxima densidad seca al cual no se aplicó la corrección por grava que va en estos rangos, de 1,445kg/m³ a 2,282kg/m³, y que cuando se realizar el análisis con la corrección por grava este llega hasta 2,362kg/m³. en la categoría, suelos arenosos, establece un rango que va desde 1,185 kg/m³ a 2,155kg/m³, pero cuando realiza la corrección por grava este llega hasta 2,194kg/m³. En la categoría correspondiente a, suelos finos (C y M), establece un rango que va desde 1,296kg/m³ a 1,832kg/m³, pero cuando realiza la corrección por grava este llega hasta 1,870kg/m³ para las arcillas; y un rango de 1,039kg/m³ a 1,816 kg/m³ y llega con la corrección por grava a 1,817kg/m³ para los limos.

(ESPINOZA QUINTANILLA, 2022), estableció como objetivo determinar cómo influye la grava – arena en la subrasante de su población de estudio, la metodología aplicada fue tipo aplicada y el diseño de investigación que presentó fue cuasi experimental. Los resultados de la investigación incorporando grava-arena en 15%, 25% y 35% a la muestra patrón, mostraron que el límite líquido fue optimizado en 2.77% con el 25% de grava-arena. Con respecto a la mejora de la máxima densidad seca aplicando el 25% de grava-arena se incrementó de 1.99 gr/cm³ a 2.12 gr/cm³ y también con el mismo porcentaje de grava-arena 25%, determinó que el C.B.R a 95% de la MDS, aumentó de 20.50 % hasta 36.60% y con el 25% de grava-arena

el C.B.R. a 100% aumentó de 27.19% a 45.16%. Concluyendo que la incorporación de grava-arena si logró mejorar la resistencia en la subrasante.

(MUNIVE SALVATIERRA, 2022) Planteó como objetivo principal analizar el material granular que tiene la cantera Zanja Seca para un afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito. Su metodología de investigación fue del tipo aplicada, y el diseño planteado para su investigación fue cuasi experimental. Los resultados mostraron que la muestra extraída de la cantera no llega a cumplir los estándares que pide la norma del MTC, debido a que los resultados mostraron que el material está se clasifica como un gravas pobremente gradada GP, con lo establecido en la clasificación SUCS, y con respecto a la clasificación por AASHTO se establece como un suelo A-1 (0), esto es, que el material va de excelente a bueno, también presenta un 3.5% de contenido de humedad, y también muestra que la resistencia a la abrasión del agregado grueso es buena, con un 27.96% de desgaste, indicando que se encuentra debajo del 50% (porcentaje máximo aceptado por la norma vigente del MTC), la muestra extraída no presenta un índice de plasticidad pues el material en estudio no presenta finos y arcilla. Debido a este resultado se realizó un nuevo diseño de afirmado al cual se tuvo que incorporar material de otra cantera, concluyendo como sigue: 85% de hormigón (correspondiente a la cantera Zanja Seca) + 15% de tierra roja que pueden ser finos o arcillas (correspondiente a la cantera Curamba). Esta proporción final si cumple con los parámetros que pide la norma actual del MTC.

(Diaz Tuesta, y otros, 2021) Planteó como objetivo principal en su investigación estabilizar la subrasante incorporando áridos gruesos reciclados. Su metodología de investigación fue del tipo aplicada, con un nivel descriptivo – explicativo, el diseño planteado para su investigación fue un diseño experimental puro. En su investigación especifica que el tamaño de los áridos gruesos que utilizó son materiales reciclados de construcción cuyos granos pasan la malla $\frac{3}{4}$ " y son retenidos en la malla $\frac{3}{8}$ ". Estos materiales fueron añadidos en porcentajes de 10; 15 y 20% respecto al peso de la muestra. Siendo el porcentaje que brindó una mejora en la capacidad de soporte a la muestra inicial (muestra patrón) fue de 15%. Obteniendo en la calicata 1 un incremento del CBR al 95% de la MDS de 10.9% respecto al 4.85% que obtuvo inicialmente la muestra patrón. Y un incremento de

8.9% al 100% de la MDS respecto al 8.17% que obtuvo sin la incorporación de los áridos gruesos reciclados. También obtuvo en la calicata 2 un incremento del CBR al 95% de la MDS de 11.1% respecto al 6.7% que obtuvo inicialmente la muestra patrón. Y un incremento de 12.15% al 100% de la MDS respecto al 7.94% que obtuvo sin la incorporación de los áridos gruesos reciclados. Concluyendo que sí es posible la estabilización de la subrasante mediante la adición de estos áridos gruesos reciclados.

(Nonajulca Gonzales, y otros, 2022) Planteo como objetivo principal analizar el material granular de la cantera Saint Thomas ubicada en Sullana con el fin de conocer la calidad del material para ser aplicado en la base de un pavimento. La metodología de investigación que usó fue de tipo aplicada, de diseño no experimental descriptivo. Sobre los resultados obtenidos con respecto a la granulometría de la cantera presenta un material GP-GM que son grava mal graduada con limo y arena, teniendo un 60.8 % de grava, 33.8 % de arena y un 5.5 % de finos. En la granulometría podemos resaltar que el porcentaje retenido en la malla $\frac{3}{4}$ " es de 14.4%, que son el material granular de sobre tamaño. También presenta un índice de plasticidad de 1.85% y en cuanto al ensayo Proctor el resultado del OCH es de 6.8% y un de 2.258 g/cm³ para la MDS. En cuanto al ensayo de CBR realizado resulta un 87.1% al 95% y un 126.6% al 100% de la MDS. Concluyendo que el material de la cantera en estudio si cumple con los parámetros del MTC para uso en bases de pavimentos.

(Lozada Tiglla , 2018) estableció como objetivo estudiar las características físico mecánicas de las canteras de Hualango para ser aplicado como afirmado. La metodología usada es de tipo exploratoria con un diseño cuasi experimental. Los resultados muestran que las dos canteras que se analizaron no se pueden usar directamente para un afirmado. Por ello se realizó la mezcla con una cantera de río (cantera limones) a cada una de las canteras para mejorar sus propiedades, y en estos nuevos resultados podemos destacar que la primera mezcla fue de 45% para la primera cantera con 55% de la cantera limones. Y para la segunda mezcla fue de 55 % de la segunda cantera con 45% de la cantera limones. La granulometría presenta en el primer caso un 23% de grava retenida en el tamiz $\frac{3}{4}$ " con una descripción de grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC); también presenta

un IP de 6.11%; un OCH de 5.91% con un 2.237g/cm³ de MDS; además un CBR de 46.9% al 95% de la MDS con 0.1", y un CBR de 78.7% al 100% con 0.1" de la MDS. En el segundo caso presenta un 21.9% de material retenido en el tamiz ¾" con la misma clasificación que el caso anterior. presenta un IP de 6.93%; un OCH de 7.91% con un 2.210g/cm³ de MDS; además un CBR de 43.3% al 95% de la MDS con 0.1", y un CBR de 73.5% al 100% con 0.1" de la MDS. Concluyendo así que ambas mezclas lograron cumplir con los parámetros del MTC para ser utilizado este material en el afirmado de carreteras.

El suelo es un material presente en la naturaleza, formado a partir de la combinación de rocas, minerales, material orgánico y agua que se encuentra naturalmente en la capa superficial de la corteza terrestre. (TALAMANTES CARRILLO, y otros, 2019)

En el estudio de la mecánica de suelos, la clasificación de los suelos es importante, ya que permite conocer sus propiedades y sus comportamientos en distintas condiciones de carga y presión. Además, permite seleccionar los materiales adecuados para la construcción sea en cimentaciones, terraplenes, carreteras etc. (ROMERO, y otros, 2019) menciona que la mecánica de suelos para los proyectos de ingeniería tiene aspectos en común, pues el suelo es sometido a cargas.

Las gravas de sobre tamaño. para (Lazo Castillo, 2019) las gravas, que tienen un tamaño que van de 8 - 10 cm y 2 mm; se distinguen porque estos granos se pueden distinguir a simple vista.

Cabe resaltar que la distribución de 2 mm a 4.75 mm pertenecen a las arenas gruesas. Así también la distribución de 4.75 mm a 19 mm pertenecen a las gravas finas y las de 19mm a 75mm son las llamadas gravas gruesas, a esto último llamaremos gravas de sobre tamaño. De acuerdo a la tabla de distribución granulométrica de ensayos.

Con respecto a la granulometría, (Hernández García, y otros, 2016) nos explica que, a través de un proceso de separación de partículas, sea mecánico o manual, se le denomina análisis granulométrico o granulometría. De este modo es posible conocer la cantidad en peso de acuerdo a su tamaño del total del peso de la

muestra. Para realizar este proceso se emplean mallas con diferentes medidas de aberturas, las cuales separa el material de acuerdo al tamaño máximo de cada una de las partículas.

A continuación, se muestran las diferentes mallas utilizadas en el análisis granulométrico:

Tabla 1: Primer juego completo de tamices que cumpla la norma ASTM E11

Tamiz	Designación ASTM
75.0 mm	3"
50.0 mm	2"
37.5 mm	1 ½"
25.0 mm	1"
19.0 mm	¾"
9.50 mm	3/8"
4.75 mm	N° 4
2.00 mm	N° 10
0.85 mm	N° 20
0.425 mm	N° 40
0.25 mm	N° 60
0.106 mm	N° 140
0.075 mm	N° 200

Fuente: NTP 339.128

También se puede utilizar la siguiente serie de tamices para dar un espaciado uniforme entre los puntos al elaborar la gráfica de la curva granulométrica:

Tabla 2: Segundo Juego completo de tamices que cumpla la norma ASTM E11

TAMICES	Designación ASTM
75.0 mm	3"
37.5 mm	1 ½"
19.0 mm	¾"
9.50 mm	3/8"
4.75 mm	N° 4
2.36 mm	N° 8
1.18 mm	N° 16
0.60 mm	N° 30
0.30 mm	N° 50
0.15 mm	N° 100
0.075 mm	N° 200

Fuente: NTP 339.128

Límites de Atterberg, son llamados así en honor al científico sueco Albert Mauritz Atterberg, quien desarrolló este método a principios de año 1900. (Chávez López, 2021)

(Braja M Das, 2022) Nos menciona que cuando a un suelo que está en estado sólido se le adiciona cierto porcentaje de agua este comienza a comportarse como un sólido frágil, pero a medida que el porcentaje de agua es incrementado este llega a un punto en el que comienza a comportarse como un líquido. Conociéndose cuatro estados los cuales son; sólido, semisólido, plásticos y líquido. El porcentaje de agua que tiene el suelo cuando pasa de un estado a otro es denominado Límite de Atterberg. Así, cuando un suelo pasa del estado sólido a semisólido se le conoce como límite de contracción; cuando el porcentaje de agua sigue aumentando y el suelo pasa de un estado semisólido a plástico, se le denomina límite plástico; cuando el porcentaje de agua sigue aumentando y este pasa del estado plástico a líquido se le conoce como límite líquido.

La práctica que muestra el procedimiento para determinar los distintos estados de consistencia que tienen los suelos plásticos están especificados en la norma (ASTM D4318-17e1, 2018) el cual nos menciona también que estos estados del suelo son usados ampliamente en la ingeniería sean estos para una aplicación en conjunto del material o sea independientemente. Entre las propiedades que se destacan su uso son la permeabilidad o conductividad hidráulica, la compresibilidad, la compactabilidad, la contracción, resistencia al corte etc. Como también para determinar el tipo de suelo en estudio.

Las propiedades físicas del suelo son de fundamental importancia, ya que a través de una correcta interpretación es posible predecir el comportamiento futuro del suelo bajo carga cuando un terreno dado tiene diferente contenido de humedad.

Así podemos mencionar algunas propiedades físicas muy importantes como la **densidad del suelo**, (Huamán Torrejon, y otros, 2018) sostiene que la densidad absoluta es aquella masa de un material que se encuentra contenida en una unidad de volumen, excluyendo los vacíos. En cambio, la densidad aparente de un cuerpo es aquella masa que se encuentra contenida en una unidad de volumen, incluyendo los vacíos.

La densidad relativa, nos indica (Crespo Villalaz, 2017) que es la relación que hay entre la densidad de un sólido y la densidad absoluta del agua. Esto puede expresarse en términos de la relación de vacíos como también en términos del peso específico seco.

Clasificación y límites del tamaño de partículas, Estos se pueden clasificar según su tamaño en tres o cuatro grandes grupos las cuales varían de acuerdo a qué estándares se realizan los trabajos. Según la norma (ASTM D2487-17e1, 2020) conocido como el estándar SUCS. Clasifica a los suelos dividiéndolo en tres grandes grupos denominadas gravas (desde 75 mm hasta 4.75 mm), arenas (de 4.75 mm hasta 0.075 mm), limos y arcillas (menores a 0.075 mm). El estándar AASTHO divide a los suelos en cuatro grupos denominadas, gravas (desde 75 mm hasta 2.0 mm), arenas (desde 2.0 mm hasta 0.05 mm), limos (desde 0.05mm a 0.002 mm), arcillas (menor a 0.002 mm).

A continuación, presentamos una tabla que muestra la clasificación recomendada según los estándares SUCS Y AASHTO:

Tabla 3: *Tamaño de partículas según SUCS y AASHTO*

Sistema	Tamaño de partículas
SUCS	Gravas: 75.00mm a 4.75mm
	Arenas: 4.75mm a 0.075mm
	Limo y arcillas: < 0.075mm
AASHTO	Gravas: 75.00mm a 2.00mm
	Arenas: 2.00mm a 0.05mm
	Limos: 0.05mm a 0.002mm
	Arcillas: menor a 0.002mm

Fuente: Elaboración propia

Los suelos granulares. (Paz ojeda, 2018) menciona que estos suelos incluyen a las arenas, gravas y rocas. Los cuales normalmente se definen en relación a su densidad relativa, o al índice de porosidad. Y según el estado de tensión en su composición física, pueden ser clasificados en materiales sueltos o densos. Así,

podemos mencionar que los suelos granulares tienen un comportamiento mecánico muy amplio las cuales dependen de factores como su composición, estructura, la densidad, la fuerza aplicada etc.

Los suelos denominados limos y arcillas son demasiado pequeños por lo cual sus dimensiones no se determinan por el ensayo granulométrico por tamizado (Braja M. Das, 2022) nos indica que para obtener la granulometría en suelos de grano fino se realiza con el ensayo granulométrico con el hidrómetro, mediante el principio de sedimentación. Para realizar esta prueba se requieren 50g de suelo fino secado al horno. A este material se adiciona un agente defloculante, siendo el más empleado una solución de 125 cc al 4% de exametafosfato de sodio. Luego el suelo queda en estado de saturación al menos 16 horas. Luego se agrega agua destilada y se procede a mezclar agitándolo vagorosamente. Seguidamente la mezcla es transferida a una probeta de 1000 ml, y se adiciona agua hasta llegar a la marca de 1000 ml y se agita vigorosamente. Finalmente se coloca un hidrómetro dentro de la probeta para medir la densidad de sólidos periódicamente en cualquier tiempo “t” dado.

Con respecto a la compactación de suelos, (Braja M Das, 2022) explica que la compactación del suelo de forma general es la densificación por eliminación de aire, al cual se le aplicó energía mecánica. El grado de compactación de los suelos está medido en función del peso específico seco. Así mismo, podemos mencionar que el agua añadida al material granular en el proceso de compactación, este actúa a manera de lubricante entre las partículas del material granular, haciendo que estas se muevan y se unan formando un estado que se hace cada vez más denso. Conforme se va incrementando el contenido del agua al material, el peso específico seco se incrementa luego de realizar la compactación. Sin embargo, cuando el contenido de agua sigue incrementándose, luego de cierto punto, el peso específico seco empieza a reducir; esto sucede porque los espacios que deben ocupar las partículas del suelo son reemplazados por el agua.

Este proceso en el cual se desea conocer la cantidad de agua requerida para que el peso específico del material granular sea el más óptimo, es desarrollado en el laboratorio mediante la prueba Proctor (Cárdenas Eras, y otros, 2022). Para esto existen dos métodos, el estándar y el modificado.

A continuación, se muestra el principio utilizado para este ensayo de compactación.

El suelo debe ser compactado en un molde de volumen conocido, el cual depende del método a usar según las normas técnicas del ensayo Proctor, sea la NTP 339.141; MTC E 115; o el ASTM D 1557. Para esto se utilizan varias muestras de suelo con diferentes porcentajes de agua, las cuales serán compactados en el molde a una misma energía de compactación y una misma cantidad de golpes por capa, con un pisón.

La fórmula a utilizar para calcular el peso específico húmedo compactado es el siguiente:

$$\gamma_{(Peso\ específico\ húmedo)} = \frac{W_{(peso\ del\ suelo\ compactado)}}{V_{(molde)}}$$

Como el contenido de agua es conocido en cada uno de las pruebas realizadas, es posible calcular el peso específico seco según la fórmula siguiente:

$$\gamma_d \text{ (Peso específico seco)} = \frac{\gamma \text{ (Peso específico húmedo)}}{1 + \frac{w (\%) }{100}}$$

De este modo los valores obtenidos del peso específico seco son graficados con respecto al contenido de agua, resultando así una curva de compactación, determinando así el máximo contenido de agua para llegar a su máxima densidad seca.

El ensayo Proctor modificado presenta tres métodos que de acuerdo a la especificación del material a ensayar o a la gradación (ensayo granulométrico), deben utilizarse. Presentamos en la siguiente tabla los métodos y sus características de acuerdo a la norma (ASTM D 1557-12, 2021)

Detallado también por (Melendez Leon, 2017) en la aplicación de los distintos métodos de ensayo

Tabla 4: Métodos a usar en el ensayo Proctor modificado.

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	4" (101.6mm)	4" (101.6mm)	6" (152.4mm)
Volumen del molde	0.0333 pie ³ (944cm ³)	0.0333 pie ³ (944cm ³)	0.075 pie ³ (2124cm ³)
Peso del pisón	10 lb (4.54 kg)	10 lb (4.54 kg)	10 lb (4.54 kg)
Altura de caída del pisón	18" (457.2mm)	18" (457.2mm)	18" (457.2mm)
Número de golpes por capa	25	25	56
Número de capas a compactar	5	5	5
Energía de compactación	56,000 lb-pie/pie ³ (27000 Kn-m/ m ³)	56,000 lb-pie/pie ³ (27000 Kn-m/ m ³)	56,000 lb-pie/pie ³ (27000 Kn-m/ m ³)
Usos	Porción que pasa la malla N° 4 (4.75mm). Puede usarse si 20% o menos del material en peso es retenido en el tamiz N° 4.	Porción que pasa la malla 3/8" (9.5mm). Puede usarse si el material retenido en el tamiz N° 4 es más del 20% y 20% o menos por peso es retenido en el tamiz 3/8"	Porción que pasa la malla 3/4" (19.0mm). Puede usarse cuando más del 20% del material por peso es retenido en el tamiz 3/8" (9.5mm) y menos de 30% del material por peso es retenido en el tamiz 3/4".

Fuente: norma ASTM D 1557

Sobre el grado de compactación de suelos, (Mendoza Guerrero, 2021) nos menciona que esto equivale a la relación que hay entre la densidad seca que se alcanzó en obra entre la máxima densidad seca que se obtuvo en el laboratorio. Expresado esto en porcentaje como sigue:

$$R(\%)_{(Grado\ de\ compactación)} = \frac{\gamma_d (campo)}{\gamma_d (laboratorio)} \times 100$$

En cuanto a la compactación de suelos, cabe resaltar que los suelos tienen diferentes características de acuerdo a los procesos de formación. Para la compactación sus propiedades deben ser debidamente investigadas en laboratorios, determinando el óptimo contenido de agua para llegar al máximo grado de compactación en campo.

La compactación es el procedimiento por el cual el suelo mejora sus características para una determinada construcción. Por ello es indispensable conocer otros factores que nos van a permitir llegar a una correcta toma de resultados en el grado de compactación del suelo, pues el material que se estudia en el laboratorio se realiza con un grado de control que en campo no se logra, siendo uno de estos factores que implica un mayor estudio son aquellas partículas de sobre tamaño que por razones normativas no son incluidos en los ensayos Proctor, por ende la toma del resultado del grado de compactación debido a este factor se verá afectado. Así mismo (ROMAN, y otros, 2019) nos menciona que las técnicas para la caracterización de materiales granulares gruesos presentan limitaciones y siguen siendo temas de investigación en la Ingeniería.

La corrección por gravas de sobre tamaño. Debido a que el ensayo Proctor se realiza solo para las partículas que pasan como máximo por el tamiz de $\frac{3}{4}$ " pulg, es necesario hacer una corrección por grava para obtener la influencia de aquellas gravas de sobre tamaño.

Sobre el estudio correspondiente a las gravas de sobre tamaño la norma (ASTM D 4718 - 87, 2001) nos da el método que nos permite conocer la corrección a los ensayos Proctor de laboratorio. Esta práctica es posible utilizarlas en suelos, mezclas de suelos y rocas las cuales quedan retenidos hasta un 40% en el tamiz N° 4. También es válido esta práctica de corrección cuando la fracción de gravas de sobre tamaño es retenida en el tamiz N° $\frac{3}{4}$ pulg. Siendo el porcentaje límite para esta práctica un 30% del material retenido en la malla N° $\frac{3}{4}$ pulg.

Al realizar esta corrección el cual nos dará una máxima densidad seca y un óptimo contenido de humedad corregido, tendremos una diferencia que para los casos prácticos en campo nos permite tener una correcta compactación. Por ende, una

mejor especificación al usar ciertos tipos de materiales de canteras donde sus propiedades nos muestran una presencia de gravas de sobre tamaño.

Para determinar el peso máximo corregido se tiene la siguiente fórmula:

$$\gamma d(máx)C = \frac{100\gamma w}{\frac{Pc}{Gm} + \frac{\gamma w(100 - Pc)}{\gamma d(máx)F}}$$

Donde:

γw = Peso específico del agua

Pc = Porcentaje de la fracción extradimensionada por peso

Gm = gravedad específica de la fracción extradimensionada.

$\gamma d(máx)F$ = densidad seca máxima de la fracción fina (laboratorio)

Asimismo, para el óptimo contenido de humedad corregido:

$$\omega \text{ óptimo. } C(\%) = \omega \text{ óptimo. } F(100 - Pc) + \omega c Pc$$

Donde:

$\omega \text{ óptimo. } F$ = Contenido de humedad óptima de la fracción fina (laboratorio)

ωc = Contenido de humedad de las partículas de sobre tamaño.

Pc = Porcentaje de la fracción de sobre tamaño.

Relación de soporte o capacidad de soporte del suelo. Este ensayo conocido por sus siglas en inglés como CBR, es un ensayo generalmente usado para la construcción de carreteras el cual (Bojacá Torres, 2020) nos explica que estos ensayos fueron realizados por la división de carreteras de California, en el que se estableció como muestra patrón a materiales de piedra triturada de alta calidad y el promedio de estas muestras fue designado como el 100% de la capacidad de soporte del suelo (CBR).

En este ensayo el suelo es sometido a una carga de penetración en donde los resultados muestran una relación en porcentaje entre el esfuerzo requerido para

lograr una penetración a cierta profundidad en la muestra original y el esfuerzo requerido en la muestra patrón, como muestra la siguiente fórmula.

$$CBR = \frac{\text{Resultado del esfuerzo de penetración (suelo ensayado)}}{\text{Esfuerzo de penetración unitaria (Muestra Patrón)}} \times 100$$

Los valores del esfuerzo de penetración utilizados para el cálculo del CBR en la muestra patrón están establecidos según la siguiente tabla.

Tabla 5: valores de esfuerzo de penetración unitaria de la muestra patrón para el cálculo del CBR

Penetración (Pulg.)	Esfuerzo (psi)
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Fuente: Norma ASTM D1883

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación:

Toda investigación científica, se diferencia de otros tipos investigación, porque esta es más estricta, organizada y se desarrolla escrupulosamente. [...] La investigación científica tiene dos propósitos a saber, uno, producir conocimientos y teorías, llamada también, investigación básica y dos, resolver problemas, llamada investigación aplicada. (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

La investigación de tipo aplicada, está abastecido por el tipo básico o puro, pues gracias a la teoría, se propone a resolver problemas prácticos, estos se basan en los descubrimientos como también en las soluciones que fueron planteados en el objetivo de la investigación, regularmente la investigación aplicada se utiliza en la ciencia médica como en las ingenierías. (Hadi Mohamed, y otros, 2023)

Debido a que la presente investigación permitirá conocer mediante métodos científicos previos, cómo influye las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación del suelo, esta investigación es de tipo Aplicada.

Enfoque de investigación:

El enfoque cuantitativo en la investigación permite medir y analizar los datos utilizando métodos estadísticos y numéricos. El enfoque cuantitativo tiene como idea central medir variables estableciendo relaciones causales entre ellas. Este enfoque es una metodología científica rigurosa, para esto fueron planteadas previamente las hipótesis que luego se busca probar con medio de técnicas estadísticas. Permitiendo así extender los resultados a una población mucho más amplia. (Hadi Mohamed, y otros, 2023)

Esta investigación desarrollada es de enfoque cuantitativo pues nuestras variables se pueden medir, logrando una relación entre ellas y también porque la forma de probar la hipótesis planteada es con el uso de técnicas numéricas.

Diseño de investigación:

El diseño de una investigación forma un mapa a manera de guía para el investigador hasta el final del proyecto. Estos son útiles para validar hipótesis y dar respuesta a las preguntas de la investigación. El diseño cuantitativo puede ser experimental o no experimental. [...] en cuanto al diseño experimental, los tratamientos, estímulos, efectos o intervenciones (llamadas variables independientes) se manipulan y prueban para observar los efectos que tienen sobre otras variables (variables dependientes) que se desarrollan en una situación de controlada. (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

Por ende, esta investigación es experimental, pues hemos manipulado una variable haciendo unos ensayos en laboratorio para observar sus efectos sobre la variable dependiente. Sin embargo, el diseño experimental también se clasifica en preexperimentales, cuasiexperimentales y experimentales puros.

Al respecto (Hernández Sampieri, y otros, 2018) nos explica que, Un diseño cuasiexperimental manipula también al menos una variable independiente para ver los efectos que tienen sobre la variable dependiente que puede ser una o más. Sin embargo, se diferencian de los experimentales puros en el grado de confianza ganado sobre la equivalencia inicial de los grupos. En un diseño cuasiexperimental, los sujetos se forman antes del experimento, en lugar de ser asignados aleatoriamente en grupos o formados en parejas. Es decir, son grupos intactos (sea por la razón en que surgen o el método de formación de los sujetos son independientes o fuera del experimento).

De ese modo la investigación se clasifica en cuasiexperimental, pues nuestra variable independiente no es un elemento nuevo, no se intervino en la creación de esta variable es decir no estuvo bajo nuestro control como sucede en los experimentales puros, sino que es un elemento que fue formado previamente. Por ende, su validez es menor que la de los experimentales puros, pues estos si tienen un grado de control exigente y una implicancia a una mayor población.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente (X): Gravas de sobre tamaño

Definición Conceptual: "Las gravas de sobre tamaño son materiales pétreos que tienen un diámetro máximo superior al de la malla 3/4", se utilizan comúnmente como materiales de relleno en la construcción de carreteras y en la estabilización de taludes" (García, y otros, 2019).

Definición operacional: Para la determinación de las gravas de sobre tamaño se procederá a efectuar el ensayo granulométrico y de acuerdo al porcentaje de gravas que no pasan el tamiz $\frac{3}{4}$ " (19mm) se determinará las propiedades físicas de la cantidad de gravas de sobre tamaño que influirá en el análisis del grado de compactación del suelo.

Dimensiones:

- Granulometría
- Propiedades físicas

Indicadores:

- Porcentaje de gravas de sobre tamaño
- Contenido de humedad
- Gravedad específica

Escala de medición:

- De razón

Variable dependiente (Y): Grado de compactación del suelo

Definición Conceptual: El grado de compactación del suelo se especifica como un porcentaje del peso máximo de la unidad seca modificada. De este modo se especifica si la compactación cumple con las propiedades de ingeniería deseada en el suelo. (ASTM D 1557-12, 2021)

Definición operacional: Será calculado mediante el ensayo Proctor modificado, para determinar el contenido de agua que permite llegar a la máxima densidad seca de cada una de las muestras de las canteras en estudio; también se determina el CBR al 95% y al 100%. Luego mediante la corrección por gravas según ASTM D4718, calculamos el nuevo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida que influirá en el CBR del suelo.

Dimensiones:

- Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca
- Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca corregida

Indicadores:

- Proctor modificado
- Corrección por gravas

Escala de medición:

- De razón

3.3. Población, muestra y muestreo

Población.

En una investigación científica, la población es el grupo conformado por individuos o elementos que exhiben ciertas particularidades sobre las cuales se hacen inferencias o generalizaciones. Las poblaciones pueden ser grandes o pequeñas, accesibles o inaccesibles, y pueden dividirse en varios grupos o subgrupos. (Hadi Mohamed, y otros, 2023)

Para la presente investigación, la población corresponde a todo el material granular de las cuatro canteras en estudio. Las cuales son:

Tabla 6: Canteras de estudio

Ítem	Código	Nombre de la cantera	Ubicación		
			Cota	Este	Norte
1	C-01	Cantera Aremi tercera	3316	467421	8674875
2	C-02	Cantera Los Ángeles	3324	467753	8674347
3	C-03	Cantera Chamisería 01	3633	484268	8672882
4	C-04	Cantera Chamisería 02	3660	484553	8672762

Fuente: Elaboración propia

Muestra.

Una muestra es un grupo de individuos o elementos escogidos de la población a estudiar. La muestra es la representación de una población, y los resultados que se obtienen de la muestra son utilizados para realizar inferencias y generalizaciones hacia una población. La muestra debe ser suficiente para garantizar que los resultados sean estadísticamente significativos y representativos de la población. (Hadi Mohamed, y otros, 2023)

El tamaño de la muestra que se consideró para los ensayos estuvo conformado por 165,284 g de suelo correspondiente a las cuatro canteras en estudio.

Muestreo

En cuanto al enfoque cuantitativo, hay dos estrategias utilizadas en el muestreo: probabilístico y no probabilístico. En el muestreo probabilístico, cada unidad, caso o miembro de la población inicialmente tiene la misma posibilidad de ser seleccionado para formar la muestra. [...] En cuanto al muestreo no probabilístico, las unidades seleccionadas no depende estrictamente por la probabilidad sino por razones que están en relación con la naturaleza y el contexto de estudio. (Hernández Sampieri, y otros, 2018)

También (Hadi Mohamed, y otros, 2023) nos menciona que el muestreo no probabilístico se utiliza para seleccionar una población en función de las características comunes o el juicio sesgado de los investigadores.

Es así que el muestreo que la presente investigación tiene es no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis.

Es el objeto de estudio del cual se originan los datos o la información necesaria para poder realizar el análisis de la investigación. (Arias Gonzáles, y otros, 2021)

Así, la unidad de análisis para la investigación es el material granular.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Existen varias técnicas de investigación, como cuestionarios, entrevistas, observaciones, experimentos, y otro, para elegir la técnica, esta depende del propósito y el alcance de la investigación. Cada técnica tiene diferentes fortalezas y debilidades, y elegir la técnica correcta es importante para garantizar los mejores resultados en la investigación. (Medina, y otros, 2023)

En cuanto a la presente investigación, la técnica empleada fue la observación directa y uso de herramientas manuales para la extracción del material granular de las canteras en estudio.

Con respecto a los instrumentos de medición (Hadi Mohamed, y otros, 2023) nos menciona que los instrumentos de una investigación son aquellas herramientas que se utilizan para recopilar información y datos que requiera la investigación o estudio. Los instrumentos de investigación pueden ser cuestionarios, escalas de medida, entrevistas, observaciones, etc.

Por tanto, para la presente investigación se usaron fichas normadas las cuales son:

- Ficha técnica para determinar el contenido de humedad NTP 339.127
- Ficha para el análisis granulométrico por tamizado NTP 339.128

- Ficha para determinar el material que pasa el tamiz N° 200 (75 um)
- Ficha para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad del suelo NTP 339.129
- Ficha para el Proctor Modificado NTP 339.141
- Ficha para determinar el CBR al 95% MDS y CBR al 100% MDS NTP 339.145
- Ficha para la corrección por grava de sobre tamaño según ASTM D4718
- Contenido de humedad de las partículas de gran tamaño NTP 339.027
- Gravedad específica de agregado grueso NTP 400.021

3.5. Procedimientos.

El procedimiento correspondiente a esta investigación se ejecutó como sigue:

Se procedió a extraer el material de las cuatro canteras en estudio según la norma (ASTM D4220M-14, 2023) / NTP 339.162.



Figura 1. Extracción de material, cantera Aremi tercera C-01.



Figura 2. Extracción de material, cantera Los Ángeles C-02.



Figura 3. Extracción de material, cantera Chamisería 01 C-03.



Figura 4. Extracción de material, cantera Chamisería 02 C-04.

Luego la muestra se llevó a un laboratorio de mecánica de suelos para procesar la información de acuerdo a los estándares de calidad y parámetros que la normativa vigente establece para los distintos ensayos a realizar.

Los ensayos de suelos que se realizaron para la evaluación del material de las canteras son los siguientes:

Ensayo de Contenido de Humedad, según (ASTM D2216-19, 2019), la NTP 339.127 y MTC 108.

Equipos y materiales. Es necesario un horno de secado que pueda sostener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Balanzas con capacidad de 0.01g si son muestras menores a 200g y 0.1g si son muestras mayores a 200g. También algunos recipientes resistentes a la corrosión, al cambio de temperatura continuo, PH variable y limpieza. Utensilios para manipular los recipientes como guantes y tenazas. Otros utensilios como cuchillos, espátulas cucharas, lona para realizar la división de la muestra, etc.

Muestra. Las muestras deben mantenerse preservadas en contenedores herméticos y a una temperatura que esté entre los 3 a 30°C . De tal manera que la humedad del suelo no pueda condensarse. El contenido de humedad debe realizarse lo más pronto posible después de haber realizado el muestreo.

Procedimiento. Se registra la masa de un recipiente limpio y seco, luego seleccionamos la muestra representativa para este ensayo de acuerdo a las exigencias mínimas de la norma (ASTM D2216-19, 2019), para luego colocarlo en el recipiente y determinar el peso húmedo del suelo más el recipiente. Procedemos a realizar el secado en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. El tiempo puede ser determinado por el buen juicio y la experiencia, por lo general varía de 12 a 16 horas. Luego se remueve el recipiente del horno y habiéndose enfriado a temperatura ambiente y se registra el peso en la misma balanza.

Cálculos. La fórmula a usar es el siguiente:

$$\omega = \frac{\text{Peso del agua contenido en el suelo}}{\text{peso del suelo secado al horno}} \times 100$$



Figura 5. Procedimiento para el contenido de humedad.

Análisis Granulométrico por Tamizado según (ASTM C136/C136M-19, 2020), (ASTM D6913/D6913M-17, 2021) y MTC E 107

Equipos y materiales. Se requiere de dos balanzas una con sensibilidad de 0.01g y otra de 0.1% del peso total de la muestra. Horno que pueda mantener temperaturas constantes de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Serie de tamices según lo detallado en la tabla 01 y tabla 02 del marco teórico. Recipientes. Cepillos y brochas.

Muestra. Se prepara una muestra de acuerdo a la norma MTC E 106 En el cual la muestra queda dividida en dos porciones, una que contiene partículas retenidas en el tamiz N° 4 y otra con partículas que pasan el tamiz N° 4. Ambas muestras se ensayan por separado.

Procedimiento. Para la primera muestra retenida en el tamiz N° 4, se seleccionan los tamices de acuerdo al tipo de muestra o especificaciones para el tipo de material. El tamizado puede ser Manual o mecánico, una vez realizado el movimiento del tamizado se procede a pesar las muestras retenidas en cada uno de los tamices, el peso total luego del tamizado no debe variar en más de 1% respecto al peso inicial antes del tamizado. Del mismo modo para la segunda porción que es el material más fino, se puede realizar con una serie de tamices hasta la N° 200. Si la especificación lo requiere, puede realizarse la determinación del tamaño de las partículas menores a esta malla por el método de sedimentación.

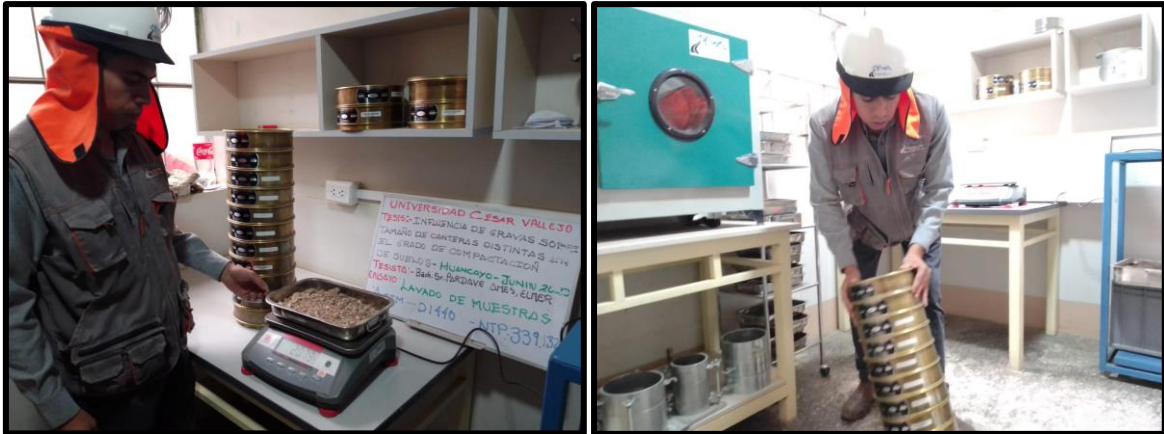


Figura 6. Procedimiento para el análisis granulométrico.

Cálculos. Para determinar el peso en porcentaje retenido en cada tamiz usamos a siguiente fórmula.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso que queda en el tamiz}}{\text{Peso de la muestra total}} \times 100$$

Para determinar las muestras más finas se calculan en función al retenido acumulado de la siguiente forma.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Límites de Atterberg, Según (ASTM D4318-17e1, 2018) y MTC E 110 y 111

Determinación del límite líquido.

Equipos y materiales. Recipiente, vasija de porcelana $D \cong 4 \frac{1}{2}$ ". Copa de Casagrande, manual o mecánico. Acanalador. Calibrador, estos de acuerdo a norma. Balanza con 0.01 g de sensibilidad. Horno que soporte entre $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Espátula, agua destilada.

Muestra. Para este ensayo se requiere el material pasante del tamiz N°40, de tal modo que se pueda obtener entre 150 a 200g de este material.

Procedimiento. Se procede a mezclar la muestra con una cantidad de agua que permita tener una mezcla homogénea, luego con colocar en la copa de ensayo el cual debe estar descansando sobre la base y bien distribuido con unos 10mm de altura en su punto más profundo aproximadamente. Se realiza un corte con el acanalador por la mitad, y se registra el número de golpes necesarios para cerrar la ranura en la copa. Esto se realizar con al menos tres muestras, añadiendo cada

vez un poco más de agua a la muestra de tal modo que cada vez sea necesario menos golpes para cerrar la ranura. El límite líquido se será cuando esta ranura cierra a los 25 golpes. Luego se procede a determinar al contenido de humedad de las muestras realizadas. Si la ranura cierra en varias muestras antes de los 25 golpes, se registra como no plástico.



Figura 7. Procedimiento para determinar el límite líquido.

Cálculos. Se realizará un gráfico semilogarítmico donde se encuentre la relación del contenido de humedad y el número de golpes siendo este en el orden de las abscisas. Luego se trazará una línea que intercepte los puntos de la gráfica de acuerdo al número de ensayos realizados. Luego registrar el contenido de humedad que intercepta a los 25 golpes de la línea de las abscisas. Tomando este como resultado final del ensayo.

Determinación del límite plástico.

Equipos y materiales. Espátula que tenga la hoja flexible entre 3 a 4" de largo por $\frac{3}{4}$ " de ancho aproximadamente. Recipiente, puede ser de porcelana, balanza de aproximación al 0.01g. horno que soporte entre $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Agua destilada, vidrio grueso para la superficie de rodadura, esmerilado.

Muestra. Se tomará unos 20 g de muestra que pasé el tamiz N° 40, luego haciendo una masa con agua destilada formamos una esfera y tomamos entre 1.5 a 2 g de esta masa.

Procedimiento. Comenzamos a formar una especie de cilindro con los dedos a la muestra llegando hasta unos 3.2mm de diámetro aproximadamente, el ensayo consiste en que la muestra al llegar a este diámetro se desmorone, se debe hacer

este procedimiento las veces necesarias y luego reunir estos trozos pequeños que tengan unos 6 g para luego determinar el contenido de humedad, de acuerdo a lo detallado anteriormente.

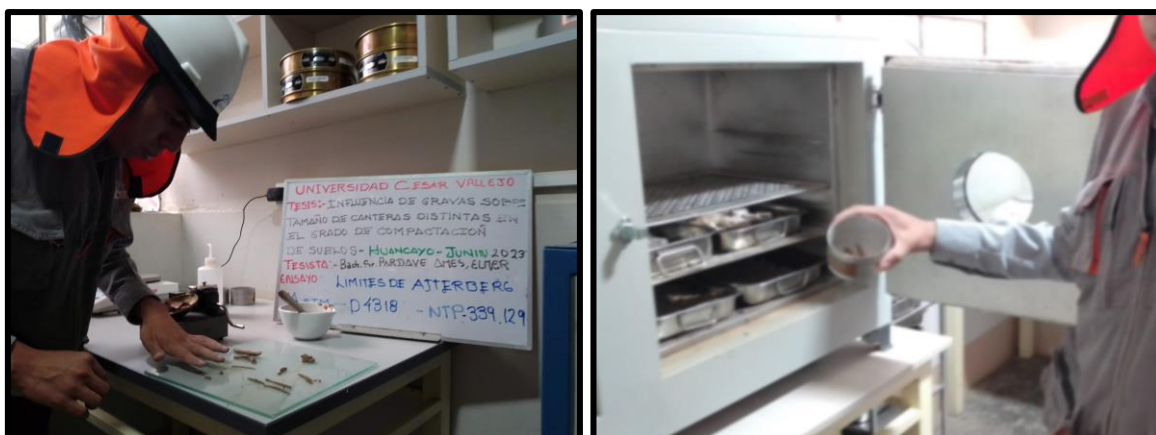


Figura 8. Procedimiento para determinar el límite plástico.

Cálculos. Debe haber dos contenidos de humedad correspondiente a dos ensayos del mismo, luego se determina el promedio de ambos resultados, sin embargo, el contenido de humedad de estas muestras no debe diferir en un rango de 2.6 según nos indica la norma MTC E111.

Determinación del límite plástico.

Esto determina la diferencia de contenido de humedad entre el Límite líquido y el límite plástico. Según la siguiente fórmula.

$$I.P = L.L - L.P.$$

Los valores del L.L. y L.P. deben ser valore enteros. Si el valor del límite líquido o el límite plástico no es posible calcular, o el valor del L.P. resulta ser mayor o igual al L.L. se determinará como no plástico NP.

Ensayo Proctor Modificado. Según (ASTM D 1557-12, 2021), MTC E 115 y NTP 339.141

Para realizar este ensayo se requiere establecer el método de ensayo según la tabla 4 presentada anteriormente, basado en la distribución granulométrica del material.

Equipos y materiales. Molde de 4" y de 6" con su respectivo ensamblaje, pisón o martillo, estos según especificaciones descritas en la norma ASTM D 1557. Balanza según especificaciones descritas en la norma ASTM D 4753. Horno de secado, que soporte entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Materiales como regla metálica de unas 10" con borde biselado si tiene más de 3mm de espesor, tamices número $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", y N° 4, herramientas para realizar la mezcla como cucharas, espátulas mezclador u otro que permita mezclar con incrementos de agua.

Muestra. La cantidad de muestra dependerá del método a realizar, si son el método A y B, se requiere unos 16kg y para el método C unos 29 kg aproximadamente. Este material debe ser una muestra seca al aire libre. Se deberá tamizar con una muestra representativa el material con los tamices indicados para escoger el método a usar.

Procedimiento. Se prepara al menos 4 muestras con contenido de agua estimables al óptimo, la variación de porcentaje de agua no debe ser mayor a 4% para poder realizar la curva con mayor precisión. Luego de ensamblar bien el molde se procede a compactar la muestra en 5 capas homogéneas, el número de golpe dependerá del método elegido. Luego en la última capa procedemos a nivelar con una regla o cuchillo, rellenando algún hoyo con el mismo material. Para proceder a registrar la masa del molde con el suelo compactado. Posteriormente se toma una muestra representativa para determinar el contenido de agua. Esto para cada muestra.



Figura 9. Procedimiento Proctor modificado.

Cálculos. Luego de determinar el contenido de humedad, realizamos el cálculo del peso unitario seco y su respectivo contenido de agua para cada una de las muestras, estos serán ploteados en una gráfica para formar la curva de compactación y en base a esta curvase determinará el valor máximo de la densidad y su máximo contenido de agua. Las fórmulas a usar son las siguientes.

$$\gamma_{(Peso\ específico\ húmedo)} = \frac{W_{(peso\ del\ suelo\ compactado)}}{V_{(molde)}}$$

$$\gamma_d\ (Peso\ específico\ seco) = \frac{\gamma\ (Peso\ específico\ húmedo)}{1 + \frac{w\ (\%)}{100}}$$

Ensayo de CBR al 95% MDS y CBR al 100% MDS según (ASTM D1883-21, 2021), MTC E 132 y NTP 339.145

Equipos y materiales. Una prensa, molde cilíndrico de metal y disco espaciador según especificaciones de la norma ASTM D 1883, pisón de compactación según especificaciones del ensayo Proctor. Aparato para medir la expansión, pesas y diales según especificación de la norma ASTM D 1883. Tanque para sumergir los moldes completamente en agua, horno que soporte entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. tamices número 4; 3/4", y 2". Herramientas de uso general.

Muestra. Se prepara la muestra según lo detallado en el ensayo Proctor, en este caso para el molde de 6". Exceptuando los materiales que quedan retenidos en el tamiz 3/4".

Procedimiento. El material se prepara con los resultados de la curva de compactación del ensayo Proctor. Conociendo su humedad natural y añadiendo la cantidad de agua para llegar al óptimo, luego se prepara el molde en el cual será compactado el material con diferentes grados de compactación, esto se logra con el número de golpes realizados al material siendo 55, 26 y 12 golpes. Deberá haber al menos 3 moldes por cada muestra. Cuando la muestra será sumergida, debe determinarse el contenido de agua antes de sumergirlo y luego de haber sido sumergido, tomando una muestra representativa del mismo. Durante la inmersión se registrará la expansión de la muestra. Permanecerá sumergido por 4 días. Luego

se realiza el ensayo de penetración a una velocidad de 1.27mm/min. Finalmente se toma una muestra de la parte en el cual se realizó la penetración.

Cálculos. Se realizarán los siguientes cálculos durante el procedimiento.

Para determinar la humedad de compactación, es necesario conocer la humedad prefijada de acuerdo al ensayo Proctor, como sigue. añadir

$$\% \text{ agua a aumentar} = \frac{H (\text{humedad prefijada}) - h (\text{humedad natural})}{100 + h} \times 100$$

Para determinar la densidad unitaria, se calcula mediante el procedimiento del ensayo Proctor antes de ser sumergido.

Para determinar el agua absorbida se calcula determinando el porcentaje aguan antes de ser sumergido y después. La diferencia entre estas será el agua absorbida. También puede determinarse con el peso seco determinado y luego el peso húmedo antes y después de ser sumergido.

Para determinar la presión de penetración, se obtiene a través de los datos del penetrómetro, el cual nos determina la presión real de penetración realizados en la prueba. Se grafica la curva ajustando el punto cero para iniciar la curva.

Para determinar la expansión se mide a través de la lectura del deformímetro, el cual se debe registrar antes y después de la inmersión en milímetros, esto se divide entre la altura del molde para determina el porcentaje en este caso 127mm de altura.

$$\% \text{ de expansión} = \frac{L2 (\text{lectura final}) - L1 (\text{lectura inicial})}{127\text{mm}} \times 100$$

Para determinar la relación de soporte o índice CBR, se grafica una curva en donde las ordenadas corresponda a la presión ejercida y en las abscisas la penetración. Luego se toman los valores de 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración. Esto será dividido entre los valores de referencia o patrón de acuerdo a la tabla 5 donde se detalla la presión a usar según la penetración correspondiente y el resultado será multiplicado por 100.



Figura 10. Procedimiento CBR.

Corrección por gravas de sobre tamaño. Según (ASTM D 4718 - 87, 2001)

Para realizar la corrección por gravas de sobre tamaño se realizaron los siguientes ensayos a estas partículas.

Contenido de humedad de las gravas de sobre tamaño, se determina según (ASTM D2216-19, 2019), la NTP 339.127 o MTC 108. Explicado anteriormente

Gravedad específica de las gravas de sobre tamaño según (ASTM C127-15, 2016) y la NTP 400.021

Equipos y materiales. Balanza con una precisión mínima de 0.5g, presentando este un equipamiento para suspender un recipiente desde el centro de la balanza o plataforma de este. Recipiente tipo canasta hecho de alambre con capacidad de 4 a 7 litros. Y otro recipiente de mayor tamaño que no permita la retención de aire al ser sumergido en el agua. Tanque de agua, debe ser hermético. Tamices N°4 o las que sea necesario. Horno que soporte entre $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Muestra. Se toma la muestra con la fracción retenida hasta el tamiz número 4, en este caso se tomará las muestras de la fracción retenida en el tamiz $\frac{3}{4}$ " por requisito de realizar la corrección. Exceptuando los materiales que pasan dicho tamiz. El tamaño de la muestra dependerá según el tamaño nominal de las partículas como indica la norma en el siguiente cuadro

Tabla 7: Muestra mínima para ensayo de gravedad específica según tamaño nominal

Tamaño máximo nominal	Masa mínima de muestra (Kg)
$\leq 1/2''$	2.00
$3/4''$	3.00
1''	4.00
1 1/2''	5.00
2''	8.00
2 1/2''	12.00
3''	18.00
3 1/2''	25.00
4''	40.00
5''	75.00

Fuente: NTP 400.021

Procedimiento. La muestra deber ser secado a una temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta logras un peso constante, luego deberá enfriar por unas horas hasta lograr manipular con el tacto, inmediatamente deberá sumergirse en el agua por 24 ± 4 horas. Luego se seca con un paño hasta que la superficie quede libre de películas de agua teniendo cuidado en que se evapore el agua en este proceso, luego se procede a pesar la muestra saturada con superficie seca, inmediatamente después se coloca la muestra en el recipiente de alambre para ser pesado en agua, que debe estar a temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, cuya densidad sea de $997 \pm 2\text{ Kg/m}^3$. Teniendo cuidado en remover el aire atrapado en el recipiente al momento de sumergirlo. Finalmente se seca la muestra en el horno a la temperatura indicada y luego se pesa la muestra seca.

Cálculos. Para determinar la gravedad específica (G_e) de la masa tenemos la siguiente fórmula.

$$G_e(\text{Gravedad específica}) = \frac{(\text{masa en el aire de la muestra seca})}{\left(\text{masa en el aire de la muestra saturada superficialmente seca} \right) - \left(\text{masa en el agua de la muestra saturada} \right)}$$

El valor de las masas debe estar expresada en gramos.

Para determinar el porcentaje de absorción (A_b) se tiene la siguiente fórmula.

$$A_b(\%) = \frac{\left(\text{masa en el aire de la muestra saturada superficialmente seca} \right) - \left(\text{masa en el aire de la muestra seca} \right)}{\left(\text{masa en el aire de la muestra seca} \right)} \times 100$$

Teniendo estos datos se procedió a realizar la corrección según la fórmula especificada en la norma (ASTM D 4718 - 87, 2001) detallados anteriormente.



Figura 11. Procedimiento gravedad específica.

3.6. Método de análisis de datos.

El método aplicado en la presente investigación fue elaborado cumpliendo los estándares que nos exigen las normas que valida dan cada uno de los instrumentos de medición, y ello comenzó desde la ubicación de las cuatro canteras, la toma de muestra y proceder con el análisis en el laboratorio de mecánica de suelos, cuyo laboratorio cumple también con los estándares de calidad que garantizan los resultados obtenidos en los distintos ensayos que se realizaron a la muestra de las cuatro canteras. De este modo se logró cumplir con el objetivo de determinar la influencia de las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos.

3.7. Aspectos éticos.

La presente investigación está asentada en principios de legitimidad, honestidad y respeto a la humanidad, así como también los principios de beneficencia y justicia aportando de forma responsable con esta investigación en la ingeniería civil. Del mismo modo seguimos las recomendaciones que nos menciona (Espinoza, 2019)

aclarando que se consideran autores a quienes cumplan con los requisitos de haber contribuido significativamente en la concepción, diseño, análisis como también en la interpretación de los datos, han contribuido en la redacción de la investigación a través de la revisión crítica, y han aprobado la versión final de la investigación. También, gracias a la tecnología, se usó el software Turnitin mediante el cual es posible determinar la originalidad. (Milagros Fuentes, 2019) detalla que este software se puede calificar como bueno para este fin, encontrándose entre los mejores softwares en la actualidad.

IV. RESULTADOS.

Los resultados que se obtuvieron luego de haber realizado los ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos, de acuerdo al procedimiento detallado anteriormente, son los siguientes:

Con respecto al primer objetivo específico, el cual es determinar la granulometría del material granular de las canteras de estudio, Huancayo – Junín – 2023. Los resultados obtenidos para cada una de las canteras se detallan en los siguientes cuadros.

Análisis granulométrico por tamizado

Resultados de la cantera Aremi tercera (C-01)

Tabla 8: Análisis granulométrico, cantera Aremi Tercera.

Análisis Granulométrico ASTM C 136			
Tamices	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	0 g	0.0%	100.0%
2"	0 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	0 g	0.0%	100.0%
1"	17 g	1.1%	98.9%
3/4"	53 g	4.5%	95.5%
3/8"	160 g	14.7%	85.3%
N° 4	175 g	25.9%	74.1%
N° 10	181 g	37.5%	62.5%
N° 20	84 g	42.9%	57.1%
N° 40	135 g	51.5%	48.5%
N° 60	84 g	56.9%	43.1%
N° 100	131 g	65.3%	34.7%
N° 200	152 g	75.0%	25.0%
PASA	391 g	100.0%	0.0%
	1,563 g	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

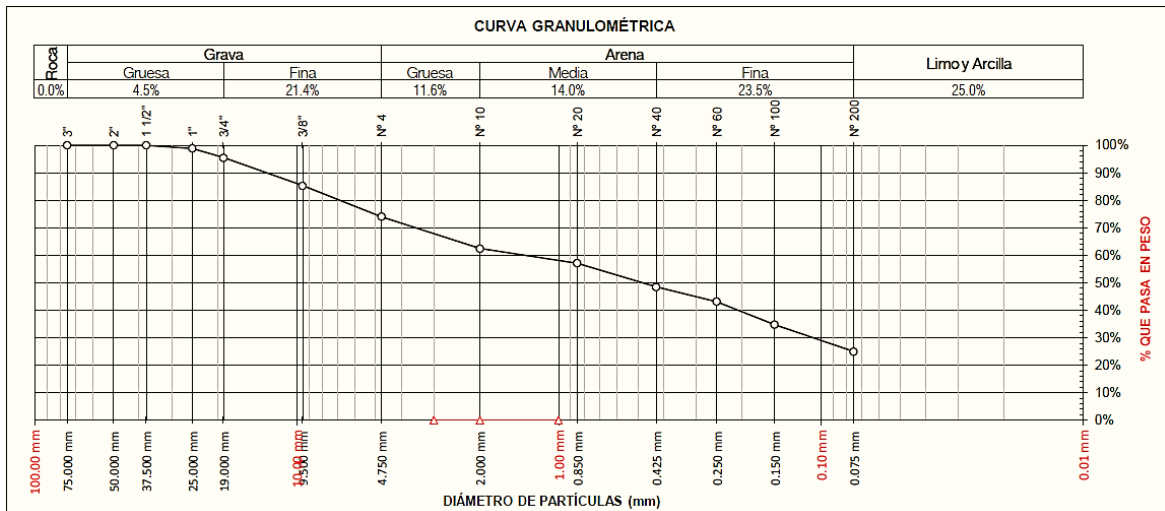


Figura 12: Curva granulométrica, cantera Aremi Tercera.

Interpretación.

La cantera Aremi tercera presenta Grava en un 25.9%, correspondiente a aquellas partículas retenidas hasta el tamiz N° 4. Presenta arena en un 49.1% correspondiente a aquellas partículas que pasan el tamiz N° 4 y retenidos en el tamiz N° 200. Finalmente presenta un contenido de Finos que llega a un 25%, correspondiente a aquellas partículas que pasan el tamiz N° 200.

Resultados de la cantera Los Ángeles (C-02)

Tabla 9: Análisis granulométrico, cantera Los Ángeles.

Análisis Granulométrico ASTM C 136			
Tamices	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	0 g	0.0%	100.0%
2"	0 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	0 g	0.0%	100.0%
1"	121 g	6.2%	93.8%
3/4"	159 g	14.3%	85.7%
3/8"	350 g	32.1%	67.9%
N° 4	241 g	44.4%	55.6%
N° 10	207 g	55.0%	45.0%
N° 20	91 g	59.6%	40.4%
N° 40	205 g	70.1%	29.9%
N° 60	178 g	79.2%	20.8%
N° 100	135 g	86.1%	13.9%

N° 200	43 g	88.3%	11.7%
PASA	230 g	100.0%	0.0%
	1,960 g	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

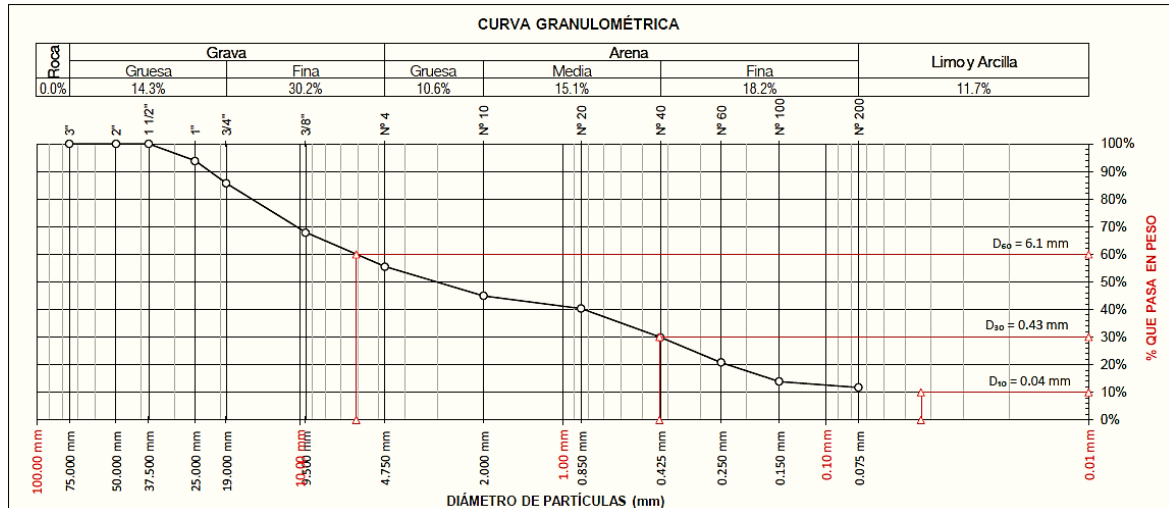


Figura 13: Curva granulométrica, cantera los Ángeles.

Interpretación.

La cantera los Ángeles presenta Grava en un 44.4%, correspondiente a aquellas partículas retenidas hasta el tamiz N° 4. Presenta arena en un 43.8% correspondiente a aquellas partículas que pasan el tamiz N° 4 y retenidos en el tamiz N° 200. Finalmente presenta un contenido de Finos que llega a un 11.7%, correspondiente a aquellas partículas que pasan el tamiz N° 200.

Resultados de la cantera Chamisería 01 (C-03)

Tabla 10: Análisis granulométrico, cantera Chamisería 01.

Análisis Granulométrico ASTM C 136			
Tamices	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	0 g	0.0%	100.0%
2"	0 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	0 g	0.0%	100.0%
1"	98 g	3.7%	96.3%
3/4"	197 g	11.0%	89.0%
3/8"	623 g	34.4%	65.6%
N° 4	486 g	52.5%	47.5%

N° 10	407 g	67.8%	32.2%
N° 20	152 g	73.5%	26.5%
N° 40	166 g	79.7%	20.3%
N° 60	59 g	81.9%	18.1%
N° 100	76 g	84.7%	15.3%
N° 200	46 g	86.5%	13.5%
PASA	362 g	100.0%	0.0%
	2,672 g	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia

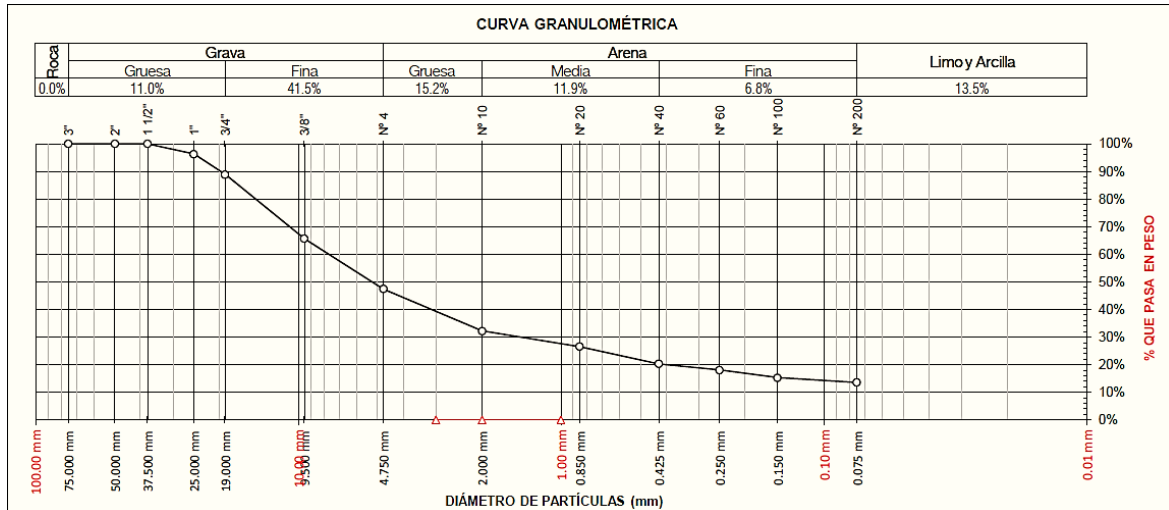


Figura 14: Curva granulométrica, cantera los Chamisería 01.

Interpretación

La cantera Chamisería 01 presenta Grava en un 52.5%, correspondiente a aquellas partículas retenidas hasta el tamiz N° 4. Presenta arena en un 33.9% correspondiente a aquellas partículas que pasan el tamiz N° 4 y retenidos en el tamiz N° 200. Finalmente presenta un contenido de Finos que llega a un 13.5%, correspondiente a aquellas partículas que pasan el tamiz N° 200.

Resultados de la cantera Chamisería 02 (C-04)

Tabla 11: Análisis granulométrico, cantera Chamisería 02.

Análisis Granulométrico ASTM C 136			
Tamices	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	0 g	0.0%	100.0%
2"	0 g	0.0%	100.0%

Resumen:

Tabla 12: Resumen del análisis granulométrico de las canteras.

Análisis Granulométrico (ASTM D6913)					
Ít.		Cantera	Grava	Arena	Finos
1	C-01	Cantera Aremi tercera	25.9%	49.1%	25.0%
2	C-02	Cantera Los Ángeles	44.4%	43.8%	11.7%
3	C-03	Cantera Chamisería 01	52.5%	33.9%	13.5%
4	C-04	Cantera Chamisería 02	50.7%	37.5%	11.9%

Fuente: Elaboración propia

Límites de Atterberg

Para poder clasificar el suelo de cada una de las canteras se procedió a realizar estos ensayos, los cuales presentamos en esta tabla.

Resumen:

Tabla 13: Resumen de Límites de Atterberg de las Canteras.

Límite de Atterberg (ASTM D4318)					
Ít.		Cantera	L.L.	L.P.	I.P.
1	C-01	Cantera Aremi tercera	30.79	19.39	11.40
2	C-02	Cantera Los Ángeles	25.74	19.84	5.90
3	C-03	Cantera Chamisería 01	24.32	20.92	3.40
4	C-04	Cantera Chamisería 02	24.62	19.02	5.60

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Estos resultados expresados en porcentajes, muestran en la columna **(L.L.)** al Límite Líquido, indicando así, que cuando el suelo contiene ese porcentaje de agua, este tiende a comportarse como un Líquido, la siguiente columna **(L.P.)** Límite plástico, nos muestra el porcentaje de agua que debe tener el suelo para comportarse en su estado plástico. Finalmente, la columna **(I.P.)** Índice de Plasticidad, nos refleja el rango de contenido de agua en el cual el suelo se

comporta en su estado plástico, es decir el suelo puede seguir en ese estado si luego de alcanzar el estado plástico se le añade más cantidad de agua en ese porcentaje, si se pasa de ese rango, entonces el suelo llega al límite líquido, por ello el índice de plasticidad numéricamente es la diferencia entre el L.L. y el L.P.

Clasificación de suelos. Habiendo determinado estos ensayos podemos clasificar cada uno de los suelos que corresponden a cada cantera, este resultado es importante pues determina el tipo de suelo que tenemos en estudio, haciendo que los resultados se puedan replicar en suelos que contienen partículas con similar clasificación, por ende, el reflejo para la aplicación en los distintos proyectos de ingeniería. Los resultados según la clasificación por SUCC y AASHTO se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14: Clasificación de Suelos de las canteras.

Clasificación de Suelos					
Ít.	Cantera	SUCS	AASHTO	Descripción	Tipo
1	C-01 Cantera Aremi Tercera	SC	A-2-6 (0)	Arena arcillosa con grava	Arena
2	C-02 Cantera Los Ángeles	SP-SC	A-1-b (0)	Arena pobremente graduada con arcilla limosa y grava	Arena
3	C-03 Cantera Chamisería 01	GM	A-2-4 (0)	Grava limosa con arena	Grava
4	C-04 Cantera Chamisería 02	GP-GC	A-1-b (0)	Grava pobremente graduada con arcilla limosa arena	Grava

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De estos resultados podemos apreciar que la Cantera Aremi Tercera nos muestra un suelo tipo arena, según SUCCS se define como SC, y según AASHTO A-2-6 (0), es decir son suelos que presentan según sus propiedades físicas y su granulometría un mayor porcentaje partículas de arena arcillosa con presencia de gravas. La Cantera Los Ángeles nos muestra también un suelo tipo arena, según SUCCS se define como SP-SC, y según AASHTO A-1-b (0), es decir son suelos que presentan según sus propiedades físicas y su granulometría un mayor porcentaje partículas de arena que están pobremente gradada con presencia de arcilla limosa y grava. La Cantera Chamisería 01 nos muestra un suelo tipo

grava, que según SUCS se define como GM, y según AASHTO A-2-4 (0), es decir son suelos que presentan según sus propiedades físicas y su granulometría un mayor porcentaje partículas de gravas limosas con presencia de arena. Por último, la Cantera Chamisería 02 nos muestra un suelo tipo grava, y según SUCS se define como GP-GC, y según AASHTO A-1-b (0), es decir son suelos que presentan según sus propiedades físicas y su granulometría un mayor porcentaje partículas de gravas que están pobremente gradada con presencia de arcilla limosa y arena.

Con respecto al segundo objetivo específico el cual determinar el O.C.H. y la M.D.S. del material que pasa la malla $\frac{3}{4}$ " de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023, Tenemos los siguientes resultados.

Para ello es necesario determinar en primera instancia el contenido de humedad del suelo de cada una de las canteras en estudio, presentamos a continuación la tabla resumen.

Resumen.

Tabla 15: Resumen del contenido de humedad de las canteras.

Contenido de humedad (ASTM D2216)			
Ít.	Cantera		W
1	C-01	Cantera Aremi tercera	10.71%
2	C-02	Cantera Los Ángeles	7.39%
3	C-03	Cantera Chamisería 01	2.99%
4	C-04	Cantera Chamisería 02	2.17%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

El porcentaje de humedad que presenta cada una de las canteras en esta tabla es el correspondiente a la muestra en estado natural en la cantera, cuyo análisis se realizó manteniendo las muestras en contenedores herméticos para preservar el estado original de la muestra. Siendo así la cantera Aremi Tercera la cantera con mayor porcentaje de agua, el cual llega a 10.71%, seguido de la cantera los Ángeles

con un 7.39% y las canteras Chamisería 01 y Chamisería 02 muestran unos porcentajes de agua relativamente bajos con un 2.99% y 2.17% respectivamente.

Ensayo Proctor modificado

En este ensayo determinamos la cantidad de agua que es necesario adicionar al material granular para llegar a la óptima densidad seca, en cada una de las canteras de estudio. Las siguientes tablas muestran los resultados de acuerdo al método usado según la norma ASTM D 1557. Los cuales nos indican el tamaño del molde y el tamaño máximo de las partículas a usar según el método que corresponda.

Resultados de la cantera Aremi Tercera (C-01)

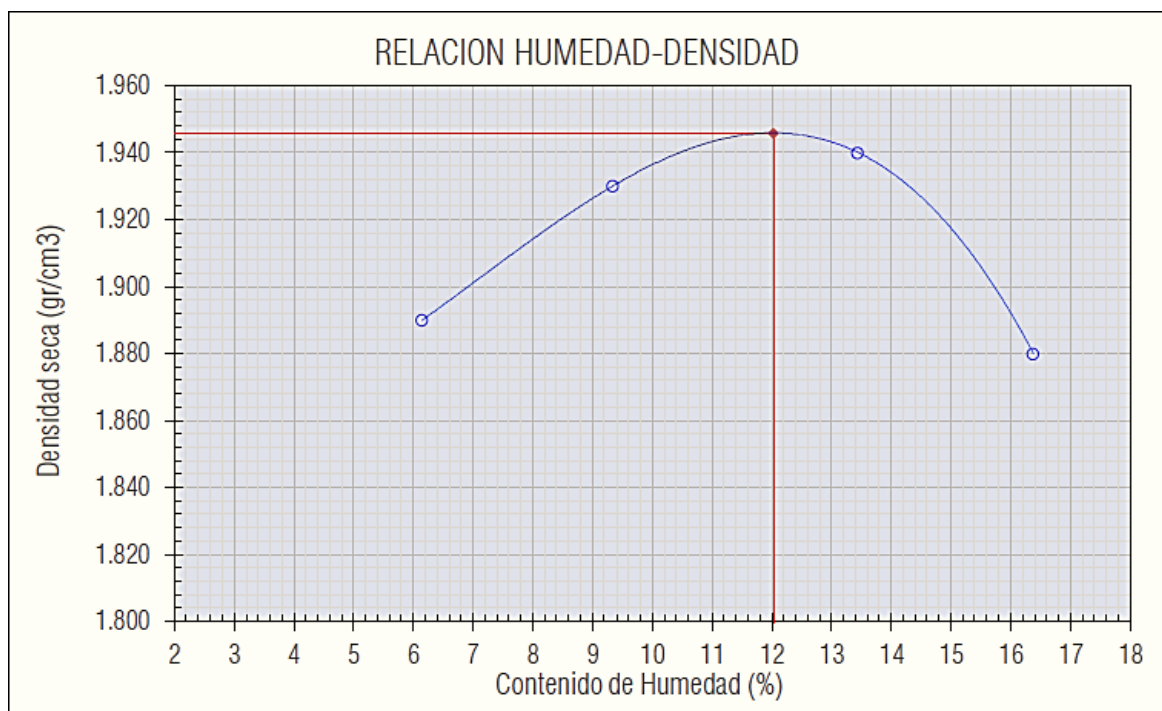


Figura 16: Curva de compactación Proctor, cantera Aremi Tercera.

Tabla 16: Resultado del ensayo Proctor de la cantera Aremi Tercera.

Resultado cantera Aremi tercera		
1	Óptimo Contenido de Humedad	12.03 %
2	Densidad Máxima Seca	1.95 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

La curva de compactación correspondiente a la cantera Aremi Tercera del ensayo Proctor, nos muestra que a un 12% de contenido de humedad la compactación del suelo para este material resulta en 1.95 g/cm³, cuyo valor de acuerdo a esta curva de compactación es la mayor densidad a alcanzar; según indica el ensayo.

Resultados de la cantera los Ángeles (C-02)

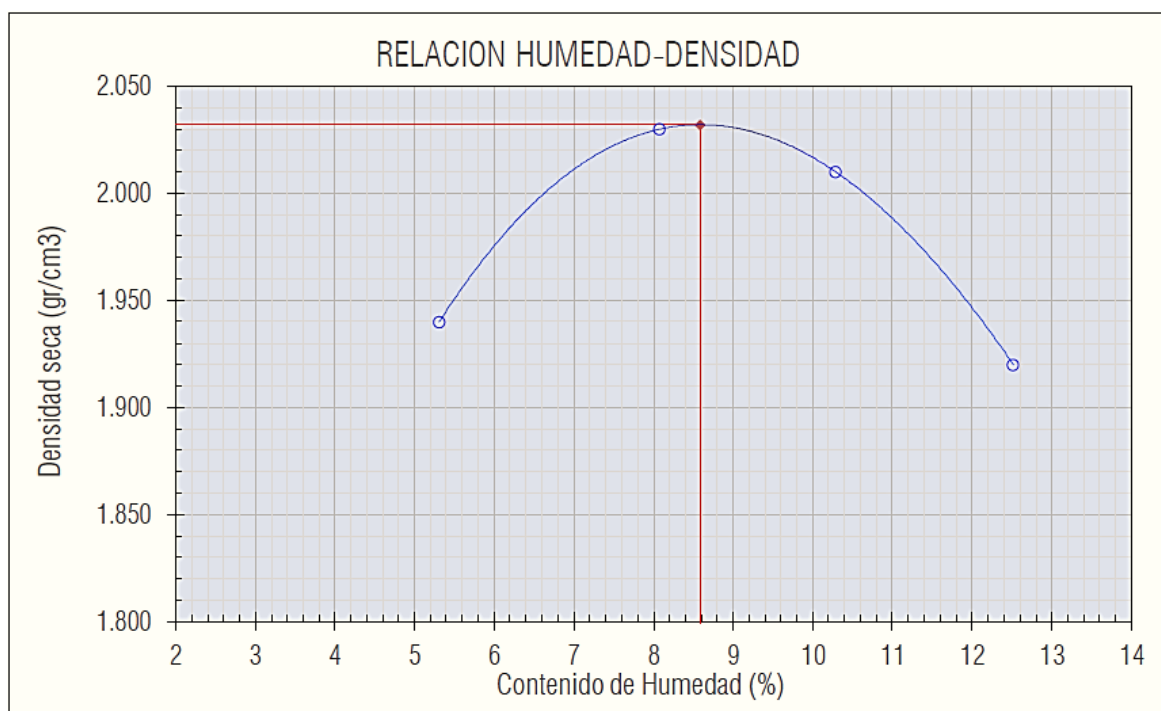


Figura 17: Curva de compactación Proctor, cantera los Ángeles.

Tabla 17: Resultado del ensayo Proctor de la cantera los Ángeles.

Resultado cantera los Ángeles		
1	Óptimo Contenido de Humedad	8.59 %
2	Densidad Máxima Seca	2.03 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

La curva de compactación correspondiente a la cantera los Ángeles del ensayo Proctor, nos muestra que a un 8.59% de contenido de humedad la compactación

del suelo para este material resulta en 2.03 g/cm³, cuyo valor de acuerdo a esta curva de compactación es la mayor densidad a alcanzar; según indica el ensayo.

Resultados de la cantera Chamisería 01 (C-03)

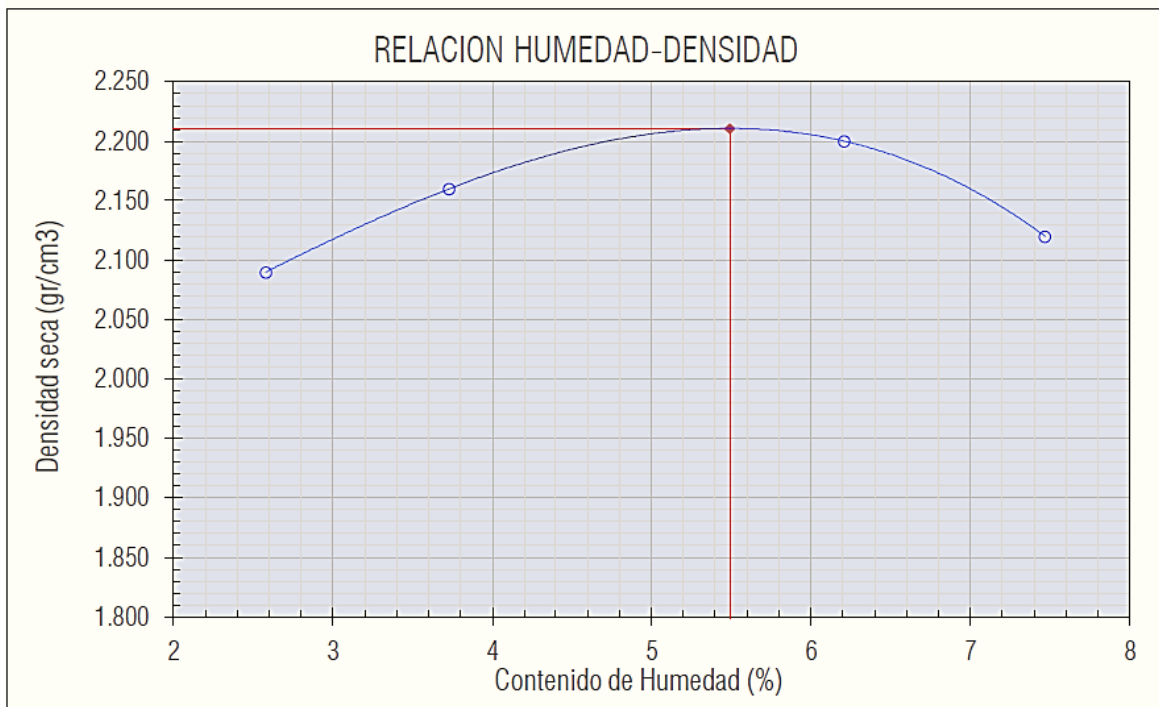


Figura 18: Curva de compactación Proctor, cantera Chamisería 01.

Tabla 18: Resultado del ensayo Proctor de la cantera Chamisería 01.

Resultado cantera Chamisería 01		
1	Óptimo Contenido de Humedad	5.49 %
2	Densidad Máxima Seca	2.21 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La curva de compactación correspondiente a la cantera Chamisería 01 del ensayo Proctor, nos muestra que a un 5.49% de contenido de humedad la compactación del suelo para este material resulta en 2.21 g/cm³, cuyo valor de acuerdo a esta curva de compactación es la mayor densidad a alcanzar, según indica el ensayo.

Resultados de la cantera Chamisería 02 (C-04)

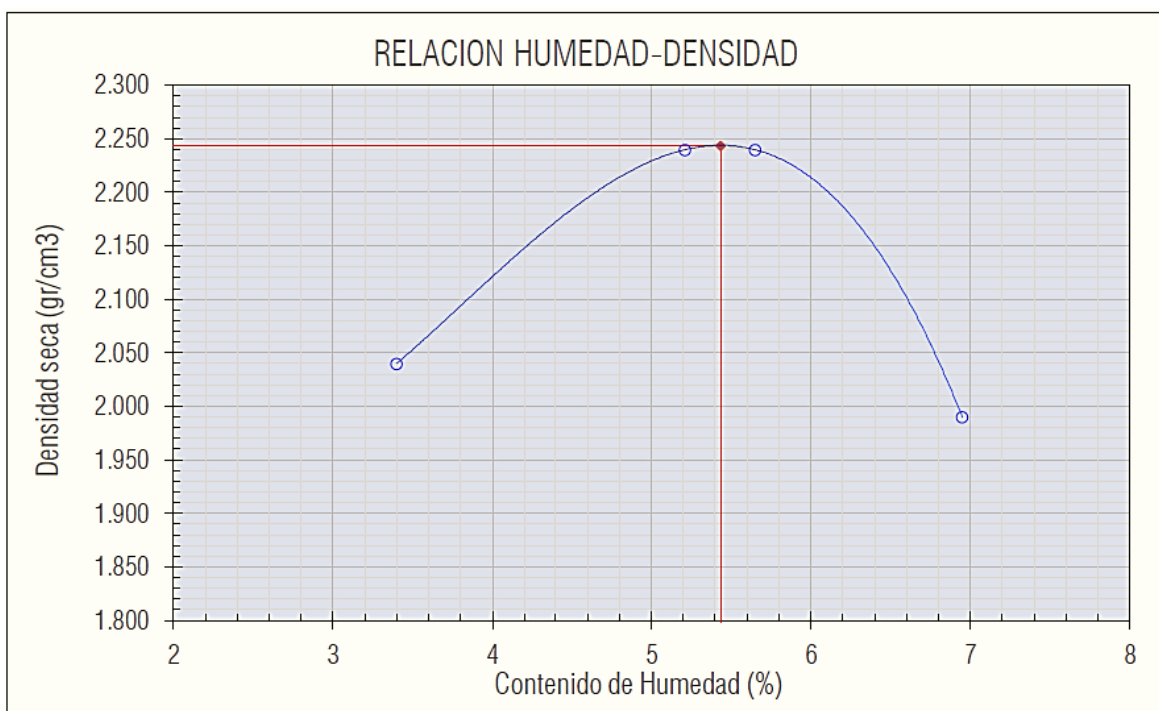


Figura 19: Curva de compactación Proctor, cantera Chamisería 02.

Tabla 19: Resultado del ensayo Proctor de la cantera Chamisería 02.

Resultado cantera Chamisería 02		
1	Óptimo Contenido de Humedad	5.44 %
2	Densidad Máxima Seca	2.24 g/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La curva de compactación correspondiente a la cantera Chamisería 02 del ensayo Proctor, nos muestra que a un 5.44% de contenido de humedad la compactación del suelo para este material resulta en 2.24 g/cm³, cuyo valor de acuerdo a esta curva de compactación es la mayor densidad a alcanzar, según indica el ensayo.

Resumen:

Tabla 20: Resumen de los ensayos Proctor de las canteras.

Proctor Modificado (ASTM D1557)				
Ít.		Cantera	Humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)
1	C-01	Cantera Aremi Tercera	12.0	1.95
2	C-02	Cantera los Ángeles	8.6	2.03
3	C-03	Cantera Chamisería 01	5.5	2.21
4	C-04	Cantera Chamisería 02	5.4	2.24

Fuente: Elaboración propia

De este resumen podemos inferir que los suelos correspondientes a la cantera Chamisería 01 y Camisería 02 (suelos tipo grava) presentan una mayor densidad seca comparando con las canteras Aremi Tercera y Los ángeles que son suelos con mayor presencia de Arena.

Este resultado nos muestra el grado de comparación en un 100%, ya que según el ensayo Proctor es la densidad máxima que puede alcanzar el material de cada una de las canteras. Estos resultados sirven para determinar el CBR, pues un CBR al 100% indica que está siendo analizado en su máximo grado de compactación.

Con respecto al tercer objetivo específico el cual es determinar el CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023, tenemos los siguientes resultados.

Ensayo CBR al 95% y al 100%

Resultados de la cantera Aremi tercera (C-01)

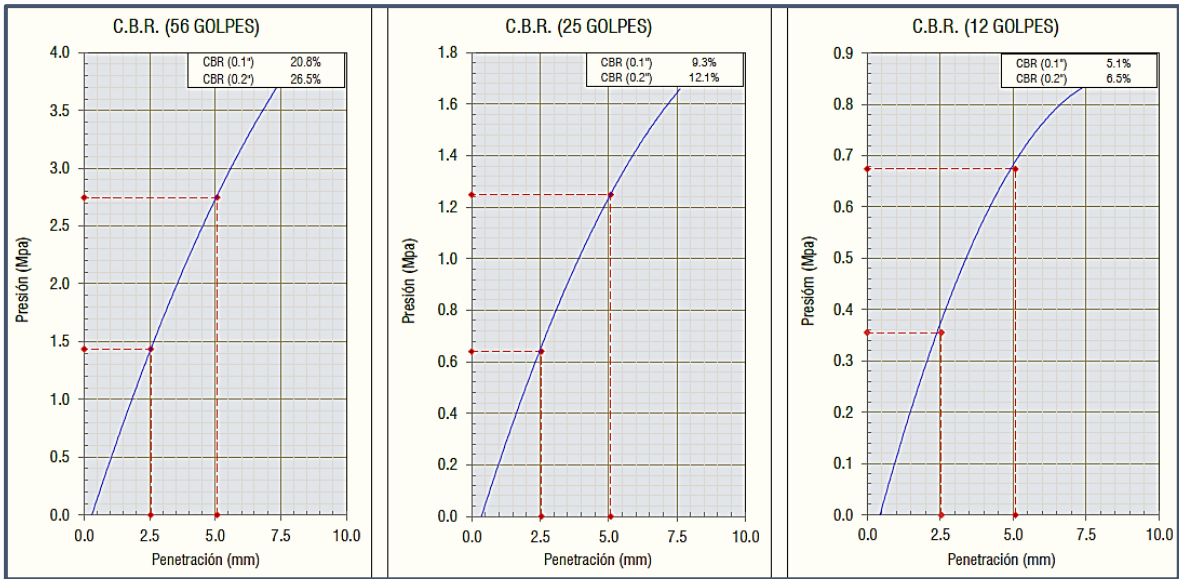


Figura 20: CBR según número de golpes, cantera Aremi Tercera.

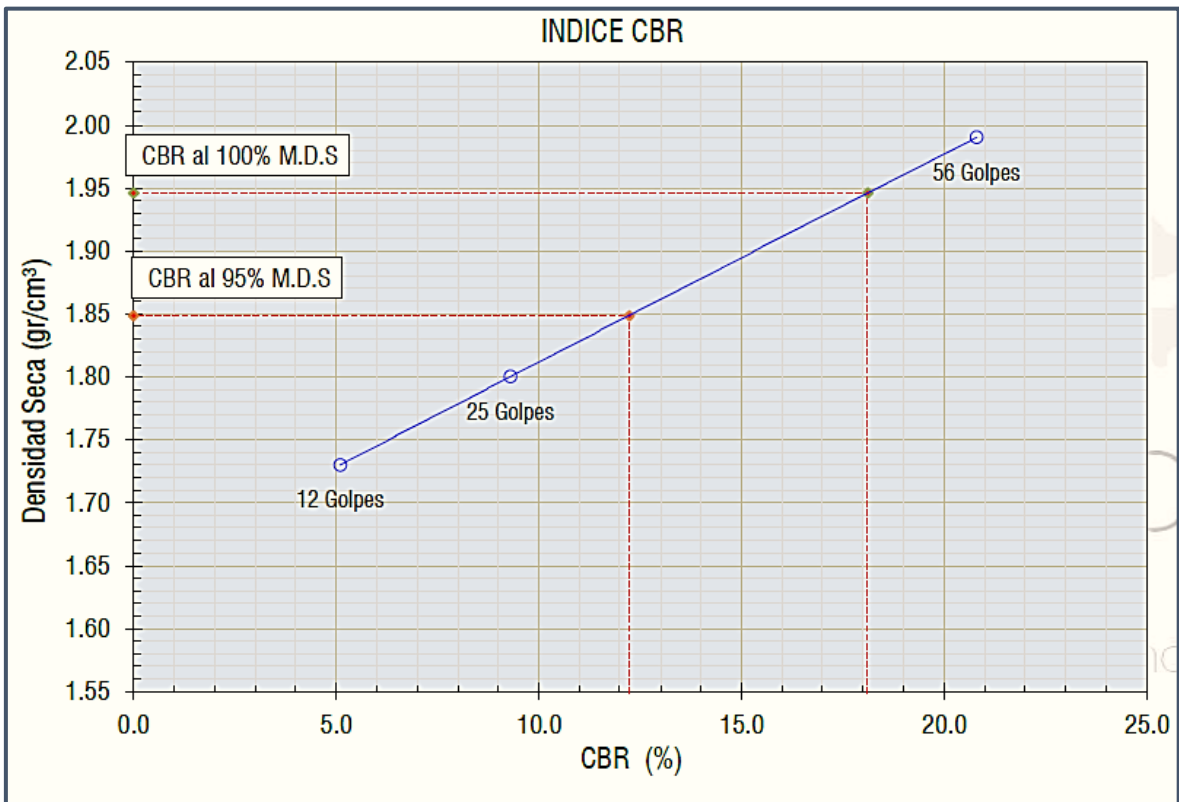


Figura 21: índice CBR, cantera Aremi Tercera.

Tabla 21: Resultado del ensayo CBR de la cantera Aremi Tercera.

Resultados cantera Aremi Tercera		
1	C.B.R. al 100% de la M.D.S.	18.10 %
2	C.B.R. al 95% de la M.D.S.	12.20 %

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

La figura 20 nos muestra el resultado del CBR individual según el número de golpes empleados en la compactación, cuyo resultado indica la presión empleada para llegar a una penetración de 0.1” y 0.2” respectivamente. La figura 21 muestra una línea que intercepta a los resultados individuales de cada muestra según el número de golpes en relación con la densidad del material de la cantera Aremi Tercera. Tales resultados son de acuerdo al CBR más crítico en este caso el CBR a 0.1”, esta línea al ser reflejada con la densidad seca obtenida en el ensayo Proctor se logra precisar la M.D.S al 100% y al 95%, el cual nos deriva al resultado final del índice CBR cuyo resultado es 18.10 % y 12.20 % respectivamente.

Resultados de la cantera Los Ángeles (C-02)

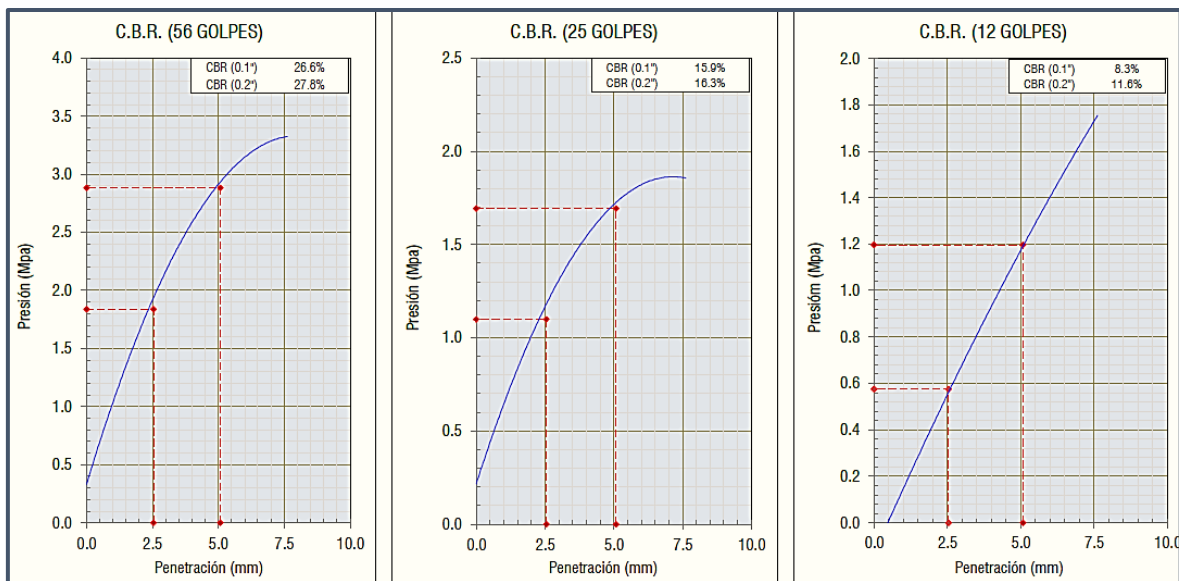


Figura 22: CBR según número de golpes, cantera los Ángeles.

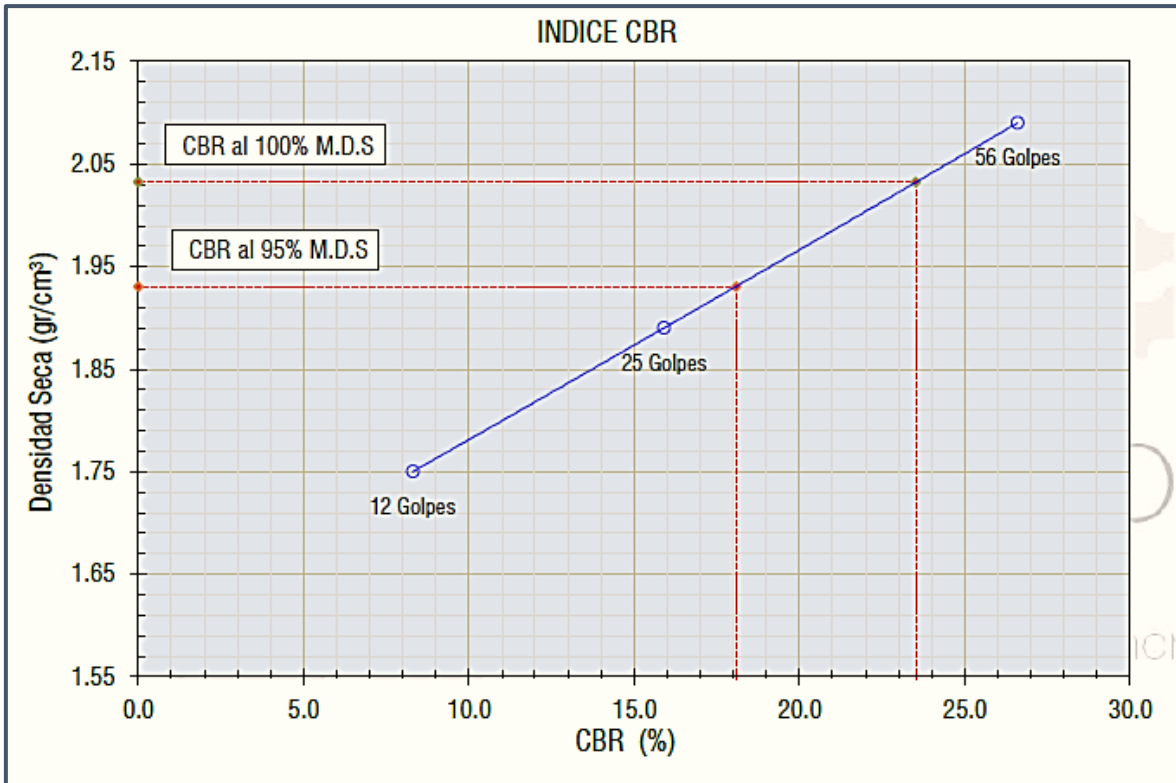


Figura 23: índice CBR, cantera los Ángeles.

Tabla 22: Resultado del ensayo CBR de la cantera los Ángeles.

Resultados cantera los Ángeles		
1	C.B.R. al 100% de la M.D.S.	23.50 %
2	C.B.R. al 95% de la M.D.S.	18.10 %

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

La figura 22 nos muestra el resultado del CBR individual según el número de golpes empleados en la compactación, cuyo resultado indica la presión empleada para llegar a una penetración de 0.1” y 0.2” respectivamente. La figura 23 muestra una línea que intercepta a los resultados individuales de cada muestra según el número de golpes en relación con la densidad del material de la cantera Los Ángeles. Tales resultados son de acuerdo al CBR más crítico en este caso el CBR a 0.1”, esta línea al ser reflejada con la densidad seca obtenida en el ensayo Proctor se logra precisar

la M.D.S al 100% y al 95%, el cual nos deriva al resultado final del índice CBR cuyo resultado es 23.50 % y 18.10 % respectivamente.

Resultados de la cantera Chamisería 01 (C-03)

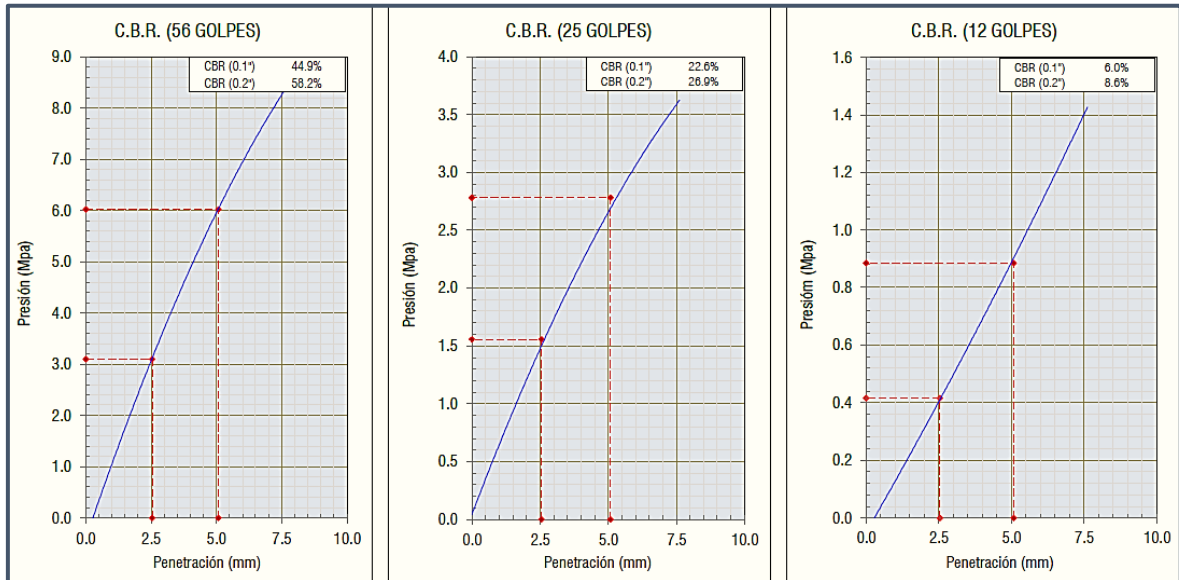


Figura 24: CBR según número de golpes, cantera Chamisería 01.

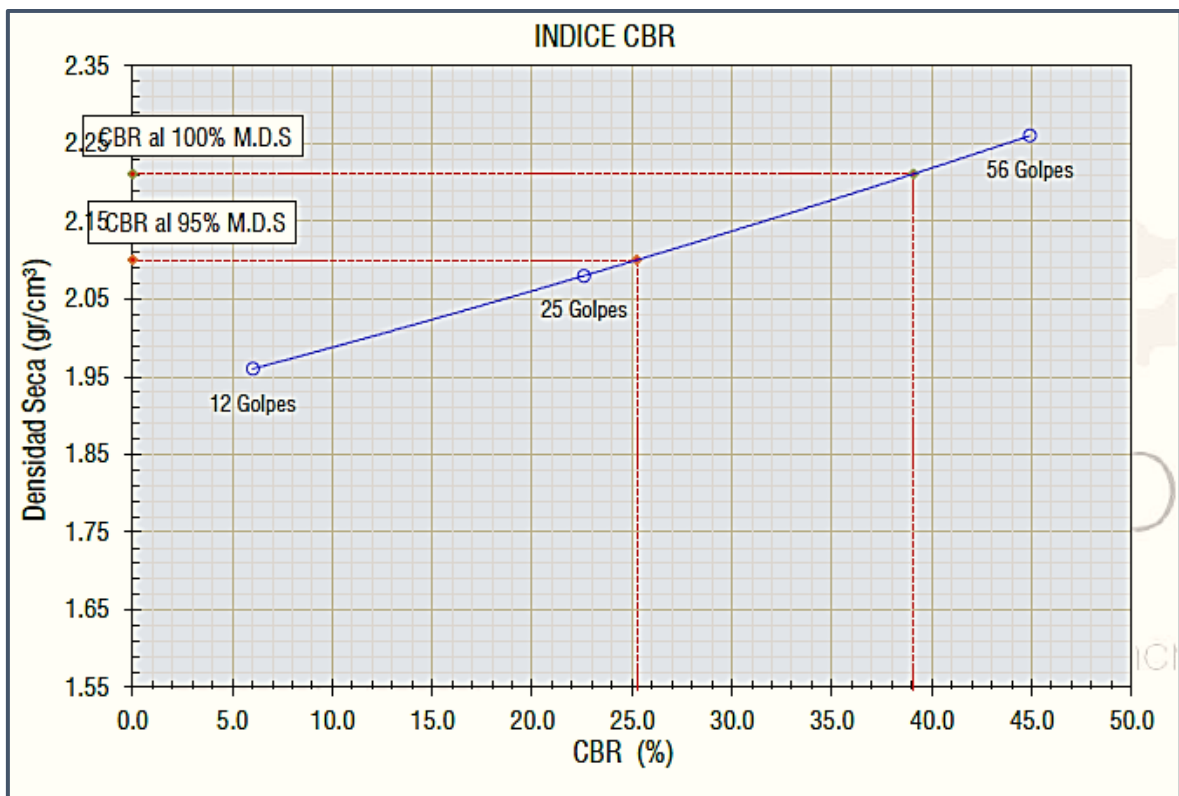


Figura 25: índice CBR, cantera Chamisería 01.

Tabla 23: Resultado del ensayo CBR de la cantera Chamisería 01.

Resultados cantera los Ángeles		
1	C.B.R. al 100% de la M.D.S.	39.10 %
2	C.B.R. al 95% de la M.D.S.	25.20 %

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La figura 24 nos muestra el resultado del CBR individual según el número de golpes empleados en la compactación, cuyo resultado indica la presión empleada para llegar a una penetración de 0.1” y 0.2” respectivamente. La figura 25 muestra una línea que intercepta a los resultados individuales de cada muestra según el número de golpes en relación con la densidad del material de la cantera Chamisería 01. Tales resultados son de acuerdo al CBR más crítico en este caso el CBR a 0.1”, esta línea al ser reflejada con la densidad seca obtenida en el ensayo Proctor se logra precisar la M.D.S al 100% y al 95%, el cual nos deriva al resultado final del índice CBR cuyo resultado es 39.10 % y 25.20 % respectivamente.

Resultados de la cantera Chamisería 02 (C-04)

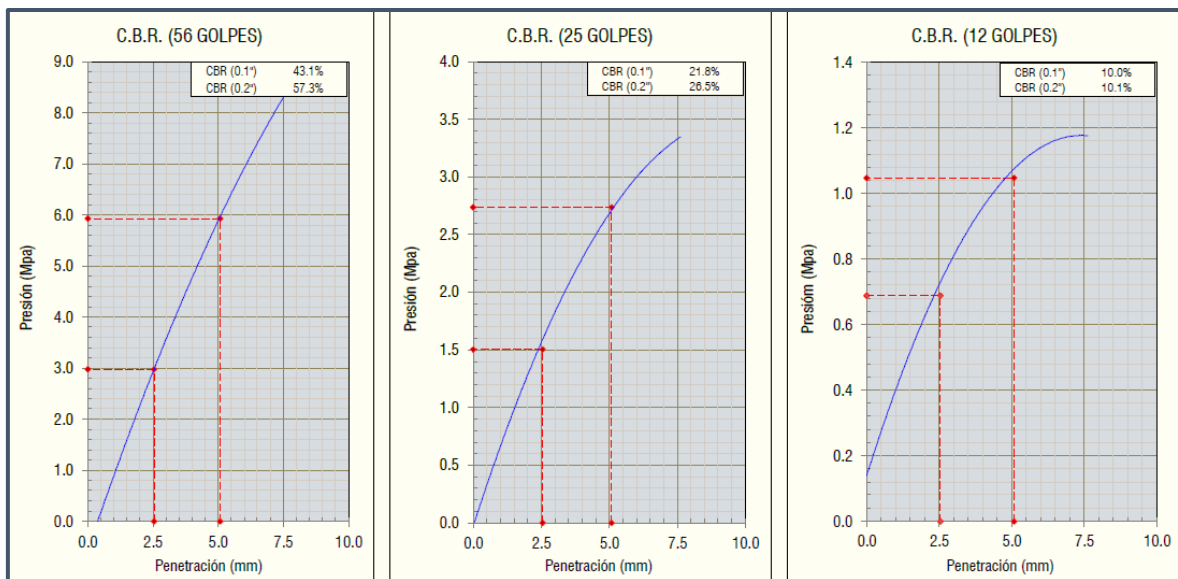


Figura 26: CBR según número de golpes, cantera Chamisería 02.

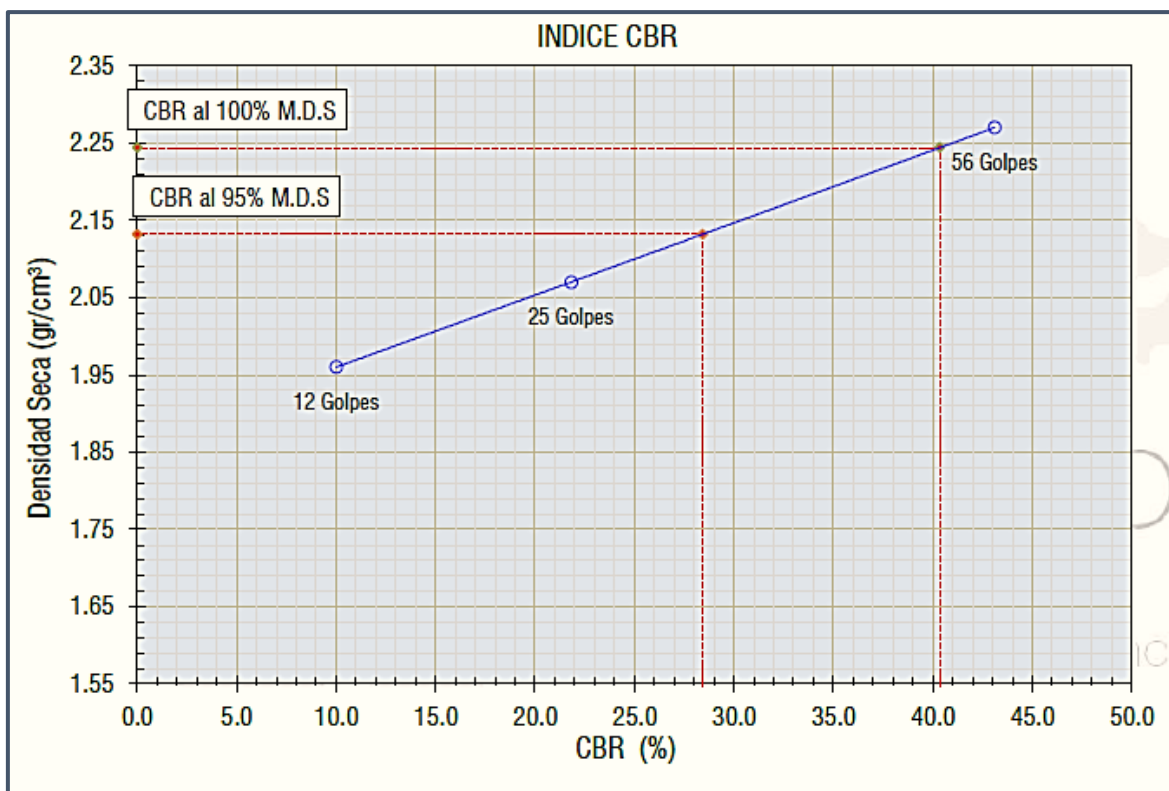


Figura 27: Índice CBR, cantera Chamisería 02.

Tabla 24: Resultado del ensayo CBR de la cantera Chamisería 02.

Resultados cantera los Ángeles		
1	C.B.R. al 100% de la M.D.S.	40.40 %
2	C.B.R. al 95% de la M.D.S.	28.40 %

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La figura 26 nos muestra el resultado del CBR individual según el número de golpes empleados en la compactación, cuyo resultado indica la presión empleada para llegar a una penetración de 0.1" y 0.2" respectivamente. La figura 27 muestra una línea que intercepta a los resultados individuales de cada muestra según el número de golpes en relación con la densidad del material de la cantera Chamisería 02. Tales resultados son de acuerdo al CBR más crítico en este caso el CBR a 0.1", esta línea al ser reflejada con la densidad seca obtenida en el ensayo Proctor se

logra precisar la M.D.S al 100% y al 95%, el cual nos deriva al resultado final del índice CBR cuyo resultado es 40.40 % y 28.40 % respectivamente.

Resumen:

Tabla 25: Resumen de los ensayos CBR de las canteras.

Ensayos CBR (ASTM D1883)				
Ít.		Cantera	CBR 95%	CBR 100%
1	C-01	Cantera Aremi Tercera	12.2%	18.1%
2	C-02	Cantera los Ángeles	18.1%	23.5%
3	C-03	Cantera Chamisería 01	25.2%	39.1%
4	C-04	Cantera Chamisería 02	28.4%	40.4%

Fuente: Elaboración propia

Este resumen nos refleja que la capacidad de soporte del material de las canteras con mayor contenido de gravas, en este caso las canteras Chamisería 01 y Camisería 02 presentan un mayor porcentaje respecto a los suelos con mayor presencia de arena, siendo estas la cantera Aremi tercera y la cantera los Ángeles.

Los resultados obtenidos del CBR al 100% y al 95% son los determinados en base a la Máxima densidad seca que nos indicó el ensayo Proctor, sin embargo, en el ensayo Proctor no fue considerado las gravas de sobre tamaño, los cuales pueden diferir en los resultados obtenidos. Por ello se realizó el método de corrección por gravas de sobre tamaño establecido en la norma (ASTM D 4718 - 87, 2001). Para determinar la influencia de estas partículas de este modo ver la variación en el grado de compactación.

Con respecto al cuarto objetivo específico, el cual es determinar las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023. Tenemos los siguientes resultados.

La determinación de gravas de sobre tamaño se determinó de acuerdo a la cantidad de gravas que no pasaron el tamiz $\frac{3}{4}$ ". El tamizaje que implica esta separación se

realizó para todos los ensayos. A continuación, se presenta la tabla según la cantidad de muestra total utilizada en los ensayos.

Tabla 26: Cantidad de muestra según ensayo realizado.

Cantidad de muestra empleada en los ensayos					
Ensayos	Sub Ensayos	C-01 (gr)	C-02 (gr)	C-03 (gr)	C-04 (gr)
Granulometría	Total	1,563	1,960	2,672	2,538
Límite Líquido y Plástico	Límite Líquido	250	250	250	250
	Límite Plástico	250	250	250	250
Proctor	Compactación	20,000	20,000	20,000	20,000
	Humedad	600	600	600	600
CBR	Compactación	13,600	13,600	15,000	15,000
	Humedad	600	600	600	600
Total		36,863	37,260	39,372	39,238

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Total de gravas de sobre tamaño separado de los ensayos en peso

Gravas de sobre tamaño separados de los ensayos				
	C-01	C-02	C-03	C-04
Grava de sobre tamaño total ($\geq \frac{3}{4}$"	2,026 gr	2,743 gr	3,685 gr	4,097 gr

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de gravas de sobre tamaño:

Los resultados de acuerdo al tamizaje realizado en cada ensayo de laboratorio correspondientes a cada una de las canteras, nos determinaron también la cantidad en porcentaje de gravas de sobre tamaño, el cual influirá en el grado de compactación del suelo, a continuación, presentamos la tabla resumen de dichos porcentajes.

Tabla 28: Porcentaje de gravas de sobre tamaño de las canteras.

Porcentaje de gravas de sobre tamaño			
Ít.		Cantera	Gravas $\geq \frac{3}{4}$ "
1	C-01	Cantera Aremi tercera	5.5%
2	C-02	Cantera Los Ángeles	7.4%
3	C-03	Cantera Chamisería 01	9.4%
4	C-04	Cantera Chamisería 02	10.4%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Estos porcentajes nos indican la cantidad de gravas de sobre tamaño que presenta cada una de las canteras, es decir las partículas acumuladas hasta el tamiz N° 3/4". Siendo los porcentajes con mayor contenido de gravas de sobre tamaño el material de las canteras Chamisería 01 y Cantera Chamisería 02.

Contenido de humedad de las partículas de sobre tamaño.

Resumen:

Tabla 29: Contenido de humedad de las partículas de sobre tamaño de las canteras.

Contenido de humedad ASTM D2216-19			
Ít.		Cantera	Humedad (%)
1	C-01	Cantera Aremi tercera	0.94%
2	C-02	Cantera Los Ángeles	0.77%
3	C-03	Cantera Chamisería 01	0.54%
4	C-04	Cantera Chamisería 02	0.63%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

Las partículas de sobre tamaño de las canteras con mayor contenido grava presentan menos contenido de humedad respecto a las canteras con menor

contenido de gravas, en este caso las canteras con mayor cantidad de gravas son Chamisería 01 y Chamisería 02, presentando un 0.54% y 0.63% de contenido de humedad de las partículas de sobre tamaño, y las canteras Aremi tercera y Los Ángeles presentan un 0.94% y 0.77% de contenido de humedad respectivamente.

Gravedad específica de las partículas de sobre tamaño.

Resumen:

Tabla 30: Gravedad específica de las partículas de sobre tamaño de las Canteras.

Gravedad específica del agregado grueso ASTM C127-15			
Ít.		Cantera	Ge
1	C-01	Cantera Aremi tercera	2.63
2	C-02	Cantera Los Ángeles	2.60
3	C-03	Cantera Chamisería 01	2.81
4	C-04	Cantera Chamisería 02	2.80

Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

Las partículas de sobre tamaño de las canteras Chamisería 01 y Chamisería 02 presentan una mayor gravedad específica con valores de 2.81 y 2.80 respectivamente, y las canteras Aremi tercera y Los Ángeles presentan valores de 2.63 y 2.60 de gravedad específica.

Con respecto al quinto objetivo específico que es determinar el O.C.H. y la M.D.S. corregida de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023, Tenemos los siguientes resultados.

Teniendo los resultados de las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño, se procedió a realizar la corrección a los resultados del ensayo Proctor, los cuales presentamos en las siguientes tablas.

Corrección por gravas de sobre tamaño.

Resumen:

Tabla 31: Resumen de la corrección por grava de las canteras.

Corrección por gravas (ASTM D4718)					
Ít.		Cantera	Humedad (%)	Densidad seca g/cm ³	% Sobre tamaño
1	C-01	Cantera Aremi Tercera	11.37%	1.97	5.5%
2	C-02	Cantera los Ángeles	7.96%	2.07	7.4%
3	C-03	Cantera Chamisería 01	4.98%	2.26	9.4%
4	C-04	Cantera Chamisería 02	4.87%	2.29	10.4%

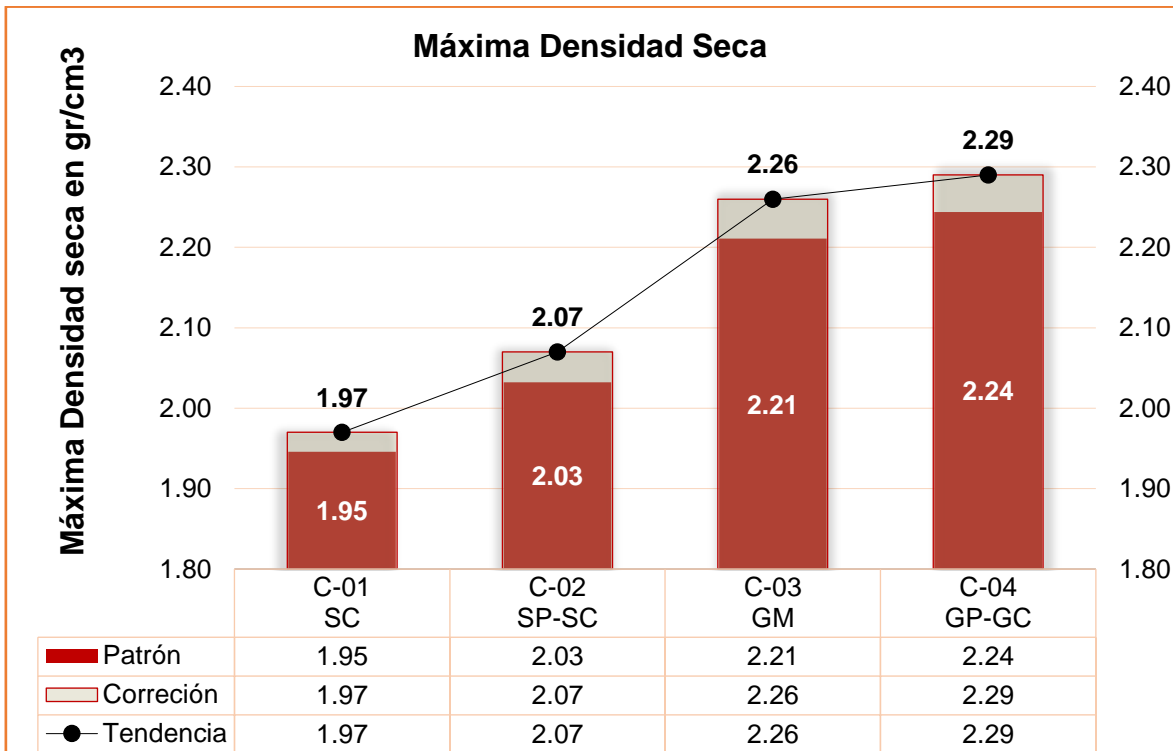
Fuente: Elaboración propia

Esta tabla de resumen muestra los resultados corregidos para la humedad y la densidad óptima, según el porcentaje de gravas de sobre tamaño que presenta cada una de las canteras de estudio.

Ahora presentamos los resultados que implican el efecto en el grado de compactación, dando respuesta a cada una de nuestras hipótesis planteadas.

Las siguientes tablas que presentamos muestra la influencia que tienen las gravas de sobre tamaño de acuerdo a su clasificación según la cantera que corresponde, respecto a su densidad seca y contenido de humedad.

Gráfica 1: Influencia de gravas de sobre tamaño en la máxima densidad seca

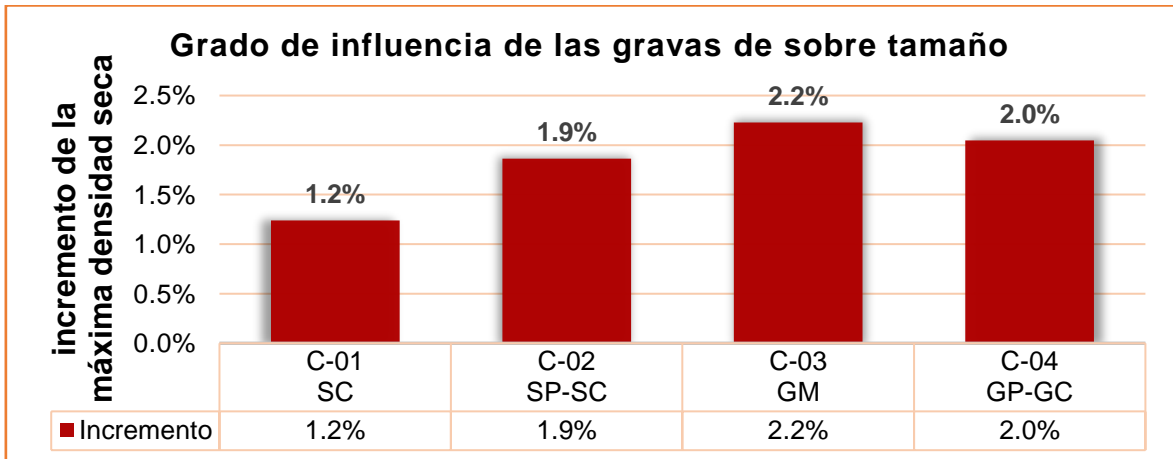


Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

De esta tabla podemos inferir que, de acuerdo a la clasificación del suelo que tiene cada una de las canteras, según sus propiedades físicas y granulometría, las canteras que contienen mayor cantidad de gravas en este caso la C-03 y C-04, correspondientes a Chamisería 01 y Chamisería 02 respectivamente, logran tener una mayor densidad respecto a los suelos con mayor porcentaje de arena. Así mismo el factor Gravas de sobre tamaño logró un incremento en la densidad, siendo en la primera cantera C-01, 0.02 gr/cm³ con un 4.7% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 1.2% de la densidad sin corrección por gravas. En la segunda cantera C-02, se incrementó en 0.04 gr/cm³ con un 7.4% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 1.9% de la densidad sin corrección por gravas. En la tercera cantera C-03, se incrementó en 0.04 gr/cm³ con un 9.4% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 1.8% de la densidad sin corrección por gravas. Y finalmente en la cuarta cantera C-04, se incrementó en 0.04 gr/cm³ con un 10.4% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 1.6% de la densidad sin corrección por gravas.

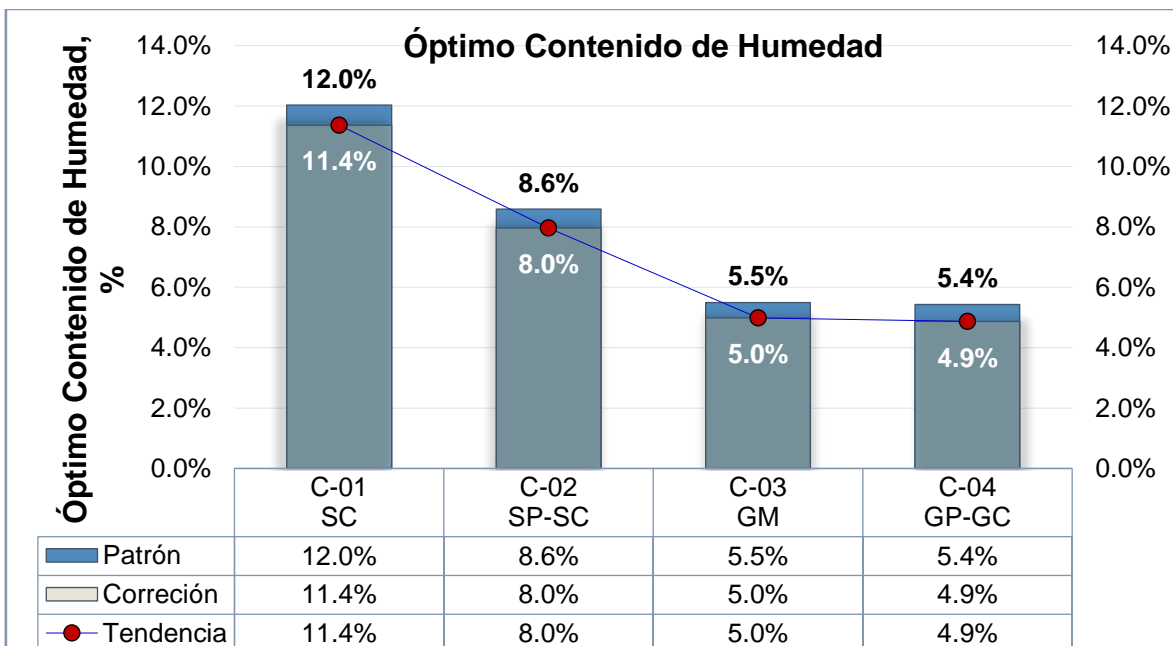
Gráfica 2: Grado de Influencia de gravas de sobre tamaño en la máxima densidad seca.



Fuente: Elaboración propia

Esto nos indica que las gravas de sobre tamaño incrementan la densidad del suelo respecto a lo determinado en el ensayo Proctor originalmente en las canteras de estudio, esto dependiendo del tipo de suelo y el porcentaje de gravas de sobre tamaño que esté influyendo en la corrección. En este caso la cantera Aremi Tercer varía en 1.2% respecto al resultado sin corrección, la cantera los Ángeles varía en 1.9%, la cantera Chamisería 01 varía en un 2.2% y la cantera Chamisería 02 varía en un 2%.

Gráfica 3: Influencia de gravas de sobre tamaño en el óptimo contenido de humedad.

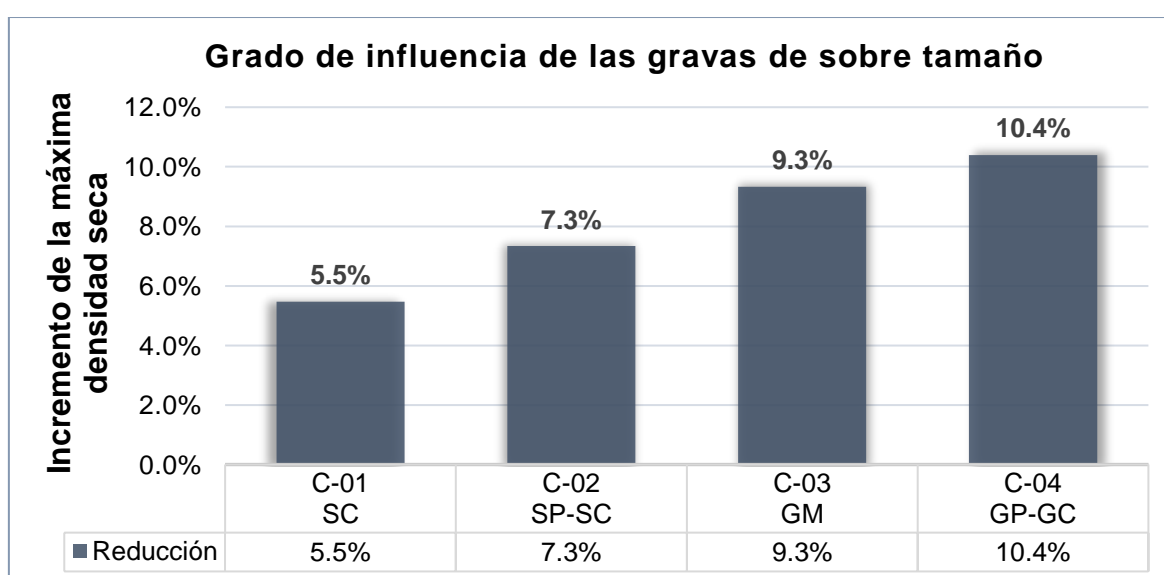


Fuente: Elaboración propia

Interpretación.

De esta tabla podemos inferir que, de acuerdo a la clasificación del suelo que tiene cada una de las canteras, según sus propiedades físicas y granulometría, las canteras que contienen menor cantidad de grava, en este caso la C-01 y C-02, correspondientes a la antera Aremi Tercera y los Ángeles respectivamente, presentan un mayor porcentaje de humedad respecto a los suelos con mayor porcentaje de grava, en este caso las canteras C-03 y C-04. Así mismo el factor Gravas de sobre tamaño influye de tal forma que el contenido de humedad del suelo disminuye, siendo en la primera cantera C-01, una reducción de 0.5% con un 4.7% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 4.7% del contenido de humedad que resultó del ensayo Proctor originalmente. En la segunda cantera C-02, disminuyó en 0.6% con un 7.4% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa un 7.3% del contenido de humedad sin la corrección por gravas de sobre tamaño. En la tercera cantera C-03, disminuyó en 0.5% con un 9.4% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 9.3% del contenido de humedad sin la corrección por gravas de sobre tamaño. Y finalmente en la cuarta cantera C-04, disminuyó en 0.5% con un 10.4% de gravas de sobre tamaño según la tabla 32, que representa el 9.3% del contenido de humedad sin la corrección por gravas de sobre tamaño.

Gráfica 4: Grado de Influencia de gravas de sobre tamaño en el óptimo contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia

Esto nos indica que las gravas de sobre tamaño disminuye el óptimo contenido de humedad del suelo entre un 4 a 10% respecto al óptimo contenido de humedad que resulta del ensayo Proctor originalmente en las canteras de estudio, esto dependiendo del tipo de suelo y el porcentaje de gravas de sobre tamaño que esté influyendo en la corrección. En este caso la cantera Aremi Tercer varía en un 4.7% respecto al resultado sin corrección, la cantera los Ángeles varía en un 7.3%, la cantera Chamisería 01 varía en un 9.3% y la cantera Chamisería 02 varía en un 10.4%.

V. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en la presente investigación cuyo objetivo principal fue evaluar la influencia de gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos, se determinaron de acuerdo a los objetivos específicos que nos muestra características tanto físicas como mecánicas del material granular de las canteras en estudio, estos resultados se elaboraron de acuerdo a las normativas vigentes que respaldan cada uno de los ensayos, y de acuerdo a los objetivos específicos planteados, tenemos los siguientes análisis comparativos con los antecedentes que nos precede.

Con respecto al primer objetivo específico (Lozada Tiglla , 2018) muestra de acuerdo a los estudios de granulometría que realizó a la cantera la Loma un 40.12% de grava, 28.81% de arena y 31.08% de finos con un 15% de gravas de sobre tamaño o retenidos en el tamiz $\frac{3}{4}$ " presentando in I.P. de 8.27%, cuya clasificación de suelos según SUCS es GC y según ASHTO A-2-4 (0) y en la cantera las Paguillas muestra resultados de un 43.31% de gravas, 29.86% de arena y 26.82% de finos con un 16.64% de gravas de sobre tamaño o retenidos en el tamiz $\frac{3}{4}$ " presentando in I.P. de 7.82%, cuya clasificación de suelos según SUCS es GC y según ASHTO A-2-4 (0). Estos valores reflejan a un suelo de grava arcillosa con arena. Los resultados granulométricos obtenidos en esta investigación a las cuatro canteras determinaron que la cantera Chamisería 01 y Chamisería 02 son materiales con mayor presencia de gravas con un 52.5% y 50.7% respectivamente mientras que las canteras Aremi Tercera y la cantera los Ángeles, contienen un 25.9% y 44.4% respectivamente, siendo la cantera Aremi tercera el que presenta un mayor contenido de finos llegando a un 25%, mientras que la cantera los Ángeles contiene un 11.7% de finos. El índice de plasticidad presenta un mayor valor para los suelos con mayor contenido de arenas y finos, siendo 11.4% para la cantera Aremi Tercera, 5.9% para la cantera Los Ángeles, 3.4% para la cantera Chamisería 01 y 5.6% para la cantera Chamisería 02. De estos resultados de acuerdo a la clasificación según ASHTO, solo la cantera Chamisería 01 tiene la misma clasificación que las canteras analizadas por (Lozada Tiglla , 2018), sin embargo, según SUCS no tiene la misma clasificación, pues la cantera Chamisería 01 se clasifica como un GM.

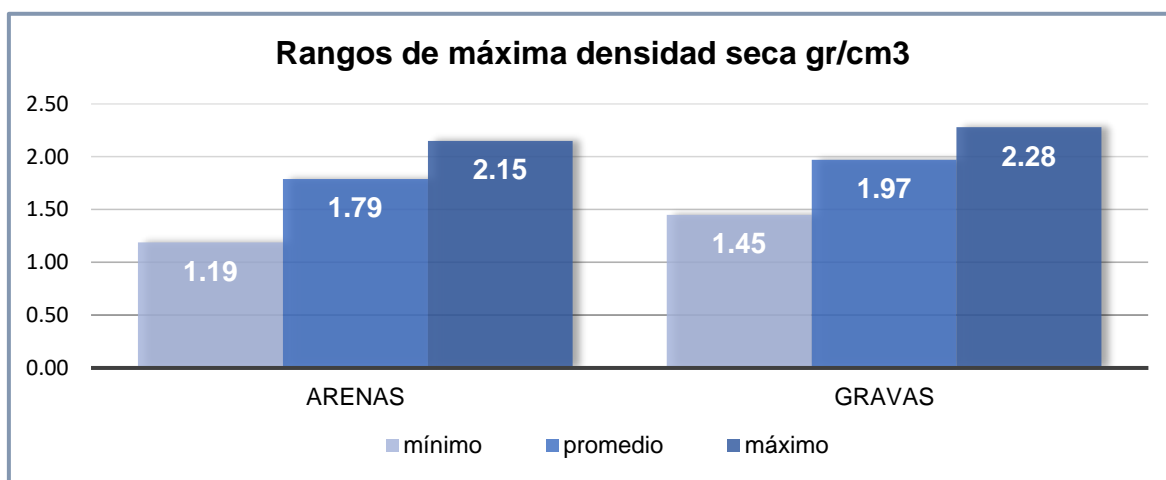
Con respecto al segundo objetivo específico (ESPINOZA QUINTANILLA, 2022) quien determinó la influencia de grava- arena en suelos para subrasante, presenta resultados para su muestra original o patrón valores de 1.99g/cm³ para la M.D.S y 8.2% para el O.C.H. Este resultado refleja valores para un suelo SM según SUCS que es un suelo considerado como arena limosa. En esta investigación los resultados para la cantera C-01 (Aremi tercera) y C-02 (Los Ángeles) que son los suelos tipo arena, resultan con 1.95gr/cm³ y 2.03gr/cm³ respectivamente para la M.D.S. Y para el O.C.H es 12% y 8.6% respectivamente. Estos resultados nos muestran que los suelos con mayor presencia de arena y finos tiende a tener menor densidad seca, pues los resultados para las canteras C-03 (Chamisería 01) y C-04 (Chamisería 02) son 2.21gr/cm³ y 2.24gr/cm³ respectivamente para la M.D.S. para el O.C.H. resulta en 5.5% y 5.4% respectivamente. Así mismo con respecto al contenido máximo de humedad los resultados con mayor presencia de gravas resultan tener un menor contenido de humedad respecto a las canteras con mayor cantidad de arena finos.

Con respecto al tercer objetivo específico (Diaz Tuesta, y otros, 2021) estableció como objetivo estabilizar una subrasante con la adición de áridos gruesos reciclados, logrando presentar en sus resultados valores de CBR que indican para el suelo natural o patrón valores de 8.17% y 4.85% respectivamente para su primera muestra, y para la segunda muestra presenta valores de 7.94% y 6.7% al 100% y 95% de la M.D.S. respectivamente. Considerado como una subrasante buena según el MTC. Cuando a este material le adiciona los áridos gruesos que van de 3/8" a 3/4" este incrementa sus valores, llegando a 15.07% y 15.75% al 100% y 95% de la M.D.S. respectivamente para la muestra uno y para la muestra dos presenta valores de 20.09% y 17.8% al 100% y 95% de la M.D.S. respectivamente, llegando a ser considerado por el MTC como una subrasante muy buena. El material granular ensayado en tal investigación fue una arena limosa SM según SUCS. En la presente investigación los resultados mostrados correspondientes a los suelos tipo arena son en la cantera C-01 18.1% y 12.2%, para la C-02 nos resulta 23.5% y 18.1% al 100% y 95% de la M.D.S. respectivamente. Par los suelos tipo grava nos resultó para la cantera C-03 39.1% y 25.2%, para la C-04 nos resulta 40.4% y 28.4% al 100% y 95% de la M.D.S. respectivamente. Sin embargo, los

valores presentados en la investigación de (Díaz Tuesta, y otros, 2021), reflejan valores independientes de cada muestra ensayada y en nuestra investigación los valores están reflejados con la interpolación de los resultados para determinar el índice CBR de acuerdo a los valores del Proctor previamente determinado, y este valor muestra un resultado más exacto para un suelo en sus condiciones más desfavorables.

Con respecto al cuarto objetivo específico (CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017) que estableció como objetivo incorporar rangos de curvas de compactación para suelos tipo grava, determinó que los valores de máxima densidad seca presentan valores mínimos de 1.45g/cm³, un promedio de 1.97g/cm³ llegando hasta un máximo de 2.28g/cm³, De igual forma el contenido de humedad óptimo para los valores mínimo, promedio y máximo en las gravas son 24.2, 10.9% y 5.5% respectivamente, como mostramos en la siguiente tabla.

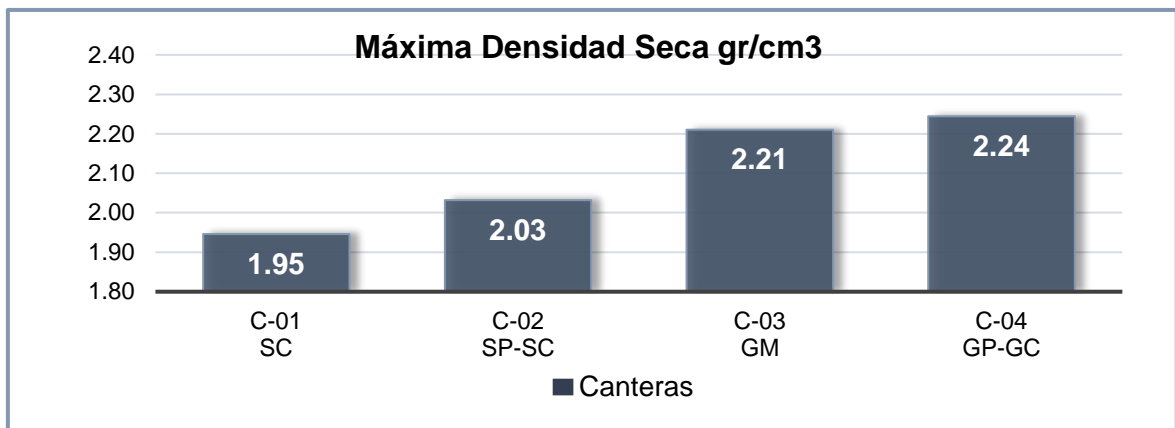
Gráfica 5: Rango de Máxima densidad seca para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva.



Fuente: (CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017)

De este modo los resultados de esta investigación mostraron que las canteras Aremi Tercera y los Ángeles, correspondiente a suelos tipo arena y las canteras Chamisería 01 y Chamisería 02 de suelos tipo grava; se encuentran dentro de estos rangos presentados por Castañeda, así mismo, mostramos el resultado correspondiente a las cuatro canteras de estudio para su comparación.

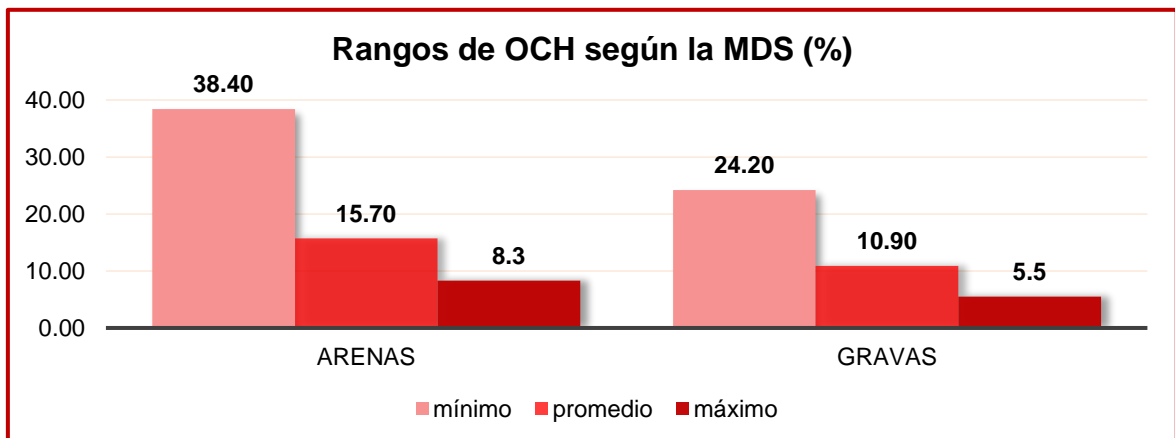
Gráfica 6: *Máxima densidad seca de las cuatro canteras.*



Fuente: Elaboración propia

De estos resultados la cantera C-01 y C-02 de suelo tipo arena presentan valores que van por encima del promedio de acuerdo a los resultados según Castañeda. Esto indica que debido a la influencia del porcentaje de gravas que se encuentra en la arena los valores de la M.D.S. aumenta en sus valores máximos de compactación, así mismo podemos ver que los resultados de las canteras C-03 y C-04 correspondiente a suelos tipo grava están muy cerca a los valores máximos según el rango de compactación presentados por Villanueva, esto indica que las gravas también elevan los valores en la densidad siendo en estas canteras la presencia de gravas según la granulometría un 52.5% y un 20.7% respectivamente. De igual forma, analizando el contenido de humedad podemos apreciar en la siguiente gráfica los rangos según Villanueva.

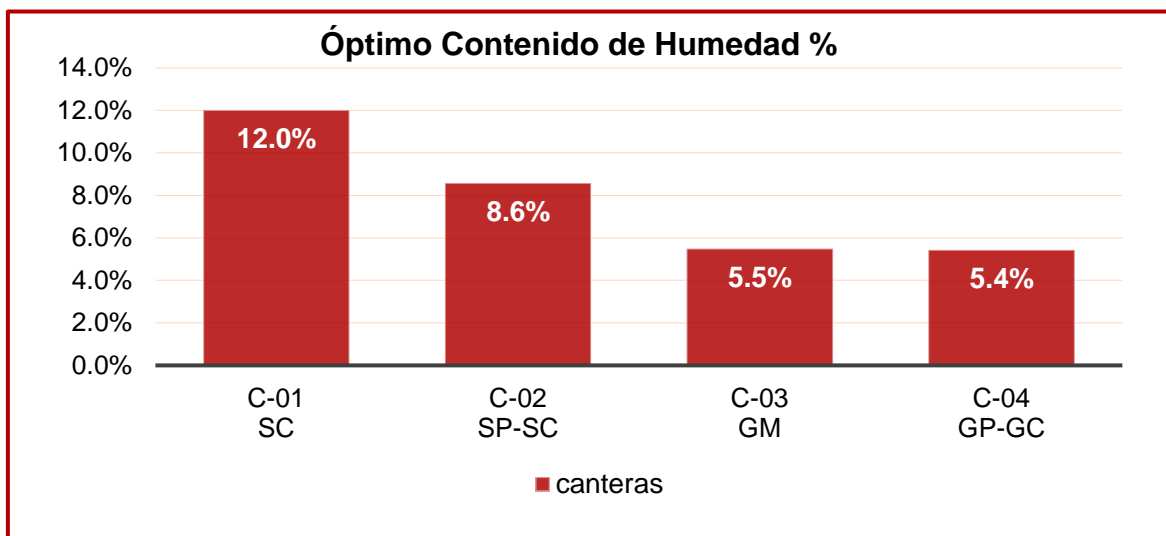
Gráfica 7: *Rango de óptimo contenido de humedad para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva.*



Fuente: (CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017)

Podemos apreciar que los contenidos de humedad con mayor porcentaje corresponden a suelos con valores mínimos de la M.D.S. y los porcentajes mínimos de contenido de humedad corresponden a los suelos con mayor densidad. De este modo los resultados que mostraron este estudio como indica la siguiente gráfica, se encuentran dentro de los rangos presentados por Villanueva de acuerdo al tipo de suelos.

Gráfica 8: Óptimo Contenido de Humedad de las cuatro canteras.

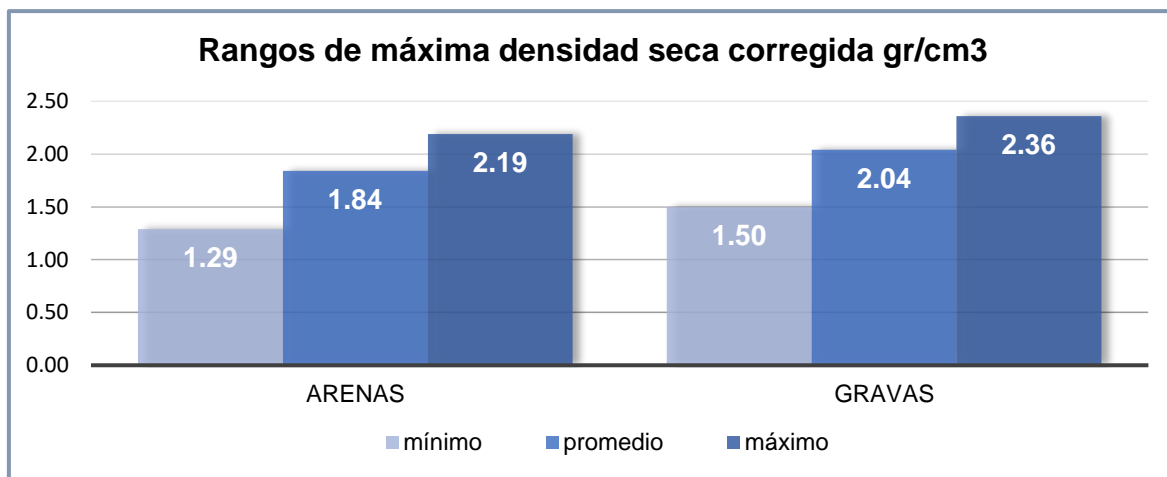


Fuente: Elaboración propia

De estos resultados la cantera C-01 y C-02 de suelo tipo arena presentan valores que se encuentran dentro de los rangos para esta categoría de suelo, acercándose al límite de los valores máximos de la M.D.S. de acuerdo a los resultados según Castañeda. Esto indica que las debido a la influencia del porcentaje de gravas que se encuentra en la arena los valores del O.C.H. disminuyen sus porcentajes, así mismo podemos ver que los resultados de las canteras C-03 y C-04 correspondiente a suelos tipo grava están prácticamente al límite de los valores máximos según el rango de contenido de humedad presentados por Villanueva, a su vez, la C-04 presenta un valor de 5.4% estando con 0.1% por debajo del límite correspondiente al rango máximo del contenido de humedad según la M.D.S.

Con respecto al quinto objetivo específico (CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017) presentó un rango de máximas densidades secas y óptimo contenido de humedad realizando la corrección por gravas de sobre tamaño, estos rangos presentamos a continuación para la comparación de acuerdo al análisis realizado en las cuatro canteras correspondientes a esta investigación.

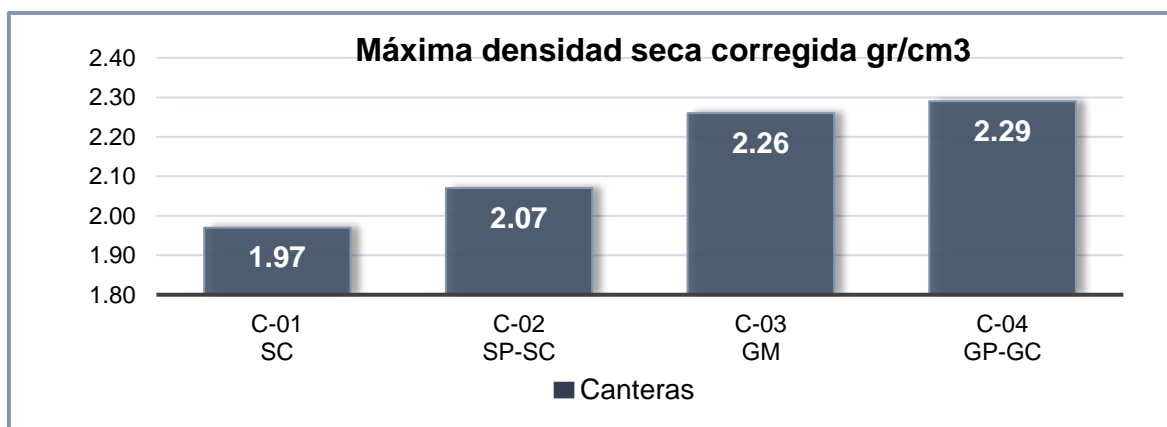
Gráfica 9: Rango de Máxima densidad seca corregida para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva.



Fuente: (CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017)

De este modo los resultados de esta investigación mostraron que las canteras Aremi Tercera y los Ángeles, correspondiente a suelos tipo arena y las canteras Chamisería 01 y Chamisería 02 de suelos tipo grava; se encuentran dentro de estos rangos presentados por Castañeda. así mismo, presentamos el resultado correspondiente a las cuatro canteras de estudio para su comparación.

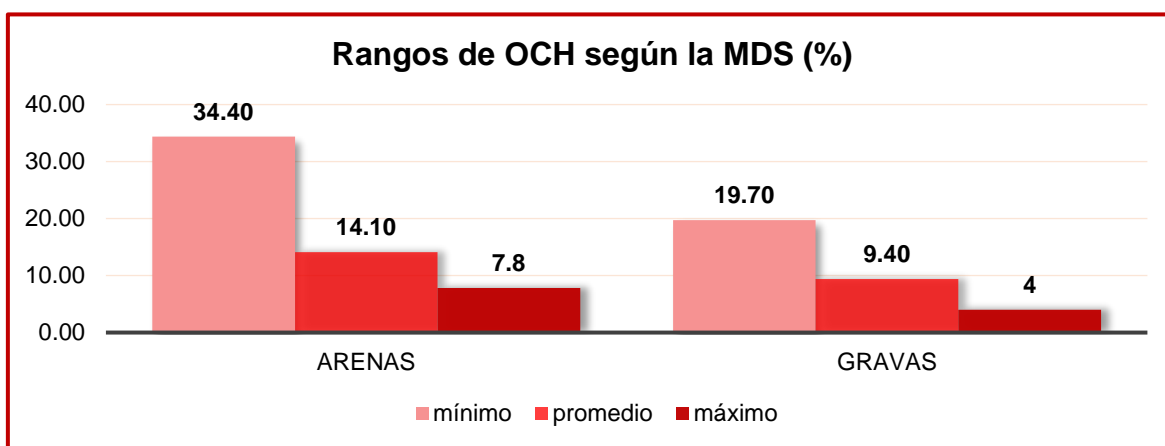
Gráfica 10: Máxima densidad seca corregida de las cuatro canteras.



Fuente: Elaboración propia

De estos resultados la cantera C-01 y C-02 de suelo tipo arena presentan valores que van por encima del promedio de acuerdo a los resultados según Castañeda. Esto indica que debido a la influencia del porcentaje de gravas que se encuentra en la arena los valores de la M.D.S. tienden a aumentar los valores máximos de compactación, así mismo podemos ver que los resultados de las canteras C-03 y C-04 correspondiente a suelos tipo grava se acercan a los valores máximos, esto indica que las gravas de sobre tamaño elevan los valores en la densidad siendo en estas canteras un 9.4% y 10.4% de gravas de sobre dimensión que lograron este incremento. Sin embargo, notamos que, de acuerdo a los rangos establecidos por Villanueva, estos muestran un incremento superior a los resultados obtenido sin la corrección, aumentando de 2.28g/cm³ a 2.36g/cm³ y en la presente investigación se logró un incremento de 2.24g/cm³ a 2.29g/cm³ en la cantera C-04, esto indica que el porcentaje de gravas de sobre tamaño y sus respectivas propiedades físicas logran tener un incremento mayor de la densidad. De igual forma, analizando el contenido de humedad podemos apreciar en la siguiente gráfica los rangos según Villanueva.

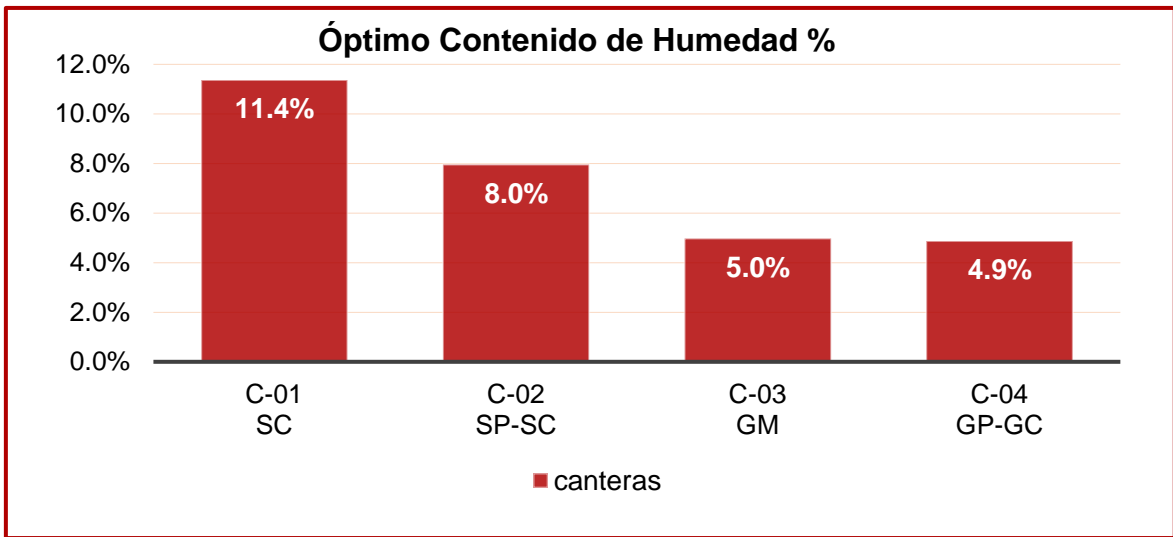
Gráfica 11: Rango de óptimo contenido de humedad corregida para suelos tipo arena y grava presentada por Castañeda Villanueva.



Fuente: (CASTAÑEDA VILLANUEVA, 2017)

Podemos apreciar que los contenidos de humedad con mayor porcentaje corresponden a suelos con valores mínimos de la M.D.S. y los porcentajes mínimos de contenido de humedad corresponden a los suelos con mayor densidad. A continuación, la siguiente gráfica nos muestra los resultados de la presenta investigación para los contenidos de humedad corregida de acuerdo a su M.D.S.

Gráfica 12: Óptimo Contenido de Humedad corregida de las cuatro canteras.



Fuente: Elaboración propia

De estos resultados la cantera C-01 y C-02 de suelo tipo arena presentan valores que se encuentran dentro de los rangos para esta categoría de suelo, acercándose al límite de los valores máximos de acuerdo a la M.D.S. presentado por Castañeda. Esto indica que las debido a la influencia del porcentaje de gravas que se encuentra en la arena los valores del O.C.H. disminuyen sus porcentajes, así mismo podemos ver que los resultados de las canteras C-03 y C-04 correspondiente a suelos tipo grava están prácticamente al límite de los valores máximos estando tan solo a 1% del valor correspondiente al rango máximo de la M.D.S.

VI. CONCLUSIONES.

1. Los análisis granulométricos realizados nos mostraron que de acuerdo a la distribución de tamaños de las partículas podemos evidenciar diferencias significativas entre el material de una cantera y otra, permitiendo conocer el tipo de material que se está analizando de acuerdo a la cantidad de gravas, arenas y finos, esto permite determinar el método a usar en el ensayo Proctor y seleccionar el material para los distintos ensayos. También permitió conocer la cantidad exacta de gravas de sobre tamaño de la muestra total. Los resultados indicaron que las canteras Aremi Tercera y los Ángeles son un material tipo arena y las canteras Chamisería 01 y Chamisería 02 son un material tipo Grava.
2. El ensayo Proctor realizado a las cuatro canteras nos mostró que existe una diferencia significativa entre los resultados de las canteras según la presencia del tipo de material que se está analizando, siendo las canteras tipo arena, Aremi Tercera y los Ángeles con un 25.9% y 44.4% de gravas y un 49.1% y 43.8% de contenido de arena respectivamente, con resultados de menor densidad, estos valores reflejan resultados según la proporción de gravas que tenga el material, a medida que el suelo contiene menos gravas el suelo muestra menor densidad seca a diferencia de las canteras Chamisería 01 y Chamisería 02 que presentan un 52.5% y 50.7% de gravas y un 33.9% y 37.5% de arena respectivamente. De este modo existe una influencia directa de cantidad de gravas con la densidad seca. Sin embargo, los resultados también nos muestran que a medida que el suelo presenta mayores densidades, el contenido de humedad tiende a bajar, presentando los porcentajes más bajos en los suelos tipo grava.
3. Los análisis de CBR realizados al material de las canteras nos indican la resistencia que tiene el suelo para mantener sus propiedades en las condiciones más desfavorables, de este modo los suelos de clasificación tipo arena presentan resultados más bajos que los suelos con mayor presencia de gravas, siendo también un indicador de que las gravas logran un mejor comportamiento manteniendo las propiedades mecánicas del suelo en mayor porcentaje a los suelos con menor presencia de gravas.

4. En cuanto a las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño, los resultados nos muestran que las gravas presentes en las canteras con mayor presencia de área y finos presentan mayor contenido de humedad que las gravas presentes en suelos tipo grava, de igual forma la gravedad específica de estos materiales varían según la clasificación de los suelos, presentando valores más elevados en suelos tipo grava y valores menores en suelos tipo arena. Estas características son indispensables pues en los ensayos Proctor realizados a las canteras no se consideran estos materiales de sobre tamaño, por ello, con estas propiedades se puede realizar una modificación a los valores determinados en este ensayo.
5. Finalmente, las gravas de sobre tamaño logran tener una influencia positiva, logrando incrementar las densidades obtenidas por el ensayo Proctor, y estos valores aumentan en mayor cantidad para los suelos tipo grava, los cuales también presentan según sus propiedades físicas una mejor gravedad específica, respecto a las gravas presentes en suelos tipo arena. Así mismo, los contenidos de humedad también tienen una modificación respecto a los valores el ensayo Proctor pues estos bajan su porcentaje dependiendo de la cantidad de gravas de sobre tamaño que se esté corrigiendo en la muestra.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Considerando que los resultados dependen de la cantidad y las óptimas condiciones del material de estudio, se recomienda tomar muestras que contengan sus propiedades naturales con la mínima manipulación posible, de preferible tomar la muestra en un contenedor hermético para mantener la humedad del suelo en su condición natural, pues es un factor determinante para los ensayos de laboratorio.
2. Debido a que los ensayos están basados en los parámetros normativos para seleccionar la cantidad de muestra, según su granulométrica se recomienda que los materiales que no pasan el tamiz 3/4" sean contabilizados y reservados para tener una mejor proporción de agregados gruesos, pues estos influyen en la compactación del suelo.
3. Se recomienda para realizar los ensayos de CBR, tener la cantidad necesaria de muestras para tener un valor más exacto.
4. Los ensayos Proctor modificado según la normativa nos recomienda realizar la corrección por gravas si es que este contiene más del 5 % de gravas de sobre tamaño, sin embargo, debido a los resultados obtenidos en estos ensayos, recomendamos realizar y promover la corrección por gravas incluso si este contiene menos del 5% de gravas de sobre dimensión, pues tienen un efecto tanto en la densidad seca como en la humedad óptima de compactación.

REFERENCIAS

Arias Gonzáles, José Luis y Covinos Gallardo, Mitzuo. 2021. *Diseño y metodología de la investigación*. Primera. Arequipa : ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021. ISBN: 978-612-48444-2-3.

ASTM C127-15. 2016. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. *ASTM C127-15*. s.l. : ASTM, 2016.

ASTM C136/C136M-19. 2020. Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *ASTM C136/C136M-19*. s.l. : ASTM, 2020.

ASTM D 1557-12. 2021. Métodos de prueba estándar para las características de compactación de laboratorio del suelo utilizando esfuerzo modificado (56,000 ft-lbf/ft (2.700 kN-m/m)). *ASTM D 1557-12*. s.l. : ASTM, 2021.

ASTM D 4718 - 87. 2001. Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles. *ASTM D 4718 - 87*. s.l. : ASTM, 2001.

ASTM D1883-21. 2021. Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils. *ASTM D1883-21*. s.l. : ASTM, 2021.

ASTM D2216-19. 2019. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass. *ASTM D2216-19*. s.l. : ASTM, 2019.

ASTM D2487-17e1. 2020. Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System). *ASTM D2487-17e1*. s.l. : ASTM, 2020.

ASTM D4220M-14. 2023. Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples. *ASTM D4220M-14*. s.l. : ASTM, 2023.

ASTM D4318-17e1. 2018. Métodos de prueba estándar para límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. *ASTM D4318-17e1*. s.l. : ASTM, 2018.

ASTM D6913/D6913M-17. 2021. Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis. *ASTM D6913/D6913M-17*. s.l. : ASTM, 2021.

Bojacá Torres, Diana Carolina . 2020. Módulo resiliente de suelos blandos de subrasante de la zona lacustre de Bogotá a partir del ensayo CBR cíclico. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2020.

Braja M Das. 2022. *Principles of Geotechnical Engineering.* Décima Edición. Boston : Cengage Learning, 2022. ISBN: 9780357420652.

Braja M. Das. 2022. *Principles of Foundation Engineering.* Décima Edición. Boston : Cengage Learning, 2022. ISBN: 9780357684658.

Cárdenas Eras, Jennifer Suley y Arias Duy, Kenny Alexis. 2022. Determinación y análisis de parámetros geomecánicos de suelos granulares determinados por ensayos convencionales aplicando energía con Próctor estándar y modificado. Cuenca, Ecuador : Universidad Católica de Cuenca, 2022.

CASTAÑEDA VILLANUEVA, Edwin Hernán. 2017. Incorporación de suelos gravosos a la clasificación SUCS planteados por braja das en la teoría de compactación de suelos: Ensayos en suelos andinos - Perú. Chiclayo, Perú : Universidad César Vallejo, 2017.

Chávez López, Angelo Daniel. 2021. Silicato de sodio para la estabilización de suelos en la trocha La Menta km 00+000 - Garabato km 1+430 distrito de Las Lomas-provincia y departamento de Piura. Piura, Perú : Universidad Nacional de Piura, 2021.

Crespo Villalaz, Carlos. 2017. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.* 6ta Ed. México : Editorial Limusa S.A., 2017. pág. 644. ISBN: 978-968-18-6963-2.

Diaz Tuesta, Jennifer Del Pilar y Linares Herrera, José Alexander. 2021. Incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización. Moyobamba, Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

ESPINOZA QUINTANILLA, María del Pilar. 2022. Influencia de la grava-arena en la subrasante en prolongación av. Tantamayo, San Martin de Porres, Lima 2022. Lima, Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2022.

Espinoza, Dulce María. 2019. Consideraciones éticas en el proceso de una publicación. Mexico : Revista Médica Clínica Las Condes, 2019. Vols. 30(3) 226-230.

García, Rosales, Balaguera, Arboleda y Pérez, Duarte. 2019. Evaluación del desempeño de diferentes materiales granulares en capas de base de pavimentos. Revista de Ingeniería. 2019, Vol. 50, 31-39.

Hadi Mohamed, Mohamed Mehdi, y otros. 2023. *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Primera. Puno : Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2023. ISBN: 978-612-5069-63-4.

Hernández García, Josué, Rosales Galdámez, Karla María y Trigueros Llanes, Wilfredo. 2016. Metodología para el diseño y construcción de tratamientos superficiales dobles para caminos de bajo volumen de tránsito mediante los métodos de la dimensión mínima promedio y texas dot en El Salvador. Ciudad Universitaria : Universidad de el Salvador, 2016.

Hernández Sampieri, Roberto y Mendoza Torres, Christian Paulina. 2018. *metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Primera. México : McGRAW-HILL ADUCATION, 2018. ISBN: 978-1-4562-6096-5.

Huamán Torrejon, Carlos Segundo y Archenti Zegarra, Joel Felipe. 2018. Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas - región de Loreto. Tarapoto, Perú : Universidad Nacional de San Martín, 2018.

Lazo Castillo, Vianca Maria. 2019. Evaluación de la capacidad portante y capacidad de carga última del suelo de fundación mediante los ensayos de triaxial y consolidación en la zona industrial de la salida a Puno. Juliaca, Perú : Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019.

Llique Mondragón, Rosa Haydee y León Chávez, Luis Andrés. 2018. Influencia de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad de suelo granular. 2018, Vol. XVI, 2.

Lozada Tiglla , Edwar Francis. 2018. Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba. Pimentel, Perú : Universidad Señor de Sipan, 2018.

Medina, Miguel , y otros. 2023. *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Primera edición. Puno : Instituto Universitario de

Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2023. ISBN: 978-612-5069-70-2.

Melendez Leon, Carlos Willians. 2017. Evaluación de la Aplicación de los Métodos A, B Y C del Ensayo Proctor Modificado en los Agregados de las Canteras Estrella, Pumpunya, Mitupampa – Chupuro – Huancayo, 2017. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2017.

Mendoza Guerrero, Heraldine Maribel . 2021. Caracterización de los tipos de estabilización de suelos utilizados para el mejoramiento de las propiedades físicas en subrasantes, Cajamarca 2020. Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2021.

Milagros Fuentes. 2019. Instrumentos de evaluación para verificar originalidad de investigación en tesis. Puno, Perú : Revista Innova Educación, 2019. Vol. 1, 3.

MUNIVE SALVATIERRA, Yhosel David. 2022. Evaluación del material de la cantera zanja seca como afirmado para carreteras de bajo volumen de tránsito pucallpa 2021. Huancayo, Perú : Universidad Peruana los Andes, 2022.

Nonajulca Gonzales, Nelida Narda y Vilela Torres, Jhon Bryan. 2022. Evaluación de agregados de la cantera Saint Thomas SAC para la base de la. Callao, Perú : Universidad Cesar Vallejo, 2022.

Paniagua, Álvarez, Tobón, Andrade y Ríos, Soberanis. 2018. Caracterización de agregados pétreos y su aplicación en la ingeniería civil. *Revista Tecnológica ESPOL*. 2018, Vol. 31, 1.

Paz ojeda, Maria del Rosario. 2018. *DocPlayer*. [En línea] 2018. <http://docplayer.es/73767542-Comportamiento-de-los-suelos-granulares.html>.

ROMAN, Claudio y DORADOR, Leonardo . 2019. Uso de granulometrías y densidades escaladas para la caracterización geotécnica de enrocados. [aut. libro] Norma Patricia López Acosta, y otros. *Geotechnical Engineering in the XXI Century: Lessons learned and future challenges*. Amsterdam : IOS Press BV, 2019.

ROMERO, Tomás , OSSA, Alexandra y FLORES, Mario . 2019. Evaluación comparativa del módulo dinámico y resiliente en las arcillas del ex lago de Texcoco. [aut. libro] Norma Patricia López Acosta, y otros. *Geotechnical Engineering in the*

XXI Century: Lessons learned and future challenges. Amsterdam : IOS Press BV, 2019.

TALAMANTES CARRILLO, Paulina Lizeth y ROJAS GONZÁLEZ, Eduardo. 2019. Comportamiento esfuerzo-deformacion de suelos altamente preconsolidados no expansivos. [aut. libro] Norma Patricia López-Acosta, y otros. *Geotechnical Engineering in the XXI Century: Lessons learned and future challenges*. Amsterdam : IOS Press BV, 2019.

ANEXOS.

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente (X): Gravas de sobre tamaño	Las gravas de sobre tamaño son materiales pétreos que tienen un diámetro máximo superior al de la malla 3/4", se utilizan comúnmente como materiales de relleno en la construcción de carreteras y en la estabilización de taludes. (García, y otros, 2019)	Para la determinación de las gravas de sobre tamaño se procederá a efectuar el ensayo granulométrico y de acuerdo al porcentaje de gravas que no pasan el tamiz 3/4" (19mm) se determinará las propiedades físicas de la cantidad de gravas de sobre tamaño que influirá en el análisis del grado de compactación del suelo.	Granulometría	Porcentaje de gravas de sobre tamaño	De razón
			Propiedades físicas	Contenido de humedad Gravedad específica	De razón
Variable dependiente (Y): Grado de compactación del suelo	El grado de compactación del suelo se especifica como un porcentaje del peso máximo de la unidad seca modificada. De este modo se especifica si la compactación cumple con las propiedades de ingeniería deseadas en el suelo. (ASTM D 1557-12, 2021)	Será calculado mediante el ensayo Proctor modificado, para determinar el contenido de agua que permite llegar a la máxima densidad seca de cada una de las muestras de las canteras en estudio; también se determina el CBR al 95% y al 100%. Luego mediante la corrección por gravas según ASTM D4718, calculamos el nuevo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida que influirá en el CBR del suelo.	Clasificación del suelo	- Límites de Atterberg - Análisis Granulométrico	De razón
			Proctor modificado	Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca	De razón
			Capacidad de soporte	California Bearing Ratio (CBR)	De razón
			Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca corregidas	Corrección por gravas de sobre tamaño	De razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia

TÍTULO: Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023

AUTOR: Elmer Ronald Pardavé Ames

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influyen las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023?	Evaluar la influencia de las gravas de sobre tamaño en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023.	El porcentaje de gravas de sobre tamaño influye significativamente en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023.	Variable independiente (X): Gravas de sobre tamaño	Granulometría	Porcentaje de gravas de sobre tamaño	NTP 339.128 (Granulometría por sedimentación y tamizado)
				Propiedades físicas	Contenido de humedad	NTP 339.127
					Gravedad específica	NTP 400.021 (Gravedad específica agregado grueso)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	Variable dependiente (Y): Grado de compactación del suelo	Clasificación del suelo	- Límites de Atterberg - Análisis Granulométrico	ASTM D 4318 (Límites de Atterberg) NTP 339.128 (Granulometría por sedimentación y tamizado)
¿Cuál es la granulometría del material granular de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023?	Determinar la granulometría del material granular de las canteras de estudio, Huancayo – Junín – 2023.	La granulometría del material granular de las canteras de estudio influirá en el grado de compactación del suelo, Huancayo – Junín – 2023.		Proctor modificado	óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca	NTP 339.141 MTC E 115 ASTM D 1557 (Proctor modificado)
¿Cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material que pasa la malla ¾" de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023?	Determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material que pasa la malla ¾" de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023.	El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca del material que pasa la malla ¾" de las canteras en estudio es el ideal para establecer el grado de compactación del suelo, Huancayo – Junín – 2023.		Capacidad de soporte	California Bearing Ratio (CBR)	NTP 339.145 ASTM 1883 (Método de prueba estándar para la relación de carga de California (CBR))
¿Cuál es el CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023?	Determinar el CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023.	El CBR al 95% y el CBR al 100% de las canteras en estudio reflejan valores según el máximo grado de compactación, Huancayo – Junín – 2023.		óptimo contenido de humedad y máxima densidad corregida	Corrección por gravas de sobre tamaño	ASTM D 4718 (Práctica para la corrección del peso unitario y el contenido de agua para suelos que contienen partículas de sobre tamaño)
¿Cuáles son las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023?	Determinar las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023.	Las propiedades físicas de las gravas de sobre tamaño de las canteras en estudio tienen una relación directa con el grado de compactación del suelo, Huancayo – Junín – 2023.				
¿Cuál es el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023?	Determinar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida de las canteras en estudio, Huancayo – Junín – 2023.	El óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca corregida de las canteras en estudio es el ideal para establecer el grado de compactación del suelo, Huancayo – Junín – 2023.				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ficha técnica de recolección de datos

FORMATO PARA TAMIZAR SUELOS

PROYECTO:

..... COLOR:

FECHA: /..... /.....

PESO MATERIAL A TAMIZAR: gr

SERIE DE TAMICES

1½" gr
 1" gr
 ¾" gr
 ½" gr
 3/8" gr
 N° 4 gr
 N°10 gr
 N° 16 gr
 N° 40 gr
 N° 100 gr
 N° 200 gr
 FONDO gr

HUMEDAD NATURAL

Numero de Tara	N°	
Peso de la Tara	gr	
Peso de la Tara + M. H	gr	
Peso de la Tara + M. S	gr	

LIMITE LIQUIDO

Numero de Tara	N°				
N° de Golpes	N°				
Peso de la Tara	gr				
Peso de la Tara + M. H	gr				
Peso de la Tara + M. S	gr				

LIMITE PLÁSTICO

Numero de Tara	N°		
Peso de la Tara	gr		
Peso de la Tara + M. H	gr		
Peso de la Tara + M. S	gr		

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
(ASTM-D1557)**

PROYECTO :

TECNICO :

CALICATA :

METODO DE COMPACTACION:

A

B

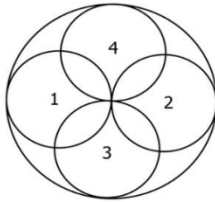
C

FECHA DE ENSAYO :

DESCRIPCION	UNID	ENSAYO					
		1	2	3	4	5	6
Peso suelo + molde	g						
Peso molde	g						
Recipiente N°							
Peso de la tara	g						
Peso del suelo húmedo + tara	g						
Peso del suelo seco + tara	g						

METODO "A"

MOLDE ϕ 4"
5C - 25GxC
PASA TAMIZ N° 4

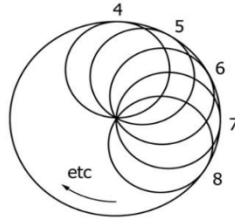


(a)

FIG. 3 Rammer Pattern for Compaction in 4-in. (101.6-mm) Mold

METODO "B"

MOLDE ϕ 4"
5C - 25GxC
PASA TAMIZ 3/8"

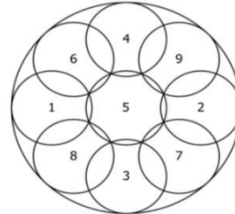


(b)

FIG. 4 Rammer Pattern for Compaction in 6-in. (152.4-mm) Mold

METODO "C"

MOLDE ϕ 6"
5C - 56GxC
PASA TAMIZ 3/4"



Observaciones:

.....

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)(AASHTO T-190)**

PROYECTO : _____ TECNICO : _____

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : _____

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)						
Peso de molde (g)						
Tara (N°)						
Peso de tara (g)						
Peso suelo húmedo + tara (g)						
Peso suelo seco + tara (g)						

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	PRESION PATRON Kg/cm2	MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
		CARGA		CARGA		CARGA	
		KN	Kg	KN	Kg	KN	Kg
0.00		0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00
0.64							
1.27							
1.91							
2.54	70.36						
3.18							
3.81							
4.45							
5.08	105.46						
7.62							
10.16							
12.70							

FUERZA MAX : KN FUERZA MAX : KN FUERZA MAX : KN
 ESFUER. MAX: Mpa ESFUER. MAX: Mpa ESFUER. MAX: Mpa

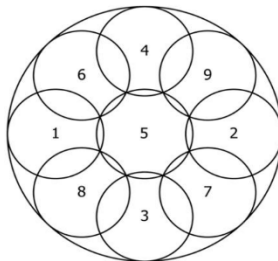


FIG. 4 Rammer Pattern for Compaction in 6-in. (152.4-mm) Mold

Anexo 4: Resultados de laboratorio



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2869 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Paje, Nuiyes N° 122-52 Chitca, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955505884
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-01	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
---	---

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)
--	--

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación manual Identificación de muestra : Cantera Aremi tercera	Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P.	Altitud (Cota) : 8,674,874.92 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3316 N.467421.3
--	---	---

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17				
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	17.00 g	1.1%	98.9%
3/4"	19.00 mm	53.00 g	4.5%	95.5%
3/8"	9.50 mm	160.00 g	14.7%	85.3%
N° 4	4.75 mm	175.00 g	25.9%	74.1%
N° 10	2.00 mm	181.00 g	37.5%	62.5%
N° 20	0.85 mm	84.00 g	42.9%	57.1%
N° 40	0.43 mm	135.00 g	51.5%	48.5%
N° 60	0.25 mm	84.00 g	56.9%	43.1%
N° 100	0.15 mm	131.00 g	65.3%	34.7%
N° 200	0.08 mm	152.00 g	75.0%	25.0%
PASA		391.00 g	100.0%	0.0%
		1563.00 g	100.0%	100%

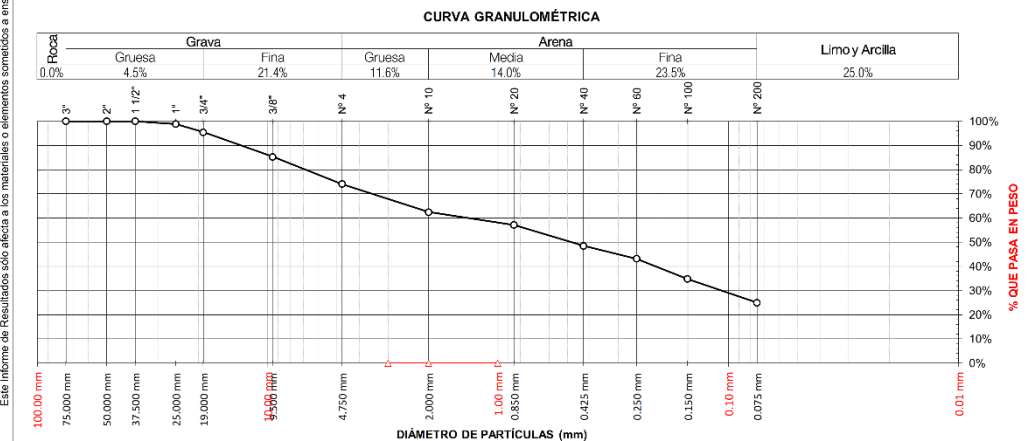
Contenido de Humedad según ASTM D2216-19			
Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _C	(g)	364.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	2100.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	1932.00
(D) Peso de Suelo Saco (C-A)	M _S	(g)	1568.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _W	(g)	168.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	10.70%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total.
 Método A = Humedad Recomendada + 1%
 Tamaño máximo partícula % que pasa, tamiz 3/4"
 Masa mínima recomendada - especimen - 250 g

Clasificación de Suelos	
SUCS (ASTM D2487-17) : SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-2-6 (0)
Arena arcillosa con grava	

Resultados de la Granulometría		
Grava	[N° 4 < φ < 3"]	25.91%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	49.07%
Finos	[φ < N° 200]	25.02%

Coeficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)		
$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$C_u = D_{60} / D_{10}$		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirectrices para dígitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.
OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil **Johany R. RAYMONDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685524
 [Pág. 01]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-01	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: LÍMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17 ^{e1} CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación manual Identificación de muestra : Cantera Aremi tercera	
Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P.	Altitud (Cota) : 8,674,874.92 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E 3316 N.467421.3

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

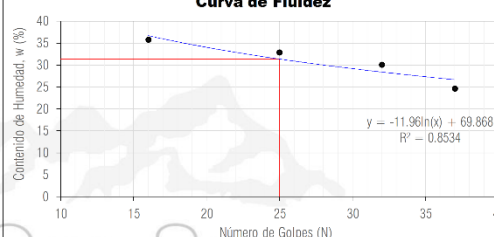
Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	16	25	32	37
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 01	N° 17	N° 18
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.45	21.63	22.15	21.63
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	59.80	60.50	54.20	49.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	49.70	50.90	46.80	43.60
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	28.25	29.27	24.65	21.97
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	10.10	9.60	7.40	5.40
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	35.75	32.80	30.02	24.58

Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 19	N° 20	N° 21	N° 22
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.54	21.74	21.65	21.87
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	33.20	30.50	32.00	31.00
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	31.30	29.10	30.32	29.50
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	9.76	7.36	8.67	7.63
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.90	1.40	1.68	1.50
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	19.47	19.02	19.38	19.66

Curva de Fluidez



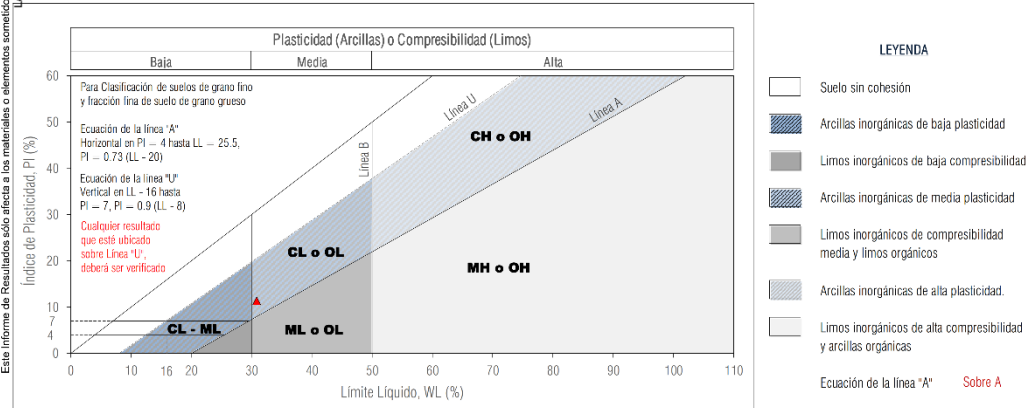
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

Liquid Limit (LL, w _L)	: 30.8%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 19.4%	Plasticity Index (PI)	: 11.4%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	---------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: SC	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-2-6 (0)
----------------------	------	------------------------	-------------

Arena arcillosa con grava



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: *Bach. Denis L.R.*
Revisado: *Ing. Johnny R. O.*

SILVER GEO SAC.
Ingeniería Geotécnica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil **Jorge R. RAYMONDO OLIVERA**
C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
[Pág. 02]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-01	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: **Pardave Ames, Elmer Ronald** TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **CANTERA** ENSAYOS REALIZADOS: **PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1**

UBICACIÓN : CANTERA
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

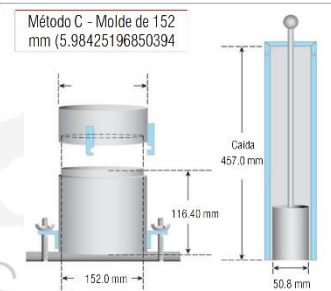
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 8,674,874.92 m.s.n.m.
Identificación muestra: Cantera Aremita tercera Símbolo Suelo: SC Coordenadas UTM: E.3316 N.467421.3
Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30% Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

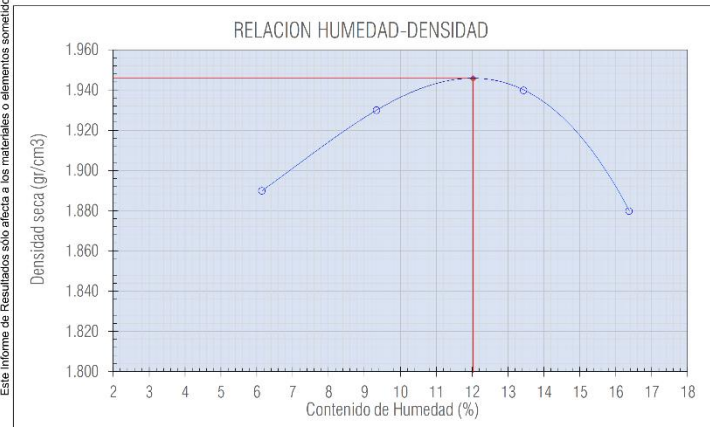
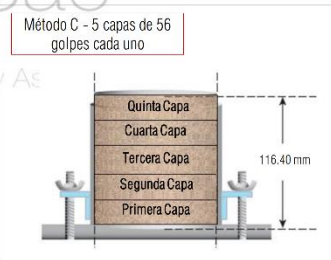
Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{cus}	(g)	10721.00	10919.00	11121.00	11090.00
(B) Peso del Molde	M _{cos}	(g)	6563.00	6563.00	6563.00	6563.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado (A - B)		(g)	4158.00	4356.00	4558.00	4527.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
(E) Densidad Húmeda (C / D)		gr/cm ³	2.010	2.110	2.200	2.190



Contenido de Húmedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°			N° 24	N° 01	N° 32	N° 33
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _c	(g)	30.73	32.17	31.41	34.74
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cus}	(g)	229.87	271.08	238.13	215.56
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{cos}	(g)	218.33	250.67	213.64	190.11
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	187.60	218.50	182.23	155.37
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	11.54	20.41	24.49	25.45
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	6.15	9.34	13.44	16.38
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.890	1.930	1.940	1.880



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm³) : 1.95
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 12.03

Corrección por partículas sobredimensionadas según ASTM D4718

% Partículas Sobredimensionadas	P _c (%)	5.5%
Cont. Hum. Part. Sobredimensionadas	W _c (%)	0.9%
% Partículas finas	P _f (%)	94.5%
Gravedad específica ASTM C127	G _m	2.63
Peso Específico del Agua	γ _w (gr/cm ³)	1.00

Densidad Máxima Seca *correctida* (gr/cm³): **1.97**
Óptimo Contenido de Humedad *correctido* (%): **11.37**

OBSERVACIONES:

Realizado: *Bach. Denis L.R.*
Revisado: *Ing. Johnny R. O.*



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
 Paje, Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef: 984048889 / 555050584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

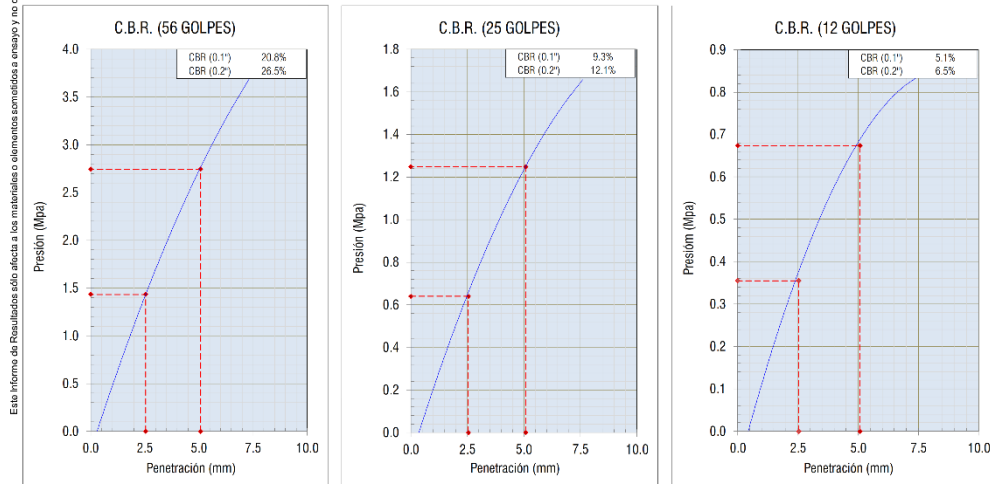
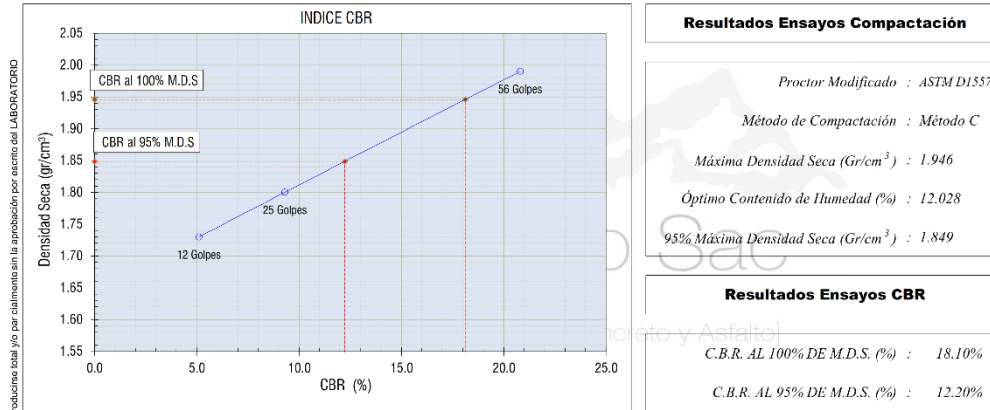
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-01	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

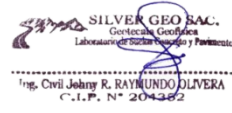
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por el cliente Identificación muestra: Cantera Aremita tercera Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30%	Profundidad: 1.50 m. Símbolo Suelo: SC Clasificación del Suelo: Arena arcillosa con grava	Altitud (Cota) : ##### Coordenadas UTM : E.3316 N.467421.3
---	---	---

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 04]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nuevos N° 122-52 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 935505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-02	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación manual Identificación de muestra : Cantera Los Angeles	Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 8,674,346.87 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3324 N.467752.7

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	121.00 g	6.2%	93.8%
3/4"	19.00 mm	159.00 g	14.3%	85.7%
3/8"	9.50 mm	350.00 g	32.1%	67.9%
N° 4	4.75 mm	241.00 g	44.4%	55.6%
N° 10	2.00 mm	207.00 g	55.0%	45.0%
N° 20	0.85 mm	91.00 g	59.6%	40.4%
N° 40	0.43 mm	205.00 g	70.1%	29.9%
N° 60	0.25 mm	178.00 g	79.2%	20.8%
N° 100	0.15 mm	135.00 g	86.1%	13.9%
N° 200	0.08 mm	43.00 g	88.3%	11.7%
PASA		230.00 g	100.0%	0.0%
		1960.00 g	100.0%	100%

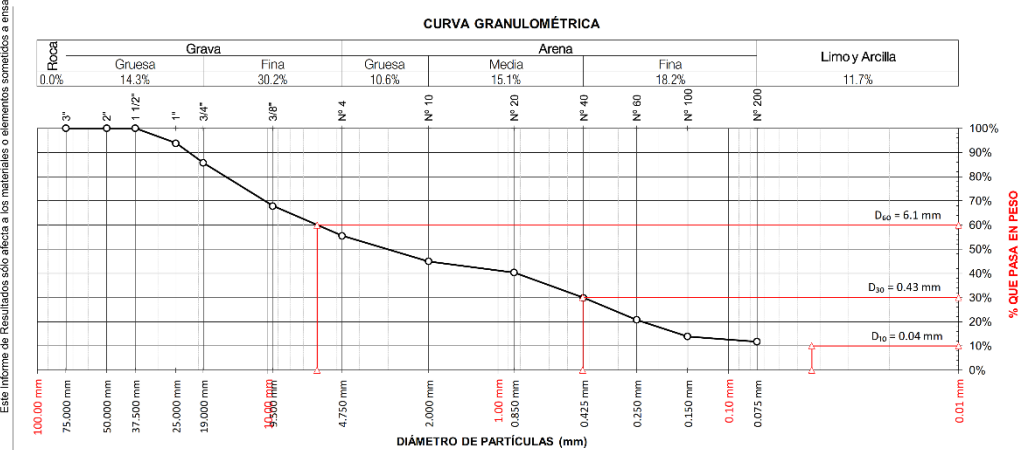
Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _c	(g)	393.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cms}	(g)	2500.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{cs}	(g)	2355.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	1962.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	145.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	7.40%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
 Método A = Humedad Recomendada = 1%
 Tamaño máximo partícula % que pasa, tamiz 3/4"
 Masa mínima recomendada - especimen = 250 g

SUCS (ASTM D2487-17) : SP-SC	AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1-a (0)
Arena pobremente graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)	

Grava [N° 4 < φ < 3"]	44.44%
Arena [N° 200 < φ < N° 4]	43.83%
Finos [φ < N° 200]	11.73%

$D_{10} = 0.04 \text{ mm}$	$D_{30} = 0.43 \text{ mm}$	$D_{60} = 6.10 \text{ mm}$
$Cu = D_{60} / D_{10}$		149.71
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		0.69



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirecrices para digitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.
OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.U.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 05]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Peje: Nuños N° 422-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 984046888 / 985502654
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-02	SG. N°059/2023

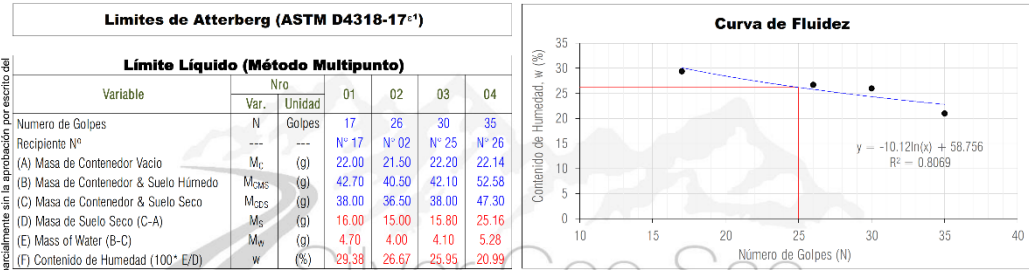
SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald
TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17^{e1}
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Identificación de muestra : Cantera Los Ángeles

Profundidad : 1.50 m.
 Napa freática : N.P.
 Altitud (Cota) : 8,674,346.87 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 3324 N.467752.7



Límite Plástico (Método Manual)

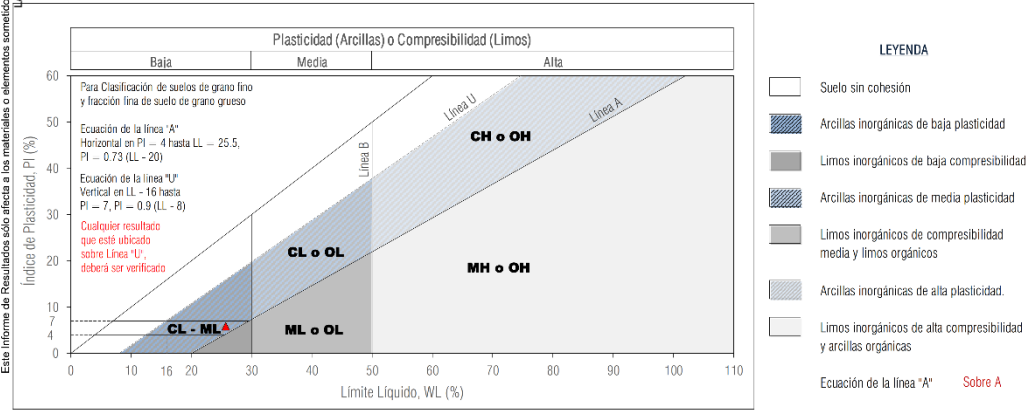
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 27	N° 28	N° 29	N° 30
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.54	21.74	21.65	21.77
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	33.20	30.50	32.00	27.19
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	31.10	29.00	30.20	26.46
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	9.56	7.26	8.55	4.69
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	2.10	1.50	1.80	0.73
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	21.97	20.66	21.05	15.57

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

Liquid Limit (LL, w _L)	: 25.7%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 19.8%	Plasticity Index (PI)	: 5.9%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17) : SP-SC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1-a (0)
Arena pobremente graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Asociación Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil **Jorge R. RAYMONDO OLIVERA**
 C.U.F. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 06]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-02	SG. N°059/2023

SOLICITANTE:

Pardave Ames, Elmer Ronald

TESIS:

"Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : CANTERA
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

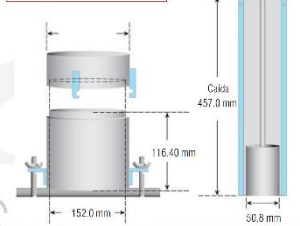
Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 8,674,346.87 m.s.n.m.
Identificación muestra: Cantera Los Ángeles Simbolo Suelo: SP-SC Coordenadas UTM: E.3324 N.467752.7
Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30% Clasificación del Suelo: Arena pobremente graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{CHS}	(g)	10787.00	11102.00	11160.00	11024.00
(B) Peso del Molde	M _{DBS}	(g)	6563.00	6563.00	6563.00	6563.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	4224.00	4539.00	4597.00	4461.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	gr/cm ³	2.040	2.190	2.220	2.160

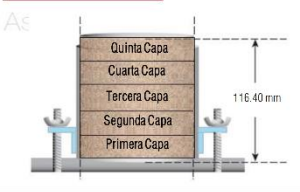
Método C - Molde de 152 mm (5.98425196850394)



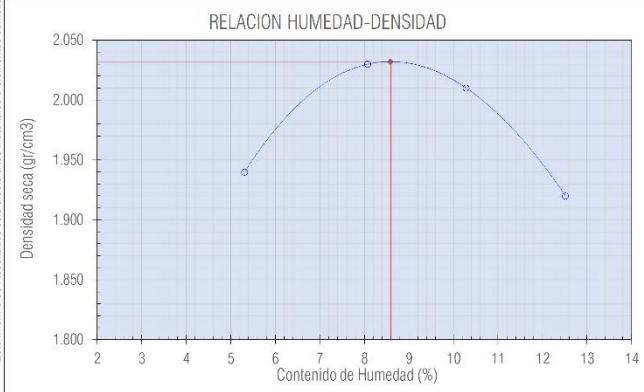
Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 32	N° 02	N° 36	N° 37
(A) Masa de Contenedor Vacío	M ₂	(g)	32.15	32.86	30.70	30.11
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHS}	(g)	235.23	143.20	142.61	137.97
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{DBS}	(g)	224.99	134.95	132.17	125.97
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M ₂	(g)	192.84	102.09	101.47	95.86
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	10.24	8.25	10.44	12.00
(F) Contenido de Humedad (100* E/D)	w	(%)	5.31	8.08	10.29	12.52
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	1.940	2.030	2.010	1.920

Método C - 5 capas de 56 golpes cada uno



Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente en la aprobación por escrito del LABORATORIO



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm3) : 2.03

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.59

Corrección por partículas sobredimensionadas según ASTM D4718

% Partículas Sobredimensionadas	Pc (%)	7.4%
Cont. Hum. Part. Sobredimensionadas	Wc (%)	0.8%
% Partículas finas	Pf (%)	92.6%
Gravedad específica ASTM C127	Gm	2.6
Peso Específico del Agua	Yw (gr/cm ³)	1.00

Densidad Máxima Seca *correcta* (gr/cm3): 2.07

Óptimo Contenido de Humedad *correcta* (%): 7.96

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johny R. O.



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
 Paje, Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef: 984048869 / 555050524
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

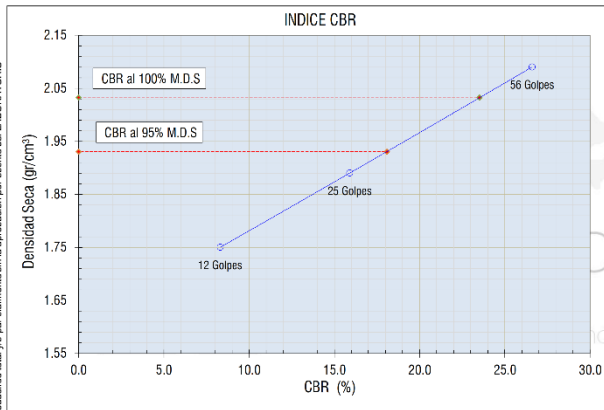
FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-02	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Cantera Los Ángeles
 Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30%
 Profundidad: 1.50 m.
 Simbolo Suelo: SP-SC
 Clasificación del Suelo: Arena pobremente graduada con arcilla y grava (o arcilla limosa y grava)
 Altitud (Cota) : #####
 Coordenadas UTM : E.3324 N.467752.7

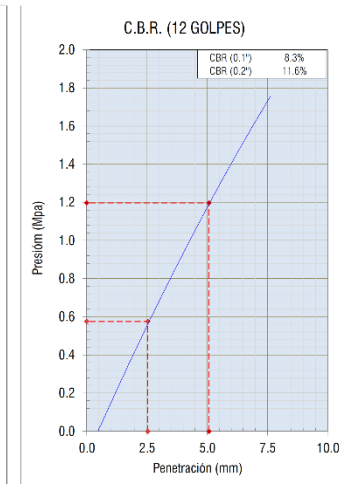
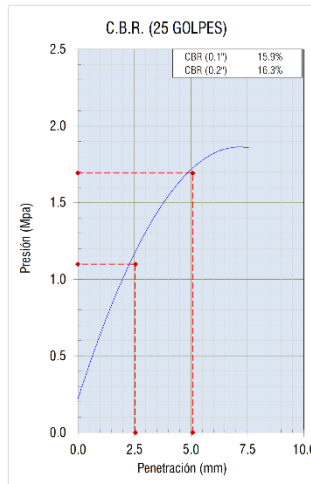
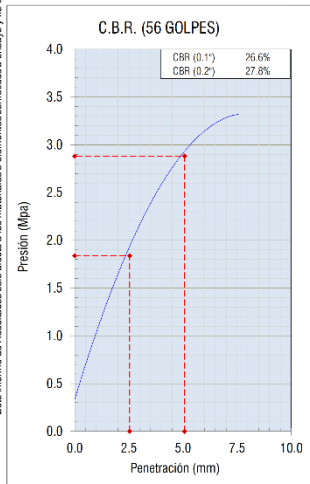
Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

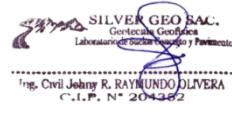


Resultados Ensayos Compactación
 Proctor Modificado : ASTM D1557
 Método de Compactación : Método C
 Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 2.032
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 8.591
 95% Máxima Densidad Seca (Gr/cm³) : 1.931

Resultados Ensayos CBR
 C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) : 23.50%
 C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) : 18.10%



OBSERVACIONES:
 Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 08]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nuevos N° 122-52 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 935505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-03	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Identificación de muestra : Cantera Chamisería 01

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TEJIS:
 "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

Profundidad : 1.50 m. **Altitud (Cota) :** 8,672,882.46 m.s.n.m.
Napa freática : N.P. **Coordenadas UTM :** E.3633 N.484268.2

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	98.00 g	3.7%	96.3%
3/4"	19.00 mm	197.00 g	11.0%	89.0%
3/8"	9.50 mm	623.00 g	34.4%	65.6%
N° 4	4.75 mm	486.00 g	52.5%	47.5%
N° 10	2.00 mm	407.00 g	67.8%	32.2%
N° 20	0.85 mm	152.00 g	73.5%	26.5%
N° 40	0.43 mm	166.00 g	79.7%	20.3%
N° 60	0.25 mm	59.00 g	81.9%	18.1%
N° 100	0.15 mm	76.00 g	84.7%	15.3%
N° 200	0.08 mm	46.00 g	86.5%	13.5%
PASA		362.00 g	100.0%	0.0%
		2672.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _c	(g)	387.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{cms}	(g)	3140.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{cms}	(g)	3060.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	2673.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	80.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	3.00%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total. Método A = Humedad Recomendada = 1%. Tamaño máximo partícula % que pasa, tamiz 3/4". Masa mínima recomendada - especimen = 250 g.

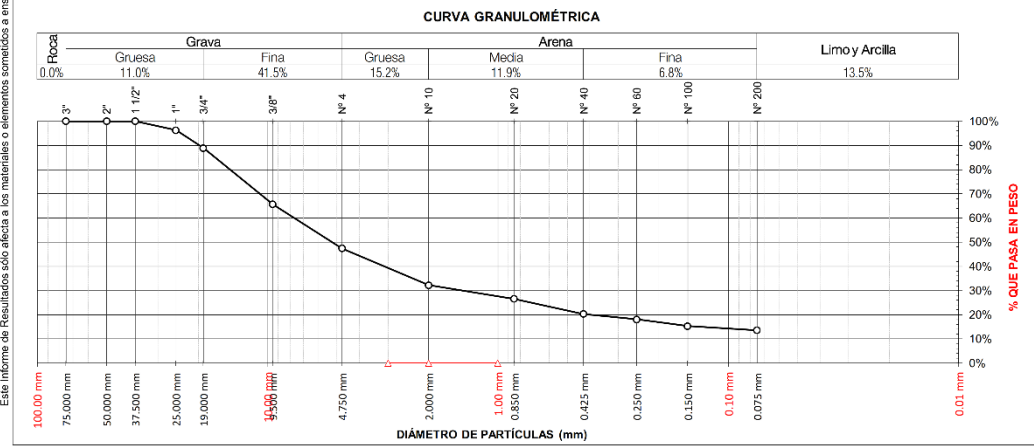
Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : GM | AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1-a (0)
Grava limosa con arena

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	52.54%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	33.91%
Finos	[φ < N° 200]	13.55%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} =$	$D_{30} =$	$D_{60} =$
$Cu = D_{60} / D_{10}$		
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		



Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO. Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirecrices para digitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.U.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 09]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elío, Lima
Peje: Nuños N° 422-452 Chilca, Huancayo
Teléf. 984046888 / 985502654
Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-03	SG. N°059/2023

SOLICITANTE:	TESIS:
Pardave Ames, Elmer Ronald	"Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

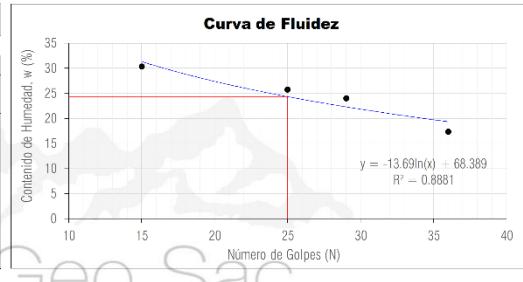
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	ENSAYOS REALIZADOS:
UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17 ^{e1} CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación manual Identificación de muestra : Cantera Chamisería 01	Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P.	Altitud (Cota) : 8,672,882.46 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3633 N.484268.2
--------------------------------------	--	---	---

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		Golpes			
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Numero de Golpes	N	Golpes	15	25	29	36
Recipiente N°	---	---	N° 15	N° 03	N° 33	N° 34
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	22.00	22.00	22.17
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	52.50	58.20	67.00	70.41
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	45.40	50.80	58.30	63.30
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	23.40	28.80	36.30	41.13
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	7.10	7.40	8.70	7.11
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	30.34	25.69	23.97	17.29



Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		Golpes			
	Var.	Unidad	01	02	03	04
Recipiente N°	---	---	N° 35	N° 36	N° 37	N° 38
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.54	21.74	21.65	21.67
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	30.60	32.90	31.56	27.65
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	29.10	31.00	29.80	26.58
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	7.56	9.26	8.15	4.91
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.50	1.90	1.76	1.07
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	19.84	20.52	21.60	21.79

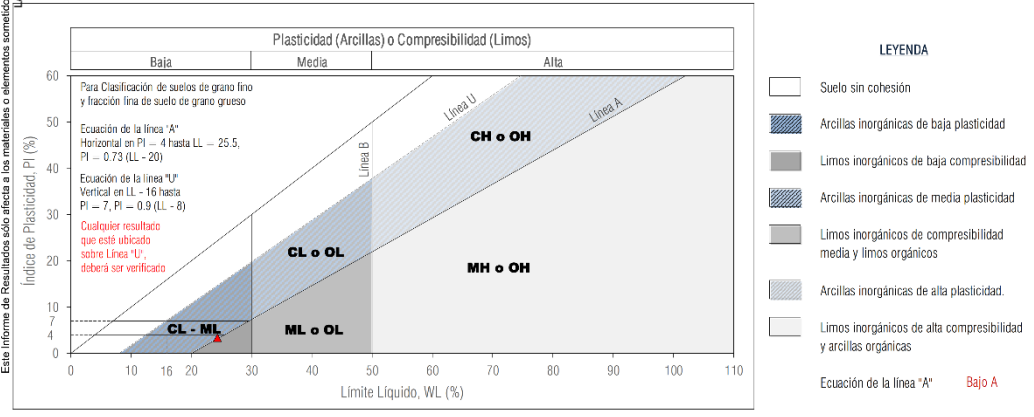
Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17^{e1})

Liquid Limit (LL, w _L)	: 24.3%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 20.9%	Plasticity Index (PI)	: 3.4%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos

SUCS (ASTM D2487-17)	: GM	AASHTO (ASTM D3282-15)	: A-1-a (0)
----------------------	------	------------------------	-------------

Grava limosa con arena



Carta de Plasticidad elaborada según: Figura 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: *Bach. Denis L.R.*
Revisado: *Ing. Johnny R. O.*

SILVER GEO SAC.
Ingeniería Geotécnica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil **José R. RAYMONDO OLIVERA**
C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
[Pág. 10]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-03	SG. N°059/2023

SOLICITANTE:

Pardave Ames, Elmer Ronald

TESIS:

"Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : CANTERA
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

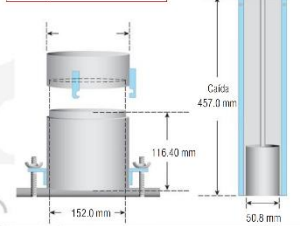
Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 8,672,882.46 m.s.n.m.
Identificación muestra: Cantera Chamisería 01 Símbolo Suelo: GM Coordenadas UTM: E.3633 N.484268.2
Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30% Clasificación del Suelo: Grava limosa con arena

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{DM}	(g)	10988.00	11200.00	11395.00	11284.00
(B) Peso del Molde	M _{DM}	(g)	6563.00	6563.00	6563.00	6563.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	4425.00	4637.00	4832.00	4721.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	gr/cm ³	2.140	2.240	2.340	2.280

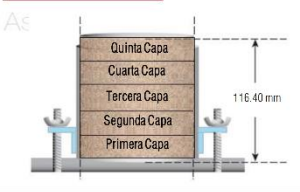
Método C - Molde de 152 mm (5.98425196850394)



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

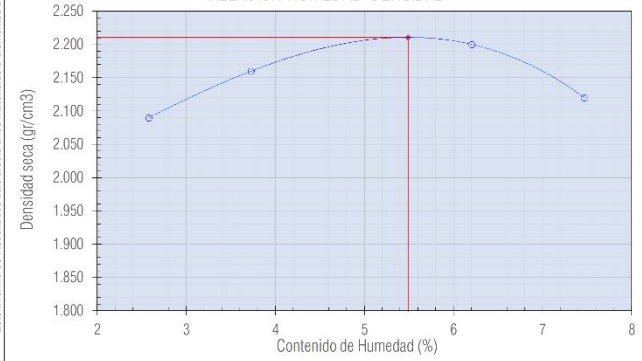
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 40	N° 03	N° 40	N° 41
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	34.83	34.41	33.09	30.10
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CM}	(g)	352.78	239.58	391.13	197.50
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	344.77	232.21	370.21	185.86
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	309.94	197.80	337.12	155.76
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	8.01	7.37	20.92	11.64
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	2.58	3.73	6.21	7.47
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	2.090	2.160	2.200	2.120

Método C - 5 capas de 56 golpes cada uno



Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm3) : 2.21

Óptimo Contenido de Humedad (%) : 5.49

Corrección por partículas sobredimensionadas según ASTM D4718

% Partículas Sobredimensionadas	Pc (%)	9.4%
Cont. Hum. Part. Sobredimensionadas	Wc (%)	0.5%
% Partículas finas	Pf (%)	90.6%
Gravedad específica ASTM C127	Gm	2.81
Peso Específico del Agua	Yw (gr/cm ³)	1.00

Densidad Máxima Seca *correcta* (gr/cm3): 2.26

Óptimo Contenido de Humedad *correcta* (%): 4.98

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johny R. O.



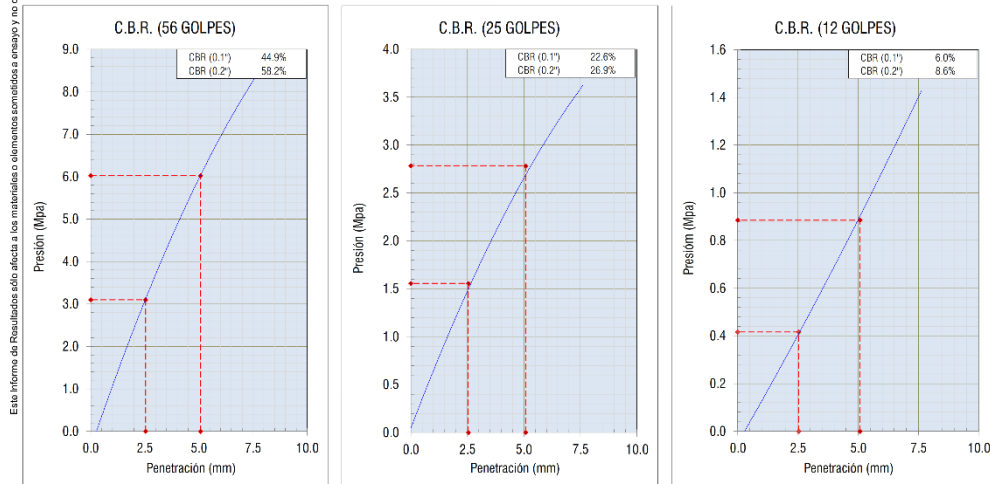
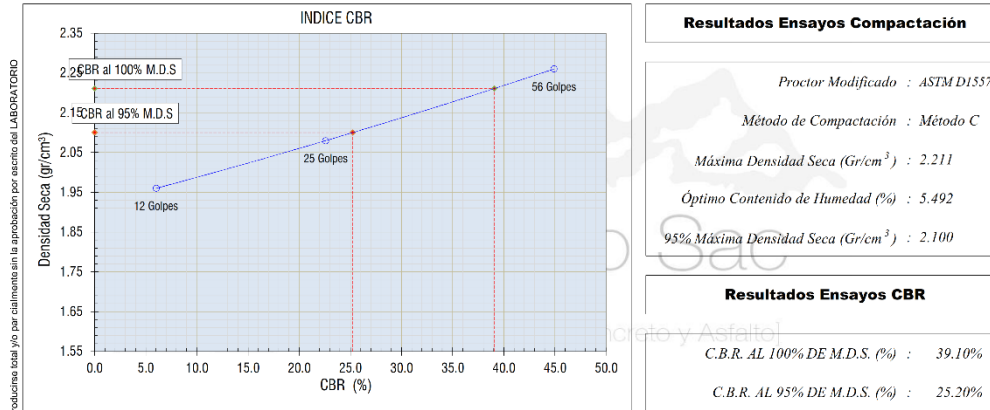
J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
 Paje, Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef: 984048868 / 555050584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-03	SG. N°059/2023

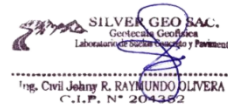
SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad: Muestreo por el cliente Identificación muestra: Cantera Chamisería 01 Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30% Profundidad: 1.50 m. Simbolo Suelo: GM Clasificación del Suelo: Grava limosa con arena Altitud (Cota) : ##### Coordenadas UTM : E.3633 N.484268.2	

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



RUC: 20601685524
 [Pág. 12]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nuevos N° 122-52 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 935505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-04	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Identificación de muestra : Cantera Chamisería 02

ENSAYOS REALIZADOS:
 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM D6913/D6913M-17
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 CLASIFICACIÓN: SUCS (ASTM D2487-17) / AASHTO (ASTM D3282-15)

TESIS:
 "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

Profundidad : 1.50 m. **Altitud (Cota) :** 8,672,761.95 m.s.n.m.
Napa freática : N.P. **Coordenadas UTM :** E.3660 N.484553.5

Análisis Granulométrico ASTM D6913/D6913M-17

Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	75.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	112.00 g	4.4%	95.6%
3/4"	19.00 mm	0.00 g	4.4%	95.6%
3/8"	9.50 mm	677.00 g	31.1%	68.9%
N° 4	4.75 mm	497.00 g	50.7%	49.3%
N° 10	2.00 mm	391.00 g	66.1%	33.9%
N° 20	0.85 mm	0.00 g	66.1%	33.9%
N° 40	0.43 mm	339.00 g	79.4%	20.6%
N° 60	0.25 mm	0.00 g	79.4%	20.6%
N° 100	0.15 mm	0.00 g	79.4%	20.6%
N° 200	0.08 mm	221.00 g	88.1%	11.9%
PASA		301.00 g	100.0%	0.0%
		2538.00 g	100.0%	100%

Contenido de Humedad según ASTM D2216-19

Variables	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 00
(A) Peso de Contenedor Vacío	M _c	(g)	380.00
(B) Peso de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CHMS}	(g)	2973.00
(C) Peso de Contenedor & Suelo Seco	M _{CHMS}	(g)	2918.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _s	(g)	2538.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	55.00
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	2.20%

Requisitos mínimos de especimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total
 Método A = Humedad Recomendada = 1%
 Tamaño máximo partícula % que pasa, tamiz 3/4"
 Masa mínima recomendada - especimen = 250 g

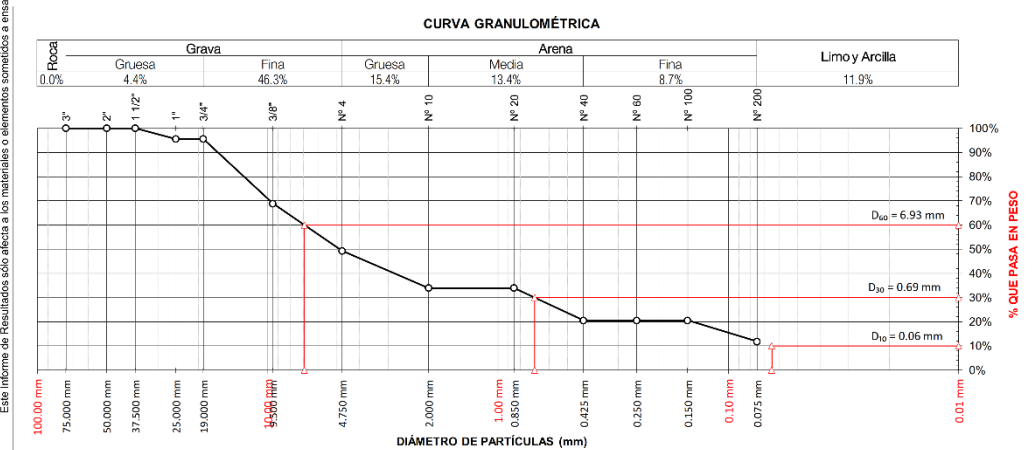
Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : GP-GC | AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1-a (0)
 Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)

Resultados de la Granulometría

Grava	[N° 4 < φ < 3"]	50.67%
Arena	[N° 200 < φ < N° 4]	37.47%
Finos	[φ < N° 200]	11.86%

Coefficientes / Finos ≤ 12% (ASTM D2487-17)

$D_{10} = 0.06 \text{ mm}$	$D_{30} = 0.69 \text{ mm}$	$D_{60} = 6.93 \text{ mm}$
$Cu = D_{60} / D_{10}$		107.14
$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$		1.07



Todos los valores observados y calculados se ajustarán a ladirecrices para digitos significativos y redondeo establecidas en la Práctica ASTM D6026.
OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
 C.U.P. N° 204352

RUC: 2060168524
 [Pág. 13]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Peje: Nuños N° 422-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 984046888 / 955526254
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-04	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald
TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 LIMITES DE ATTERBERG SEGÚN NORMA ASTM D4318-17¹
 CLASIFICACIÓN SEGÚN: SUCS ASTM D2487-17 / AASHTO (ASTM D3282-15)

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Identificación de muestra : Cantera Chamisería 02

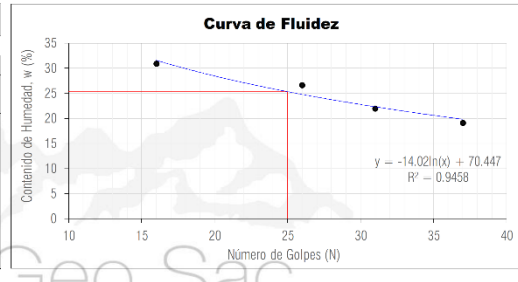
Profundidad : 1.50 m.
 Napa freática : N.P.

Altitud (Cota) : 8,672,761.95 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 3660 N 484553.5

Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Límite Líquido (Método Multipunto)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Numero de Golpes	N	Golpes	16	26	31	37
Recipiente N°	---	---	N° 16	N° 04	N° 41	N° 42
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	22.00	22.00	22.00	22.01
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	52.50	58.20	67.00	57.72
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	45.30	50.60	58.90	52.00
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	23.30	28.60	36.90	29.99
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	7.20	7.60	8.10	5.72
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	30.90	26.57	21.95	19.07



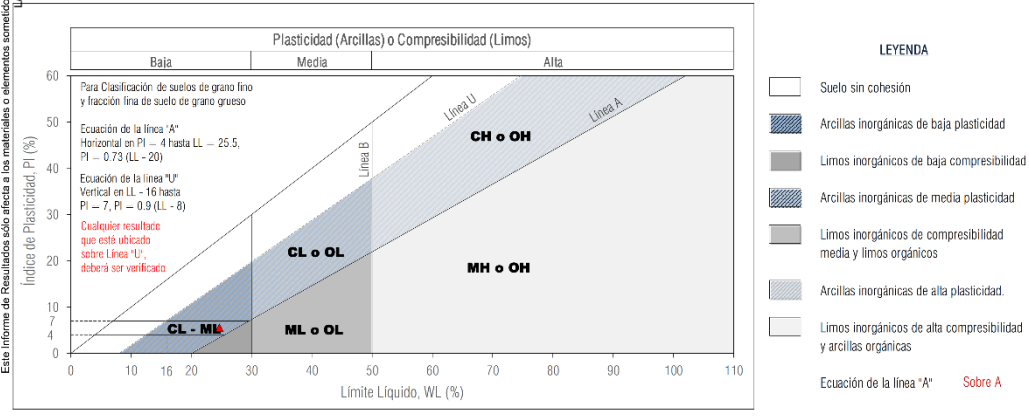
Límite Plástico (Método Manual)

Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 43	N° 44	N° 45	N° 46
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	21.54	21.74	21.65	22.12
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{CMS}	(g)	30.20	32.00	31.00	27.23
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{CSS}	(g)	29.00	30.50	29.60	26.20
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	7.46	8.76	7.95	4.08
(E) Mass of Water (B-C)	M _w	(g)	1.20	1.50	1.40	1.03
(F) Contenido de Humedad (100° E/D)	w	(%)	16.09	17.12	17.61	25.25

Resultados Límites de Atterberg (ASTM D4318-17¹)

Liquid Limit (LL, w _L)	: 24.6%	Plastic Limit (PL, w _p)	: 19.0%	Plasticity Index (PI)	: 5.6%
------------------------------------	---------	-------------------------------------	---------	-----------------------	--------

Clasificación de Suelos
 SUCS (ASTM D2487-17) : GP-GC AASHTO (ASTM D3282-15) : A-1-a (0)
 Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)



Carta de Plasticidad elaborada según: Figure 4.21 Plasticity Chart, pag. 117 - Principles of Geotechnical Engineering - Braja M. Das 9th. Edition

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Asociación Geotécnica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos

Ing. Civil **Johny R. RAYMONDO OLIVERA**
 C.U.F. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 14]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-04	SG. N°059/2023

SOLICITANTE:

Pardave Ames, Elmer Ronald

TESIS:

"Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : CANTERA
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

PROCTOR MODIFICADO SEGÚN NORMA ASTM D1557-12e1
CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

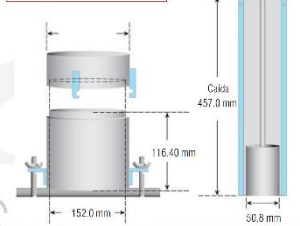
Modalidad: Muestreo por el cliente Profundidad: 1.50 m. Altitud (Cota): 8,672,761.95 m. s.n.m.
Identificación muestra: Cantera Chamisería 02 Símbolo Suelo: GP-GC Coordenadas UTM: E.3660 N.484553.5
Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30% Clasificación del Suelo: Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)

Compactación de suelo - Proctor Modificado según (ASTM D1557-12e1)

Compactación según ASTM D1557-12e1

Variable	Nro		N° 01	N° 02	N° 03	N° 04
	Var.	Unidad				
Numero de Capas	N	Capas	5.00	5.00	5.00	5.00
Numero de Golpes por Capa	N	Golpes	56.00	56.00	56.00	56.00
(A) Masa del Suelo húmedo & Molde	M _{MS}	(g)	10923.00	11438.00	11468.00	10967.00
(B) Peso del Molde	M _{MS}	(g)	6563.00	6563.00	6563.00	6563.00
(C) Peso de Suelo Húmedo Compactado	(A - B)	(g)	4360.00	4875.00	4905.00	4404.00
(D) Volumen del Molde	V	cm ³	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
(E) Densidad Húmeda	(C / D)	gr/cm ³	2.110	2.360	2.370	2.130

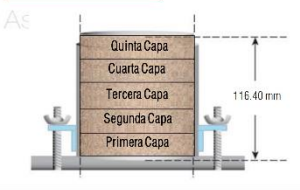
Método C - Molde de 152 mm (5.98425196850394)



Contenido de Humedad según ASTM D2216-10

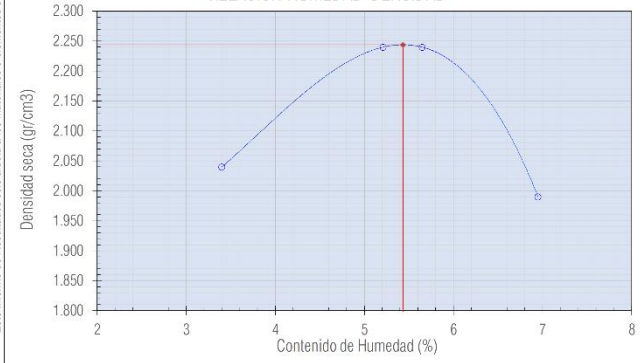
Variable	Nro		01	02	03	04
	Var.	Unidad				
Recipiente N°	---	---	N° 48	N° 04	N° 44	N° 45
(A) Masa de Contenedor Vacío	M _C	(g)	35.11	23.06	22.99	24.33
(B) Masa de Contenedor & Suelo Húmedo	M _{MS}	(g)	379.24	245.64	241.34	234.30
(C) Masa de Contenedor & Suelo Seco	M _{MS}	(g)	367.93	234.61	229.66	220.66
(D) Masa de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	332.82	211.55	206.67	196.33
(E) Mass of Water (B-C)	M _W	(g)	11.31	11.03	11.68	13.64
(F) Contenido de Humedad (100 * E/D)	w	(%)	3.40	5.21	5.65	6.95
(G) Densidad Seca		gr/cm ³	2.040	2.240	2.240	1.990

Método C - 5 capas de 56 golpes cada uno



Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

RELACION HUMEDAD-DENSIDAD



Resultados Ensayos de Compactación

Densidad Máxima Seca (gr/cm3) : 2.24
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 5.44

Corrección por partículas sobredimensionadas según ASTM D4718

% Partículas Sobredimensionadas	Pc (%)	10.4%
Cont. Hum. Part. Sobredimensionadas	Wc (%)	0.6%
% Partículas finas	Pf (%)	89.6%
Gravedad específica ASTM C127	Gm	2.8
Peso Específico del Agua	Yw (gr/cm ³)	1.00

Densidad Máxima Seca *correctada* (gr/cm3): 2.29
Óptimo Contenido de Humedad *correctado* (%): 4.87

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johny R. O.

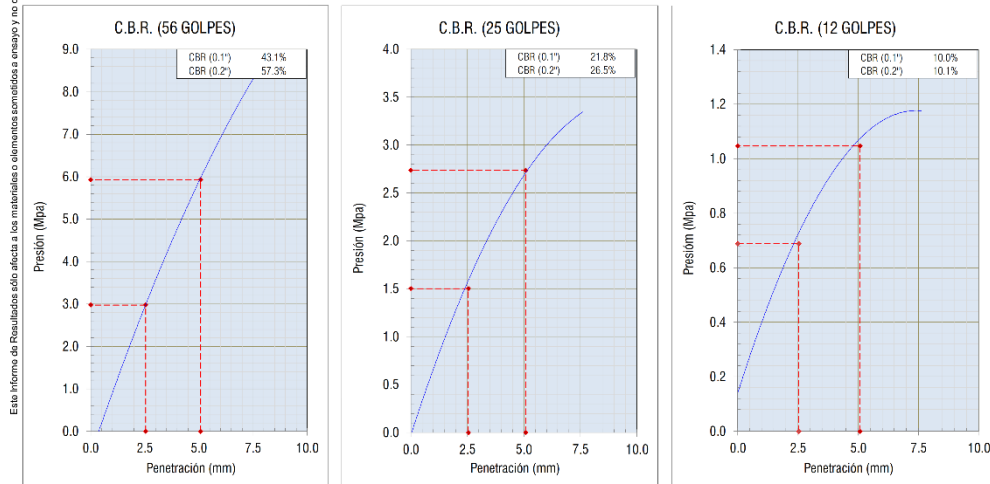
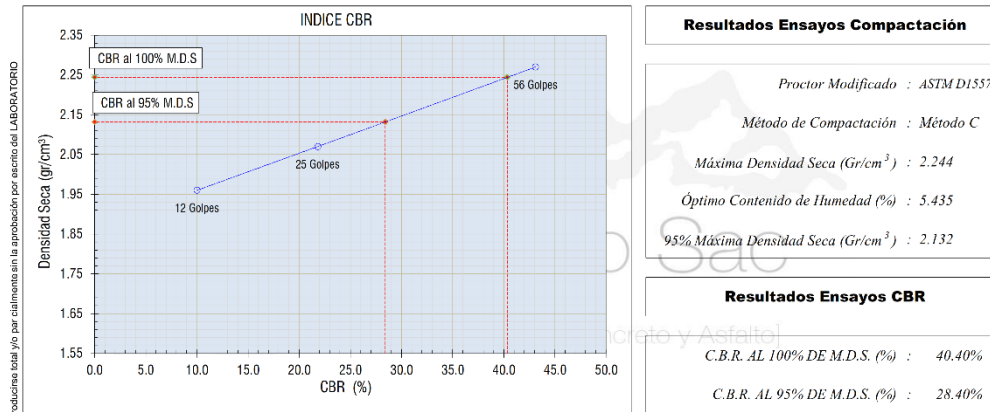
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA
28-04-23	16-05-23	C-04	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	TESIS: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ENSAYOS REALIZADOS: ENSAYO CBR SEGÚN NORMA ASTM D1883-16

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad: Muestreo por el cliente
 Identificación muestra: Cantera Chamisería 02
 Procedimiento Utilizado: Método C - Malla 3/4" retiene 30%
 Profundidad: 1.50 m.
 Simbolo Suelo: GP-GC
 Clasificación del Suelo: Grava pobremente graduada con arcilla y arena (o arcilla limosa y arena)
 Altitud (Cota) : #####
 Coordenadas UTM : E.3660 N.484553.5

Ensayo CBR (Relación de Soporte California) de Suelos Compactados en Laboratorio según ASTM D1883-16



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elío, Lima
 Psje. Nuños N° 122-52 Chilca, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: administrador@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-01	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

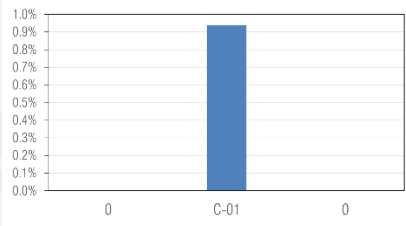
PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Profundidad : 1.50 m.
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Napa freática : N.P.
 Identificación de muestra : Cantera Aremi tercera
 Altitud (Cota) : 8,674,874.92 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.3316 N.467421.3

Humedad evaporable según ASTM D2216-19			
Variable	Nro		Muestras
	Var.	Unidad	C-01
Recipiente N°	---	---	N° 01
(A) Peso de Tara Vacío	M _C	(g)	390.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{CMHS}	(g)	2435.00
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	2416.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	2026.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	19.00
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	0.94%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			0.94%



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	1 1/2"
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	1 kg

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[3/8 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Ing. Civil Johnny K. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 17]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elío, Lima
 Psje. Nuños N° 122-52 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: administrador@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-02	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

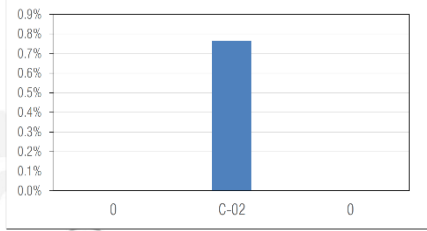
PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Profundidad : 1.50 m.
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Napa freática : N.P.
 Identificación de muestra : Cantera Los Angeles
 Altitud (Cota) : 8,674,346.87 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.3324 N.467752.7

Humedad evaporable según ASTM D2216-19			
Variable	Nro		Muestras
	Var.	Unidad	C-02
Recipiente N°	---	---	N° 01
(A) Peso de Tara Vacío	M _C	(g)	386.00
(B) Peso de Tara & Suelo Húmedo	M _{MS}	(g)	3150.00
(C) Peso de Tara & Suelo Seco	M _{CS}	(g)	3129.00
(D) Peso de Suelo Seco (C-A)	M _S	(g)	2743.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	21.00
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	0.77%
(G) Promedio final de Contenido de Humedad			0.77%



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa	1 1/2"
Método seleccionado	Método A	Masa mínima recomendada muestra	1 kg

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 1/2 pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[3/4 pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[1/2 pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Ing. Civil Johnny K. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352
 RUC: 20601685524
 [Pág. 18]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elío, Lima
 Psje. Nuños N° 122-52 Chilca, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: administrador@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-03	SG. N°059/2023

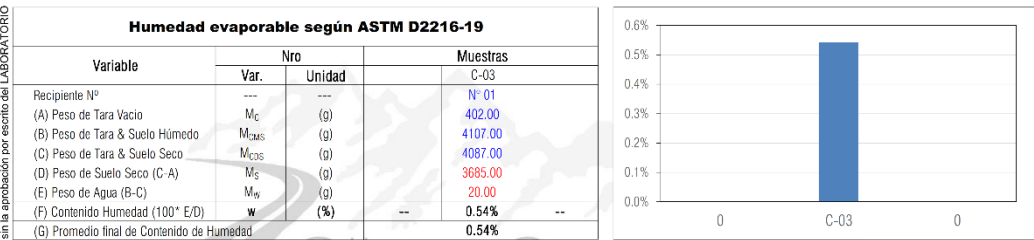
SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Identificación de muestra : Cantera Chamisería 01
 Profundidad : 1.50 m.
 Napa freática : N.P.
 Altitud (Cota) : 8,672,882.46 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.3633 N.484268.2



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa
Metodo seleccionado	Método A	3* Masa mínima recomendada muestra 5 kg

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Humedad Recomendada ± 1% Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Humedad Recomendada ± 0.1% Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 ½ pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[¾ pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[⅜ pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Guatemala, Guatemala
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny K. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 19]



J. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elío, Lima
 Psje. Nuños N° 122-52 Chilca, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: administrador@silvergeosac.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-04	SG. N°059/2023

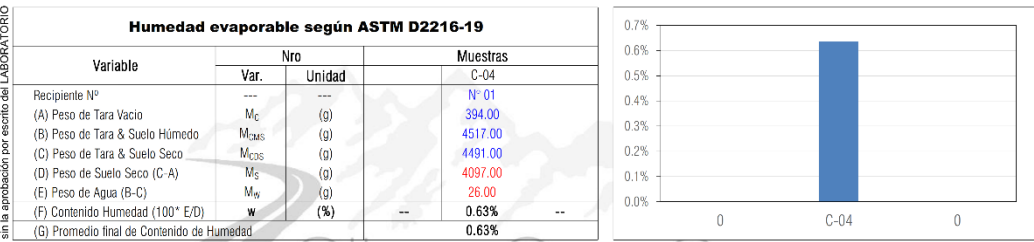
SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : CANTERA
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 CONTENIDO DE HUMEDAD SEGÚN NORMA ASTM D2216-19
 PRESERVACIÓN DE SUELOS (MUESTRAS) SEGÚN NORMA ASTM D4220-14

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el cliente
 Profundidad : 1.50 m.
 Método de Muestreo : Excavación manual
 Napa freática : N.P.
 Identificación de muestra : Cantera Chamisería 02
 Altitud (Cota) : 8,672,761.95 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.3660 N.484553.5



Requisitos mínimos de espécimen de material húmedo seleccionado para el ensayo de humedad como representativo de la muestra total

Condición de la muestra	Muestra alterada	Tamaño máximo partícula % que pasa
Metodo seleccionado	Método A	3* Masa mínima recomendada muestra 5 kg

TABLA 1 - Requisitos mínimos para la masa de la muestra de prueba y la legibilidad de la balanza⁴

Tamaño máximo de partícula (pasa 100%)		Método A		Método B	
Media en, mm	Media en, pulg.	Masa Mínima de Especimen	Humedad Recomendada ± 1% Legibilidad de Balanza (g)	Masa Mínima de Especimen	Humedad Recomendada ± 0.1% Legibilidad de Balanza (g)
75.0 mm	[3 pulg]	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	[1 ½ pulg]	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	[¾ pulg]	250 g	1	3 kg	1
9.50 mm	[⅜ pulg]	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	[N° 4]	20 g	0.1	100 g	0.1
2.00 mm	[N° 10]	20 g	0.1	20 g	0.01

⁴ Si los datos del contenido de agua se van a utilizar para calcular otras relaciones, como masa húmeda o seca, peso unitario húmedo o seco o densidad total o seca, entonces la masa de la muestra de hasta 200 g debe determinarse utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis L.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
 Guatemala, Guatemala
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny K. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 20]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-01	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : CANTERA
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:


Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.50 m. Altitud (Cota) : 8,674,874.92 m.s.n.m.
Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.3316 N.467421.3
Identificación de muestra : Cantera Aremi tercera

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15				
DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UND	N° ESPÉCIMEN	
			E - 01	E - 02
Temperatura del Agua		°C	23.0 °C	23.0 °C
Número de Bandeja		N°	N° 02	N° 03
Masa de la Bandeja		gr	401.0	422.0
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al aire SSD		gr	3649.0	3648.0
Masa de la Muestrada Seca al aire SSD	[B]	gr	3173.0	3175.0
Masa de la Canastilla Sumergida		gr	429.6	428.6
Masa de la Canastilla + Masa de la Muestra Sumergida		gr	2383.0	2407.9
Masa de la Muestra Sumergida	[C]	gr	1953.4	1979.3
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno		gr	3639.0	3947.0
Masa de la Muestra Secada al Horno	[A]	gr	3139.0	3140.0
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	[A] / [B - C]		2.57	2.63
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	[B] / [B - C]		2.60	2.66
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	[A] / [A - C]		2.65	2.71
% Absorción	[100] x [(B - A) / A]		1.1	1.1

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO	
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	2.60
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	2.63
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	2.68
% Absorción	1.10

Método de Preparación de la Muestra: Desde su Humedad Natural



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
Asociación Geotécnica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
[Pág. 21]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-02	SG. N°059/2023

SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald

PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : CANTERA
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:


Modalidad : Muestreo por el cliente Profundidad : 1.50 m. Altitud (Cota) : 8,674,346.87 m.s.n.m.
Método de Muestreo : Excavación manual Napa freática : N.P. Coordenadas UTM : E.3324 N.467752.7
Identificación de muestra : Cantera Los Angeles

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15				
DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UND	N° ESPÉCIMEN	
			E - 01	E - 02
Temperatura del Agua		°C	23.0 °C	23.0 °C
Número de Bandeja		N°	N° 04	N° 05
Masa de la Bandeja		gr	415.0	410.0
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al aire SSD		gr	3594.0	3601.0
Masa de la Muestrada Seca al aire SSD	[B]	gr	3118.0	3128.0
Masa de la Canastilla Sumergida		gr	439.7	431.4
Masa de la Canastilla + Masa de la Muestra Sumergida		gr	2352.0	2361.0
Masa de la Muestra Sumergida	[C]	gr	1912.3	1929.6
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno		gr	3840.0	3786.0
Masa de la Muestra Secada al Horno	[A]	gr	3096.0	3099.0
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	[A] / [B - C]		2.57	2.59
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	[B] / [B - C]		2.59	2.61
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	[A] / [A - C]		2.62	2.65
% Absorción	[100] x [(B - A) / A]		0.7	0.9

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO	
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	2.58
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	2.60
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	2.63
% Absorción	0.82

Método de Preparación de la Muestra: Desde su Humedad Natural



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
Asociación Geotécnica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
[Pág. 22]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-03	SG. N°059/2023


SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	
Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación manual Identificación de muestra : Cantera Chamisería 01	Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P. Altitud (Cota) : 8,672,882.46 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3633 N.484268.2

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15				
DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UND	N° ESPÉCIMEN	
			E - 01	E - 02
Temperatura del Agua		°C	23.0 °C	23.0 °C
Número de Bandeja		N°	N° 06	N° 07
Masa de la Bandeja		gr	403.0	408.0
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al aire SSD		gr	3940.0	3951.0
Masa de la Muestrada Seca al aire SSD	[B]	gr	3410.0	3422.0
Masa de la Canastilla Sumergida		gr	441.3	443.5
Masa de la Canastilla + Masa de la Muestra Sumergida		gr	2648.0	2640.0
Masa de la Muestra Sumergida	[C]	gr	2206.7	2196.5
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno		gr	3810.0	3766.0
Masa de la Muestra Secada al Horno	[A]	gr	3373.0	3387.0
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	[A] / [B - C]		2.80	2.76
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	[B] / [B - C]		2.83	2.79
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	[A] / [A - C]		2.89	2.85
% Absorción	[100] x [(B - A) / A]		1.1	1.0

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO	
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	2.78
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	2.81
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	2.87
% Absorción	1.07

Método de Preparación de la Muestra: Desde su Humedad Natural



OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
Asociación Geotécnica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
[Pág. 23]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
28-04-23	16-05-23	C-04	SG. N°059/2023


SOLICITANTE: Pardave Ames, Elmer Ronald	PROYECTO: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : CANTERA DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS: - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el cliente Método de Muestreo : Excavación manual Identificación de muestra : Cantera Chamisería 02	
Profundidad : 1.50 m. Napa freática : N.P.	
Altitud (Cota) : 8,672,761.95 m.s.n.m. Coordenadas UTM : E.3660 N.484553.5	

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO


DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15				
DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UND	N° ESPÉCIMEN	
			E - 01	E - 02
Temperatura del Agua		°C	23.0 °C	23.0 °C
Número de Bandeja		N°	N° 08	N° 09
Masa de la Bandeja		gr	413.0	404.0
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al aire SSD		gr	3932.0	3929.0
Masa de la Muestrada Seca al aire SSD	[B]	gr	3465.0	3460.0
Masa de la Canastilla Sumergida		gr	450.5	448.8
Masa de la Canastilla + Masa de la Muestra Sumergida		gr	2670.0	2678.0
Masa de la Muestra Sumergida	[C]	gr	2219.5	2229.2
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno		gr	3879.0	3869.0
Masa de la Muestra Secada al Horno	[A]	gr	3430.0	3427.0
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	[A] / [B - C]		2.75	2.78
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	[B] / [B - C]		2.78	2.81
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	[A] / [A - C]		2.83	2.86
% Absorción	[100] x [(B - A) / A]		1.0	1.0

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO	
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	2.77
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	2.80
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	2.85
% Absorción	0.99

Método de Preparación de la Muestra: Desde su Humedad Natural



Muestra Seca al Horno



Condición SSD

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Hans Y.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEO SAC.
Asociación Geotécnica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
Ing. Civil Johnny R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.F. N° 204352

RUC: 20601685524
[Pág. 24]

Anexo 5: Constancia de pago



COTIZACIÓN

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería.

Indecopi Resolución N° 004588-2018/DSD

RUC: 20601685524

COTIZACIÓN - SG.0-34-2023_02

MARTES, 18 DE ABRIL DE 2023

Señor : 70268420 Pardave Ames, Elmer Ronald

Atención :

Referencia : Tesis: Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Lima -2023

F. Pago : 50% de adelanto y 50% a la entrega del informe de resultados

En atención a su solicitud, ponemos a su consideración propuesta de cotización correspondientes a los productos y servicios de su interés.

ÍTEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL ENSAYO	NORMAS TECNICAS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB. TOTAL
1	SH-001	Ensayo de suelos para evaluación de propiedades de cantera	Varios	4	S/300.00	S/1,200.00
	SU-004	Contenido Humedad de un Suelo	NTP 339.127			
	SU-014	Ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200 (75 um)	NTP 339.132			
	SU-005	Análisis Granométrico por tamizado	NTP 339.128			
	SU-009	Determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129			
	SU-016	Clasificación de Suelos para Ingeniería (SUCS)	NTP 339.134			
	SU-024	Proctor Modificado (máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad)	NTP 339.141			
	SU-029	CBR al 95% MDS y CBR al 100% MDS	NTP 339.145			
	AG-015	Degradación en agregados por abrasión en la máquina de Los Ángeles	NTP 400.019			
2	AG-030	Práctica estándar para la corrección del peso unitario y el contenido de agua para suelos que contienen partículas de gran tamaño	ASTM D4718	4	S/120.00	S/480.00
	CC-001	Corrección por grava de sobre tamaño	---			
	CC-002	Contenido de humedad	NTP 339.027			
	CC-003	Gravedad específica de agregado grueso	NTP 400.021			

Son: MIL SEISCIENTOS OCHENTA CON 00/100 SOLES

Sub Total : S/. 1,680.00
IGV (18 %) :
TOTAL : S/. 1,680.00

CONDICIONES Y OBSERVACIONES:

- Los precios no incluye el impuesto general a las ventas (IGV)
- Los precios unitarios incluyen todos los gastos asociados de los ensayos en laboratorio
- El servicio cotizado cumple con los requisitos de las normas NTP (Norma Técnica Peruana), ASTM (American Society for Testing and Materials), AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y ACI (American Concrete Institute) para ensayos de laboratorio.
- Los equipos para los servicios cotizados se encuentran operativos y con su respectivo Certificado de Calibración.

Adelanto 26-04-23 S/. 500.00
Adelanto 13-05-23 S/. 600.00
Pendiente pago **S/. 580.00**

CUENTAS BANCARIAS:



Banco de Crédito del Perú Cuenta corriente en Soles: 355- 2609827-0-45
Código de Cuenta Interbancario (CCI): 002-355-002609827045-62



Banco Interbank Cuenta corriente en Soles: 500- 3001782711
Código de Cuenta Interbancario (CCI): 003-500-003001782711-61

Sin otro particular y a la espera de su aprobación, quedamos de Usted.

Eulogio Silvestre
955505584
Gerente General
silvergeosac@gmail.com
20601685524 - SILVER GEOTEC S.A.C.

HUANCAYO: Psje: Nuñez N° 122-152 Chilca - Huancayo - Junin / Nro Telf. 955505584 / silvergeosac@gmail.com

Anexo 6: Certificado de calibración de equipos



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
Psje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
Celular: 964046688 / 955505584
Teléfono Fijo: 064-212021
Correo: silvergeosac@gmail.com



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración

TC - 09248 - 2022

Profoma : 11317A Fecha de emisión : 2022-09-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chilca

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
N° de Serie : 8336130194
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 10 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : CHINA
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-09-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, 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.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-00555-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-06242-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-06243-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-06244-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-06809-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

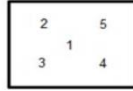
Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	57 %	58 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	7	-2	1	30000	30 000	8	-3
2		15 000	5	0	2		30 000	8	-3
3		15 000	5	0	3		30 000	8	-3
4		15 000	6	-1	4		30 000	7	-2
5		15 000	6	-1	5		30 000	7	-2
6		15 000	5	0	6		30 000	8	-3
7		15 000	7	-2	7		30 000	8	-3
8		15 000	7	-2	8		30 000	7	-2
9		15 000	6	-1	9		30 000	8	-3
10		15 000	5	0	10		30 000	8	-3
Emax - Emin (g)					1				
e.m.p. ± (g)					30				



Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec				e.m.p. ± (g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	100	100	6	-1	10000	10 000	7	-2	-1	20
2		100	4	1		10 000	5	0	-1	
3		100	7	-2		10 000	6	-1	1	
4		100	7	-2		10 000	6	-1	1	
5		100	5	0		10 000	5	0	0	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	58 %	57 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100	100	6	-1						
200	200	7	-2	-1	200	6	-1	0	10
1 000	1 000	6	-1	0	1 000	7	-2	-1	10
5 000	5 000	6	-1	0	5 000	6	-1	0	10
7 000	7 000	4	1	2	7 000	5	0	1	20
10 000	10 000	5	0	1	10 000	6	-1	0	20
15 000	15 000	7	-2	-1	15 000	7	-2	-1	20
17 000	17 000	6	-1	0	17 000	7	-2	-1	20
20 000	20 000	7	-2	-1	20 000	6	-1	0	20
25 000	25 000	7	-2	-1	25 000	7	-2	-1	30
30 001	30 000	8	-4	-3	30 000	7	-3	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 3,60 \times 10^{-5} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 960 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Certificado de Calibración

TC - 09249 - 2022

Profirma : 11317A Fecha de emisión : 2022-09-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín-Huancayo-Chilca

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : PR2202/E
N° de Serie : B935184778
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,5 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-09-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Lugar de calibración
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, 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.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 09249 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	16,2 °C	15,9 °C
Humedad Relativa	52 %	50 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 000,000	1 000,00	5	0	1	2 000,000	2 000,00	6	-1
2		1 000,01	7	8	2		2 000,01	8	7
3		1 000,01	7	8	3		2 000,00	4	1
4		1 000,00	5	0	4		2 000,01	8	7
5		1 000,00	6	-1	5		2 000,01	7	8
6		1 000,00	4	1	6		2 000,00	5	0
7		1 000,01	8	7	7		2 000,00	4	1
8		1 000,00	4	1	8		2 000,01	8	7
9		1 000,00	5	0	9		2 000,01	7	8
10		1 000,01	7	8	10		2 000,00	4	1
Emáx - Emin (mg)				9	Emáx - Emin (mg)				9
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				200



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 09902 - 2022

Proforma : 11317 Fecha de Emisión : 2022-09-10

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : P.J. NUÑEZ NRO. 122 JUNIN-HUANCAYO-CHILCA

EQUIPO : HORNO
Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STHX-1A
Número de Serie : 16635
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Circulación del aire : Ventilación natural
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-09-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	0 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	DIGITAL	0 °C a 300 °C	0,1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, 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.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	14,6 °C	56 %hr	221 V
Final	15 °C	51 %hr	221 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

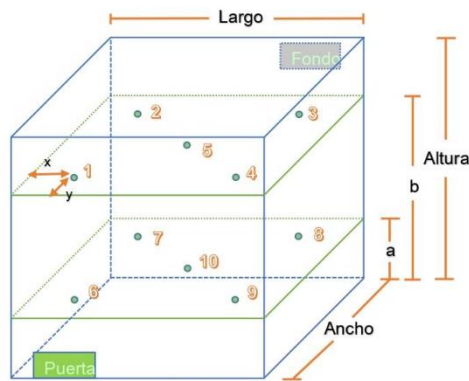


Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Largo : 50,0 cm a : 5,0 cm x : 6,0 cm
Ancho : 38,0 cm b : 34,0 cm y : 5,0 cm
Altura : 50,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
I	: Indicación del termómetro del equipo.	Tprom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MÍN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
115 °C ± 5 °C	115 °C	240 min	30%	MUESTRAS DE PIEDRA

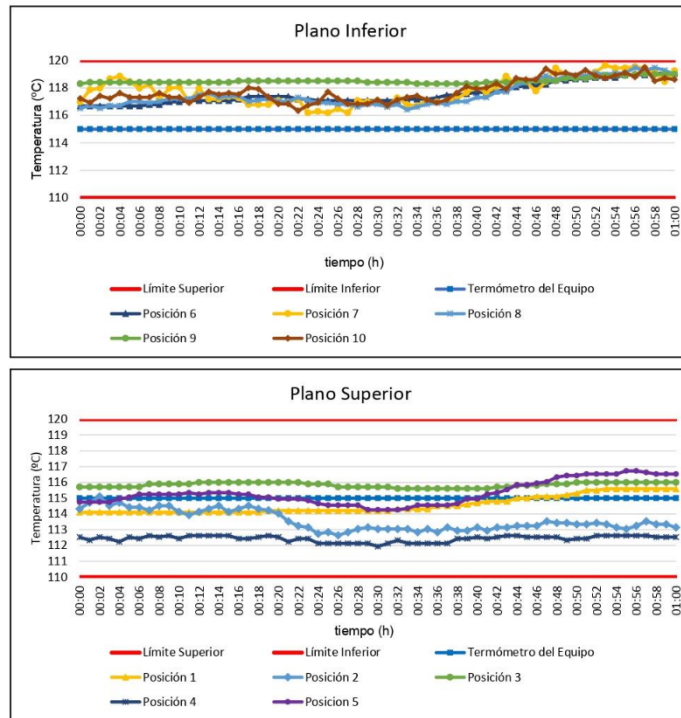
t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmáx Tmín (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	115,0	114,1	114,3	115,7	112,5	114,8	116,7	117,0	116,5	118,3	117,2	115,7	5,8
00:01	115,0	114,1	114,7	115,7	112,3	114,8	116,7	117,9	116,7	118,4	116,9	115,8	6,1
00:02	115,0	114,1	115,1	115,7	112,5	114,8	116,7	118,0	116,5	118,4	117,4	115,9	5,9
00:03	115,0	114,1	114,5	115,7	112,4	114,8	116,7	118,7	116,7	118,4	117,2	115,9	6,2
00:04	115,0	114,1	114,7	115,7	112,2	115,0	116,7	118,9	116,7	118,4	117,6	116,0	6,6
00:05	115,0	114,1	114,4	115,7	112,5	115,0	116,7	118,5	117,0	118,4	117,3	116,0	5,9
00:06	115,0	114,1	114,4	115,7	112,4	115,2	116,7	118,0	117,0	118,4	117,3	115,9	6,0
00:07	115,0	114,1	114,2	115,9	112,6	115,2	116,8	118,3	116,9	118,4	117,3	116,0	5,8
00:08	115,0	114,1	114,5	115,9	112,5	115,2	116,8	117,2	117,0	118,4	117,6	115,9	5,9
00:09	115,0	114,1	114,5	115,9	112,6	115,2	117,0	118,0	117,2	118,4	117,3	116,0	5,8
00:10	115,0	114,1	114,1	115,9	112,4	115,2	117,0	118,1	117,2	118,4	117,3	116,0	6,0
00:11	115,0	114,1	113,9	115,9	112,6	115,3	117,1	117,0	117,2	118,4	116,9	115,9	5,8
00:12	115,0	114,1	114,1	116,0	112,6	115,2	117,1	118,0	117,5	118,4	117,3	116,0	5,8
00:13	115,0	114,1	114,3	116,0	112,6	115,3	117,1	117,2	117,6	118,4	117,7	116,0	5,8
00:14	115,0	114,1	114,5	116,0	112,6	115,3	117,1	117,2	117,3	118,4	117,5	116,0	5,8
00:15	115,0	114,1	114,1	116,0	112,6	115,3	117,1	117,4	117,4	118,4	117,6	116,0	5,8
00:16	115,0	114,1	114,3	116,0	112,4	115,2	117,2	117,3	117,4	118,5	117,5	116,0	6,1
00:17	115,0	114,1	114,5	116,0	112,4	115,2	117,4	116,8	117,0	118,5	118,0	116,0	6,1
00:18	115,0	114,1	114,3	116,0	112,5	115,0	117,4	116,8	117,1	118,5	117,9	116,0	6,0
00:19	115,0	114,2	114,2	116,0	112,6	115,0	117,4	116,8	117,2	118,5	117,3	115,9	5,9
00:20	115,0	114,2	114,0	116,0	112,5	115,0	117,4	117,1	117,0	118,5	116,8	115,9	6,0
00:21	115,0	114,2	113,5	116,0	112,2	115,0	117,4	117,0	117,0	118,5	116,8	115,8	6,3
00:22	115,0	114,2	113,2	116,0	112,4	115,0	117,2	117,2	117,3	118,5	116,3	115,7	6,1
00:23	115,0	114,2	113,1	115,9	112,4	114,9	117,2	116,2	117,1	118,5	116,7	115,6	6,1
00:24	115,0	114,2	112,7	115,9	112,1	114,7	117,1	116,3	116,9	118,5	116,9	115,5	6,4
00:25	115,0	114,2	112,8	115,9	112,1	114,6	117,1	116,2	116,9	118,5	117,7	115,6	6,4
00:26	115,0	114,2	112,7	115,7	112,1	114,6	117,1	116,5	116,8	118,5	117,2	115,5	6,4
00:27	115,0	114,2	112,8	115,7	112,1	114,6	117,1	116,2	116,8	118,5	116,8	115,5	6,4
00:28	115,0	114,2	113,0	115,7	112,1	114,6	117,1	117,1	116,6	118,5	116,8	115,6	6,4
00:29	115,0	114,2	113,1	115,7	112,1	114,3	117,1	117,0	116,8	118,4	116,8	115,6	6,3
00:30	115,0	114,2	113,0	115,7	111,9	114,3	117,1	117,1	116,8	118,4	117,1	115,6	6,5

t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{máx} T _{mín} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:31	115,0	114,2	113,0	115,7	112,1	114,3	117,1	116,7	116,6	118,4	116,7	115,5	6,3
00:32	115,0	114,3	113,0	115,6	112,3	114,3	117,1	117,3	116,8	118,4	117,1	115,6	6,1
00:33	115,0	114,3	113,0	115,6	112,1	114,4	117,2	116,8	116,4	118,4	117,3	115,6	6,3
00:34	115,0	114,3	112,8	115,6	112,1	114,6	117,2	116,7	116,6	118,3	117,4	115,6	6,2
00:35	115,0	114,3	113,0	115,6	112,1	114,6	117,2	117,1	116,8	118,3	117,1	115,6	6,2
00:36	115,0	114,5	112,8	115,6	112,1	114,6	117,3	117,0	116,9	118,3	116,9	115,6	6,2
00:37	115,0	114,5	113,1	115,6	112,1	114,6	117,5	117,1	116,8	118,3	117,1	115,7	6,2
00:38	115,0	114,5	112,9	115,6	112,4	114,7	117,5	117,2	117,0	118,3	117,6	115,8	5,9
00:39	115,0	114,6	112,9	115,6	112,4	115,0	117,6	117,7	117,0	118,3	118,1	115,9	5,9
00:40	115,0	114,7	113,1	115,6	112,5	115,0	117,7	118,1	117,3	118,3	117,9	116,0	5,8
00:41	115,0	114,8	112,9	115,6	112,4	115,2	117,7	117,7	117,3	118,4	118,0	116,0	6,0
00:42	115,0	114,8	113,1	115,7	112,5	115,3	117,8	118,1	117,7	118,4	118,3	116,2	5,9
00:43	115,0	114,8	113,1	115,7	112,6	115,5	117,9	118,9	117,7	118,4	117,9	116,3	6,2
00:44	115,0	115,0	113,2	115,8	112,6	115,8	118,1	118,3	118,2	118,5	118,7	116,4	6,1
00:45	115,0	115,0	113,2	115,8	112,5	115,8	118,2	118,5	118,4	118,5	118,6	116,5	6,1
00:46	115,0	115,1	113,2	115,8	112,5	115,9	118,3	117,8	118,6	118,5	118,6	116,4	6,1
00:47	115,0	115,1	113,5	115,9	112,5	116,0	118,3	118,5	118,9	118,5	119,4	116,7	6,9
00:48	115,0	115,1	113,4	115,9	112,5	116,3	118,6	119,4	118,6	118,5	119,0	116,7	6,9
00:49	115,0	115,2	113,4	115,9	112,3	116,4	118,6	119,0	118,9	118,7	119,1	116,7	6,8
00:50	115,0	115,3	113,3	116,0	112,4	116,4	118,7	118,9	118,9	118,7	118,9	116,7	6,5
00:51	115,0	115,5	113,3	116,0	112,4	116,5	118,7	118,8	118,9	118,7	119,3	116,8	6,9
00:52	115,0	115,5	113,4	116,0	112,6	116,5	118,8	119,1	119,1	118,8	118,9	116,9	6,5
00:53	115,0	115,6	113,3	116,0	112,6	116,5	118,8	119,6	119,0	118,9	118,7	116,9	7,0
00:54	115,0	115,6	113,1	116,0	112,6	116,5	118,8	119,4	119,1	118,9	118,9	116,9	6,8
00:55	115,0	115,6	113,0	116,0	112,6	116,7	119,0	119,4	119,1	118,9	119,1	116,9	6,8
00:56	115,0	115,6	113,2	116,0	112,6	116,7	119,0	119,5	119,5	119,0	118,8	117,0	6,9
00:57	115,0	115,6	113,5	116,0	112,6	116,6	119,0	119,4	119,3	119,0	119,5	117,1	6,9
00:58	115,0	115,6	113,3	116,0	112,5	116,5	119,1	119,1	119,5	119,0	118,5	116,9	6,9
00:59	115,0	115,6	113,3	116,0	112,5	116,5	119,1	118,5	119,3	119,0	118,7	116,8	6,7
01:00	115,0	115,6	113,1	116,0	112,5	116,5	119,1	119,2	119,0	119,0	118,6	116,9	6,7
T.PROM	115,0	114,6	113,6	115,8	112,4	115,3	117,6	117,8	117,5	118,5	117,8	116,1	
T.MAX	115,0	115,6	115,1	116,0	112,6	116,7	119,1	119,6	119,5	119,0	119,5		
T.MIN	115,0	114,1	112,7	115,6	111,9	114,3	116,7	116,2	116,4	118,3	116,3		
DTT	0,0	1,5	2,5	0,4	0,7	2,5	2,4	3,5	3,1	0,7	3,2		

RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	119,6	0,8
Temperatura Mínima Medida	111,9	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,1	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3,5	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,7	0,05
Uniformidad Medida	7,0	0,7

GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-09250-2022

PROFORMA : 11317A Fecha de emisión : 2022 - 09 - 08 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junin-Huancayo-Chilca

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CBR MARSHALL
Marca : PINZUAR
Modelo : PS-27
N° Serie : 299
Intervalo de Indicación : 50 kN
Resolución : 0,01 kN
Procedencia : No Indica
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022 - 09 - 07

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando un instrumento patrón calibrado.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	16,4°C	16,4°C
HUMEDAD RELATIVA	49,0%	49,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, 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.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316

Certificado : TC-09250-2022
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga 3MN 5000 Kn	12821C

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kN)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
5,04	5,02	0,02	0,01
10,07	9,93	0,14	0,01
20,03	19,73	0,30	0,01
30,01	29,50	0,51	0,01
35,02	34,51	0,51	0,01
40,02	39,46	0,56	0,01
45,03	44,41	0,62	0,01
50,00	49,35	0,65	0,01

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 7: Panel fotográfico



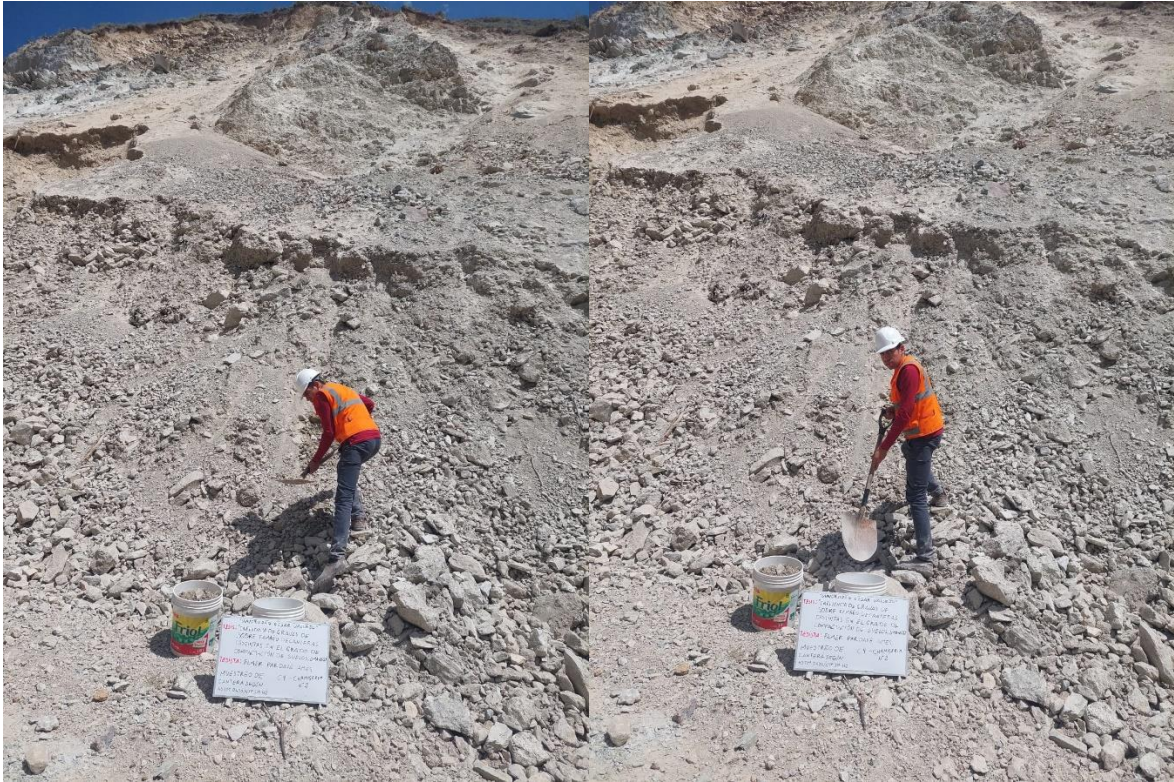
Fotografía 1: Cantera los Ángeles



Fotografía 2: Cantera Aremi Tercera



Fotografía 3: Cantera Chamisería 01



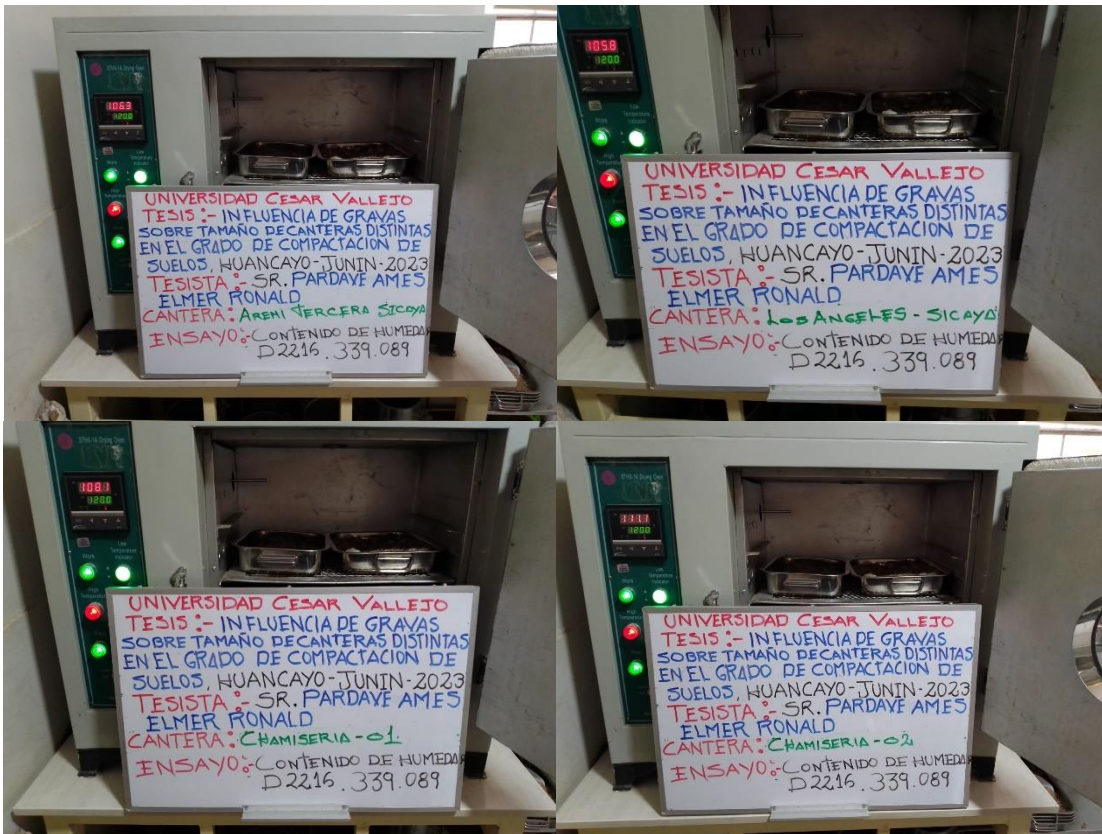
Fotografía 4: Cantera Chamisería 02



Fotografía 5: Cuarteo de muestras



Fotografía 6: Muestreo de material.



Fotografía 7: Contenido de humedad.



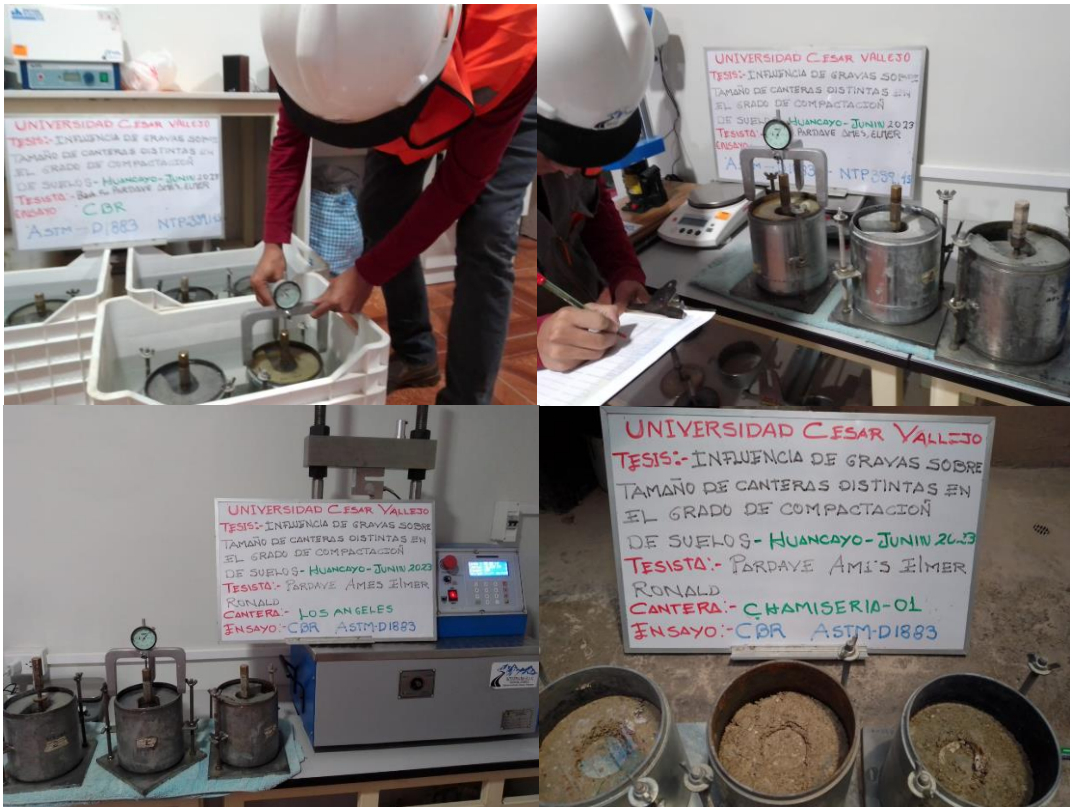
Fotografía 8: Análisis granulométrico.



Fotografía 9: Límites de Atterberg.



Fotografía 10: Proctor modificado



Fotografía 11: CBR



Fotografía 12: Contenido de humedad y gravedad específica de las gravas de sobre tamaño



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de gravas de sobre tamaño de canteras distintas en el grado de compactación de suelos, Huancayo – Junín – 2023", cuyo autor es PARDAVE AMES ELMER RONALD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 03 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 15-07- 2023 22:03:07

Código documento Trilce: TRI - 0566248