



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Adición del aceite sulfonado y cemento en la resistencia del material
base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Chircca Llacchuarimay, Jhonatan (orcid.org/0000-0003-0047-3206)

ASESOR:

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (orcid.org/0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis va dedicado primeramente a mis seres queridos que me dieron la vida y el constante apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera universitaria, también dedico a mis hermanos por su apoyo incondicional en mi carrera de titulación.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme todo lo que quiero en esta vida, segundo agradezco a mis padres por criarme de una forma muy estricta y responsable segundo agradezco a mis hermanos por tenerme la confianza y siempre creer en mí.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILLAR QUIROZ JOSUALDO CARLOS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC", cuyo autor es CHIRCCA LLACCHUARIMAY JHONATAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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, 29 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JOSUALDO CARLOS VILLAR QUIROZ DNI: 40132759 ORCID: 0000-0003-3392-9580	Firmado electrónicamente por: JVILLARQ el 09-03- 2024 11:08:08

Código documento Trilce: TRI - 0739049



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CHIRCCA LLACCHUARIMAY JHONATAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHONATAN CHIRCCA LLACCHUARIMAY DNI: 71087717 ORCID: 0000-0003-0047-3206	Firmado electrónicamente por: CHIRCCA el 29-02- 2024 22:03:58

Código documento Trilce: TRI - 0739047

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II. - MARCO TEÓRICO.....	9
III. – METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	24
3.2. Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	29
3.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	40
3.7. Aspectos éticos.....	43
IV. RESULTADOS.....	44
V. DISCUSIÓN.....	65
VI. CONCLUSIÓN.....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	73
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Representación de diseño cuasiexperimental	26
Tabla 2 Matriz de identificación y clasificación de las variables	27
Tabla 3 Operacionalización de variables	28
Tabla 4 Cantidad de muestras para realizar el ensayo de CBR en 4 canteras	31
Tabla 5 Cantidad de muestras para realizar el ensayo Proctor modificado en 4 canteras	31
Tabla 6 Cantidad de muestra para realizar el ensayo de granulometría en 4 canteras	31
Tabla 7 Tabla general de muestras ensayadas CBR, Proctor modificado, Granulometría	31
Tabla 8 Instrumentos y validación de recolección de datos	32
Tabla 9 Parámetros de limite liquido	37
Tabla 10 Información del factor	41
Tabla 11 Análisis de varianza	41
Tabla 12 Resumen del modelo	41
Tabla 13 Medidas	41
Tabla 14 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Ccoyahuacho)	52
Tabla 15 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Ccoyahuacho)	52
Tabla 16 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Antapata)	52
Tabla 17 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Antapata)	53
Tabla 18 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Suilluacca)	53
Tabla 19 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Suilluacca)	53
Tabla 20 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Sol naciente)	54
Tabla 21 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Sol naciente)	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1	Diagrama del diseño de investigación	25
Figura 2	Muestra a evaluar con aditivo aceite sulfonado y cemento	30
Figura 3	Procedimiento para el proyecto de investigación	33
Figura 4	Cuarteo de material granular	34
Figura 5	Tamizado ordenado de los tamices	35
Figura 6	Cuchara manual de casa Grande	36
Figura 7	Método para determinar límite plástico	36
Figura 8	Instrumentos para la realización de CBR	37
Figura 9	Curva densidad seca - humedad de compactación	38
Figura 10	Maquina para ensayo de CBR	39
Figura 11	Molde de compactación para ensayo de CBR	39
Figura 12	Análisis de datos con software Minitab	40
Figura 13	Intervalo de cantidad vs material base granular	42
Figura 14	Ensayo de CBR al 100% con penetración de 0.1"	42
Figura 15	Ensayo de Proctor Modificado	43
Figura 16	Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	44
Figura 17	Curva granulométrica muestra 2 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	44
Figura 18	Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	45
Figura 19	Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	45
Figura 20	Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Antapata (Patrón)	46
Figura 21	Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Antapata (Patrón)	46
Figura 22	Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Antapata (Patrón)	47
Figura 23	Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Antapata (Patrón)	47
Figura 24	Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Suilluacca (Patrón)	48
Figura 25	Curva granulométrica muestra 2 de la cantera Suilluacca (Patrón)	48
Figura 26	Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Suilluacca (Patrón)	49
Figura 27	Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Suilluacca (Patrón)	49

Figura 28 Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Sol naciente (Patrón)	50
Figura 29 Curva granulométrica muestra 2 de la cantera Sol naciente (Patrón)	50
Figura 30 Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Sol naciente (Patrón)	51
Figura 31 Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Sol naciente (Patrón)	51
Figura 32 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	55
Figura 33 Resultado Proctor modificado M - 2 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	55
Figura 34 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)	56
Figura 35 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Ccoyahuacho (Sulfonado 0.30 lt/m ³ + 2.5% de cemento)	56
Figura 36 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m ³ +2.5% de cemento) en la cantera Ccoyahuacho	57
Figura 37 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Antapata (Patrón)	57
Figura 38 Resultado Proctor modificado M – 2 de la cantera Antapata (Patrón)	58
Figura 39 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Antapata (Patrón)	58
Figura 40 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Antapata (Sulfonado 0.30 lt/m ³ + 2.5% de cemento)	59
Figura 41 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m ³ +2.5% de cemento) en la cantera Antapata	59
Figura 42 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Suilluacca (Patrón)	60
Figura 43 Resultado Proctor modificado M – 2 de la cantera Suilluacca (Patrón)	60
Figura 44 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Suilluacca (Patrón)	61
Figura 45 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Suilluacca (Sulfonado 0.30 lt/m ³ + 2.5% de cemento)	61
Figura 46 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m ³ +2.5% de cemento) en la cantera Suilluacca	62
Figura 47 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Sol Naciente (Patrón)	62

Figura 48 Resultado Proctor modificado M – 2 de la cantera Sol Naciente (Patrón)	63
Figura 49 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Sol Naciente (Patrón)	63
Figura 50 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Suilluacca (Sulfonado 0.30 lt/m ³ + 2.5% de cemento)	64
Figura 51 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m ³ +2.5% de cemento) en la cantera Sol Naciente	64

RESUMEN

Esta investigación se lleva a cabo en la provincia de Andahuaylas donde se tuvo como objetivo general determinar la influencia de la incorporación del aceite sulfonado y cemento en la resistencia del material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023. La investigación se encuentra encaminada en un diseño experimental, además es de diseño cuasi experimental, La población es todo el material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023. se aplicó la observación directa y revisión documental de las normas del MTC y ASTM para el CBR mínimo y los parámetros, en el análisis de datos el método a usar será la Inferencia estadística donde se determinara la prueba de hipótesis donde se evaluó el material base de material granular con fines de pavimentación incorporando el aditivo de aceite sulfonado y cemento siendo relevante el análisis de la varianza Anova – correlación de Pearson que es la más usada para probar las hipótesis nulas. Breve descripción del problema a nivel de la provincia de Andahuaylas es que en las arterias principales de bajo volumen de tránsito están presentando fallas superficiales, lográndose apreciar notablemente en carreteras no pavimentadas, se determinó la influencia de la incorporación de aceite sulfonado y de cemento en la cantera Sol Naciente obteniendo valores positivos en los ensayos granulometría y CBR y Proctor entre ellos destaca la resistencia mayor de 120% con respecto al patrón (prom) 50.8%, este material cumple para el uso de base granular con fines de pavimentación.

Palabras clave: Aceite sulfonado, cemento, CBR, Material granular

ABSTRACT

This research is carried out in the province of Andahuaylas where the general objective was to determine the influence of the incorporation of sulfonated oil and cement on the resistance of the granular base material for paving purposes Andahuaylas Apurímac 2023. The research is underway in an experimental design, it is also a quasi-experimental design. The population is all the granular base material for paving purposes Andahuaylas Apurímac 2023. Direct observation and documentary review of the MTC and ASTM standards for the minimum CBR and the parameters were applied. In the data analysis, the method to be used will be the Statistical Inference where the hypothesis test will be determined where the base material of granular material was evaluated for paving purposes incorporating the additive of sulfonated oil and cement, the Anova variance analysis being relevant. – Pearson correlation which is the most used to test null hypotheses. Brief description of the problem at the level of the province of Andahuaylas is that the main arteries with low traffic volume are presenting superficial failures, which can be seen notably on unpaved roads, the influence of the incorporation of sulfonated oil and cement in the Sol Naciente quarry obtaining positive values in the granulometry and CBR and Proctor tests, among them the resistance greater than 120% with respect to the pattern (average) 50.8% stands out, this material complies for the use of granular base for paving purposes.

Keywords: Sulfonated oil, cement, CBR, Granular material

I.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se conoce que el elemento del material granular que es usado como material de capa estructural de las subbases granulares, bases y en los diferentes tipos de los pavimentos a este material se suele considerar como materiales “inertes”, que no son capaces de sufrir deterioros substanciales a lo largo de su vida útil. Sin embargo, investigadores en el tema han demostrado que estos materiales que cumplen funciones estructurales vienen a ser susceptibles a la degradación debido a que se hacen presente muchos factores inherentes a los procesos de construcción y producción de la infraestructura vial, actualmente se conoce dos tipos de degradación: (1) degradación química es la que trata en una descomposición mineralógica con la que están formados los materiales que viene siendo por agentes externos y la mecánica que hacen referencia a los procesos que alteran las propiedades físicas debido a la aplicación de cargas de pesadas y ligeras que se dan sobre el material. (Alarcón, Jiménez y Benítez, 2020).

En Ecuador se viene dando problemas en los pavimentos, en diversas provincias se aprecia con claridad los pavimentos deteriorados, colapsados y que algunos están en constante mantenimiento, esto se ocasiona porque los materiales granulares que están aptos para la construcción de pavimentos no cumplen con la exigencias y parámetros mínimos de durabilidad y lo más importante de resistencia, por lo que mejorar estos parámetros es una alternativa que se propone para lograr alcanzar un proyecto vial terminado que brinde seguridad y que sea eficiente (Aliaga y Lacerda, 2018, p. 86).

En Colombia se aprecia con mucha frecuencia que los materiales granulares encontrados cerca del proyecto de construcción de vías de bajo volumen de tránsito no cumplen con los requisitos de resistencia y durabilidad que son importantes e indispensables en proyectos viales, lo que generara un deterioro prematuro y el inicio de una serie de irregularidades en la superficie del pavimento que afectan la comodidad de quienes transitan por ella. (Bojorque, 2021, p. 83).

En Chile en los proyectos de gran envergadura se llevan a cabo su ejecución sobre suelos granulares gruesos, en su mayoría estos proyectos están destinados a las paralizaciones y como se llegue a termina al colapso por circunstancias de que la resistencia al corte en materiales granulares gruesos (MGG) no llegan a estar en

valor del rango aceptable del parámetro de resistencia (Smith y Dorador, 2019, p. 5).

Las vías en especial en el Perú son las que se consideran vías no pavimentadas éstas en los últimos años están teniendo constantemente demandas en tránsito vehicular mayores a los normal, el problema radica que las vías existentes no tienen las propiedades mecánicas con los mínimos parámetros necesarios para sostener una cantidad de tránsito vehicular, debido a factores que se dan como el tipo de material que se emplean para la construcción de la base granular, cargas llegan a superar el desempeño de la base granular con el cual este asido diseñado y también tiene que ver la falta de mantenimiento que originan innumerables fallas como grietas, baches, ahuellamientos, piel de cocodrilo (Cabezas, Andrade y Santamaria, 2018, p.5).

A nivel Local uno de los principales problemas a nivel de la provincia de Andahuaylas es la cercanía de canteras que brinden materiales de buena calidad esto hace que se busque a distancias muy alejadas del tramos a trabajar, este problema asecha a las obras de infraestructura vial lo que causa que el material sea más costoso por el flete y el precio de material que algunas veces ya cuentan con un dueño, lo que surge la necesidad de usar estabilizantes químicos en las canteras que no cumplen con lo especificado por la norma, así dando una solución al problema local.

La variable de este proyecto de investigación es la resistencia del material de base granular con fines de pavimentación, esta es controlada por el Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) atreves del manual de especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (Eg-2013) donde establece parámetros mínimos de resistencia de CBR.

Cruz y otros (2020), encontró que el uso del aditivo organosilano más una cantidad de aglutinante, determinaron un porcentaje de incremento en el ensayo de: CBR donde notablemente se da en un valor referencial que oscila entre 123% a 333% veces desde un condición patrón a la adición del aditivo organosilano más un porcentaje de aglutinante (cemento), los ensayos realizados durante la investigación es la compresión simple que hace la posible la incrementación de la resistencia en un porcentaje de 837%, en cambio en el ensayo de abrasión se vio una disminución de un porcentaje de 7% hasta 43% en relación a este ensayo

hecho en condiciones de forma normales, por último se ve reflejado el resultado del porcentaje de pérdida total del material realizado en el desgaste a los sulfatos en un porcentaje que oscila entre 17% al 100%, los ensayos realizados de desgaste y abrasión que muestran un resultado que son muy beneficioso al momento de añadir el aditivo el organosilano más un porcentaje de aglutinante (cemento) aumentando notablemente la calidad y resistencia del agregado estudiado lo que influye directamente en el pavimento dando un mayor desempeño en comparación a la muestra patrón y por último el estudio del coeficiente de permeabilidad se refleja en los resultados una tasa de reducción del 34%, este ensayo fue hecho con una sola probeta que fue ensayada con un porcentaje de dosificación de ambos aditivos.

Camacho, Zabala y Flores (2020), encontró que usando el aditivo de aceite sulfonado con una cantidad de (0.30 L/m³) y un aumento de cemento portland en un porcentaje de 1.5%, que esta dosificación determinara de ambos aditivos es realmente óptimo y a su vez bien económico, se identifica que presenta una cierta mejora en el ensayo de Proctor modificando dando un resultado notable de : (MDS) máxima densidad seca valores que oscilan en un 45.42% a 120.64% esto resultados se dan al CBR 100%, mientras tanto los resultados dados al CBR 95% (MDS) máxima densidad seca volares que oscilan en un 29.00% a 103.00%. por lo tanto, se alcanzó llegar a una única conclusión que fue lo siguiente; una vez añadiendo el aditivo químico aceite sulfonado y a la vez una proporción de cemento portland viene generando positivamente una mejora en la estabilización de materiales con fines de pavimentación como en la base granular dando seguridad y confianza incrementando capacidad portante (CBR).

Goñas y Saldaña, (2020) encontró que añadiendo el aditivo aceite sulfonado del tipo de (Perma-Road iónico) tiende a mejorar de forma positiva las propiedades físicas y mecánicas, sobre todo las mecánicas del material granular con fines de pavimentación en la ciudad de Huancayo que este caso se usa para la capa de base, dando un incremento de los parámetros de resistencia usando un material que cumpla condiciones para base granular, esto quedó demostrado con el ensayo establecido del CBR donde se tuvo un notable incremento de 49% en comparación con en el material inalterado de base granular más una adición en porcentaje de 1.1% de cantidad de aceite sulfonado de tipo (Perma-Road) esto es comparado con la muestra natural sin el estabilizante químicos. Por lo contrario, se tuvo una

dosificación de material inalterado de base granular más una adición en porcentaje de +0.7% del aceite sulfonado de tipo (Perma Road) se tuvo un aumento significativo de valores que oscilan entre (61.8 a 83.1) expresado en porcentaje en el ensayo establecido del CBR, siendo este un valor aceptable según los parámetros la normatividad peruana de la entidad que se encarga de las carreteras nacional (MTC y NTE CE.010) estos se usa para controlar las vías conectoras rurales y locales. El desempeño que presentan los materiales de tipo de base granular de con la incorporación en pequeñas proporciones del aditivo químico de aceite sulfonado de tipo Perma-Road en su forma iónica tiende a mejorar positivamente, dando un porcentaje de +0.7% se llegó a los resultados con un espécimen 3 a 55 golpes a un valor de CBR de 83.10%, siendo esta un cálculo de dosificación más óptima y económica posible. Mediante el presente resultado obtenido del material granular de la cantera a cielo abierto del distrito de Pilcomayo es una propuesta para el uso para un material granular con fines de pavimentación como para la capa de bases granulares, estos valores obtenidos han superado lo requerido por la norma peruana (NTE CE.010 y MTC-2013) este valor mínimo establecido de soporte es de 80% para el uso de tráfico de ejes equivalentes que es menor que ($<10^6$).

Se logra precisar y observar que en los tres antecedentes mencionados anteriormente el aditivo químico aceite sulfonado viene haciendo cambios de exponenciales a suelos que carecen de resistencias de CBR menores, aumentando la resistencia con el uso de cantidades mínimos de este aditivo también por otra reduce la plasticidad del suelo mucho de las aplicaciones que se ve son en suelos de subrasante y afirmados muy pocos en los suelos granulares.

La empresa China “Engineering Construction Corporation Sucursal del Perú” ejecuto la obra: “Servicios de gestión, mejoramiento y conservación vial por nivel de servicio del corredor vial: Molinopampa - puente Huarochiri - Pasacancha - Andaymayo - Pomabamba - Piscobamba - San Luis emp.pe -14b (huari)” donde se realizó el diseño vial slurry seal usando una base estabilizada con aceite sulfonado.

La empresa “Consortio del norte” ejecuto la obra: “Mantenimiento periódico del camino vecinal Tramo 1: EMP.AP – Socos – Mitobamba - Dv. Ocobamba – Escorno – EMP. AP-102 (Tres Cruces). Distrito de Ocobamba, provincia de Chincheros,

Departamento de Apurímac” donde se usó el aditivo químico aceite sulfonado para la estabilización de la capa de afirmado.

Uno de los problemas más recientes que está acechando a nivel de la provincia de Andahuaylas es que en las arterias principales como también las vías alternas y las rurales de bajo volumen de tránsito están presentando fallas superficiales, lográndose apreciar notablemente en carreteras no pavimentadas o sea de material de afirmado como también en carreteras asfaltadas y por último en carreteras de tratamientos superficiales estos problemas se hacen más visibles para la población en temporada de lluvias y también cuando se vuelve frecuente el tránsito de carga pesada como vehículos de tipo tráiler y entre otros, a la vez las autoridades locales, distritales, regionales no muestran mucho interés en mantenimiento, rehabilitaciones y mucho menos en invertir en investigaciones innovadoras que solucionen los problemas de la red vial, las fallas superficiales son causadas por la mala calidad de la capa granular que se propuso, también el agua de lluvia al infiltrarse hace que la capa pierda resistencia y durabilidad haciéndolo más vulnerable a fallas y deterioros progresivos de la capa granular, lo que conlleva todo esto es a que el área de comercialización de productos agrícolas disminuya y por ende la activación económica baje como también afectando a los pasajeros que tienen que soportar largas horas de viajes y el costo elevado, esto a la vez hace que el sector turístico se sienta afectado ya que una gran parte de zonas turísticas atractivas y eco amigables se encuentran en las zonas rurales, los malos materiales que se implementan en los proyectos nuevos corren el riesgo de paralizaciones y si se lograra terminar se vería en un tiempo mínimo el deterioro prematuro de las capas del pavimento, la causa por la que los vehículos pesados causan daño a la capa de pavimento es porque la base granular no cuenta con la resistencia ni la durabilidad adecuada para soportar dicho tonelaje, el desconocimiento de las autoridades locales de los conocimientos científicos y la aplicación de nuevas tecnologías en el campo de la ingeniería que son aplicables en obras de infraestructura vial genera retraso en la región y por consiguiente a todos los peruanos.

En la siguiente investigación trata de buscar la cantera más cerca del proyecto y ponerse a investigar en el laboratorio de suelos sobre la mejora de la resistencia de la capa de base granular al momento de adicionar el aditivo químico de aceite

sulfonado añadiendo diferentes porcentajes a la vez se reforzara con la adición de cemento en sus diferentes porcentajes para fine de pavimentación, en caso contrario de no aplicarse este aditivo químico puede ser que el material inalterado de como resultado una baja resistencia, durabilidad, volviéndose más vulnerable al contacto con el agua y por consiguiente sufrir daños donde afecte a la carpeta asfáltica produciendo fallas en la superficiales lo que generaría mayor gasto económico en rehabilitaciones y mantenimientos. se tiene como pregunta general, ¿cuál es la influencia de la incorporación del aceite sulfonado y cemento en la resistencia del material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023?

Se tiene como justificación general, investigar nuevas tecnologías para mejorar la resistencia de la capa de base granular con el aditivo aceite sulfonado y cemento, beneficiando el enriquecimiento de conocimiento en tesis y como también dando solución a la población. Respondiendo las siguientes preguntas:

¿Por qué razón se está haciendo la investigación?

En la actualidad en la provincia de Andahuaylas se lleva a cabo proyectos viales de pequeñas y de grandes envergaduras en donde los que se hace escaso es el buen material de base que cumpla con las exigencias mínimas de la norma lo que conlleva a paralizaciones o extensiones del término del proyecto.

¿Para qué sirve resolver el problema de investigación?

Para dar a conocer una alternativa de solución a las paralizaciones y extensiones de termino que conlleva los proyectos viales de la provincia de Andahuaylas, también establecer una adecuada resistencia y larga durabilidad al material de base granularla a si mismo reactivando la economía local, región y nacional.

¿Qué se va lograr al responder la pregunta?

Con la agregación de los productos químico de aceite sulfonado y cemento se podría acrecentar la resistencia del suelo de CBR del material granular del suelo natural de una cantera escogida en específica, y así lograr la reactivación de los proyectos paralizados.

¿A quiénes sirve esta solución?

Los beneficiarios directos son los proyectos que has sido perjudicado con los escases de materiales de base granulares con una buena calidad de resistencia,

mientras los beneficiarios indirectos son los habitantes de la provincia de Andahuaylas ya que usaran las obras de infraestructura vial terminadas.

Se tiene como justificación teórica, indagar la aplicación de conocimientos innovadores tomando como base a los artículos científicos, revistas indexadas y tesis de pregrado y posgrado realizados en el Perú y en el extranjero para mejorar la resistencia de la capa de base granular con el aditivo químico aceite sulfonado y cemento en sus diferentes porcentajes siguiendo lo indicado en la ficha técnica del aditivo.

Se tiene como justificación práctica, esta investigación trata de añadir el aceite sulfonado y cemento en la en sus distintos porcentajes a un suelo que tienen como finalidad fines de pavimentación, cuya finalidad solucionara la baja resistencia (CBR) del suelo granular, a la vez le dará mayor durabilidad a los proyectos viales donde se aplicaran este aditivo, se tendrá una capa con una menor plasticidad, también hará que este suelo en su estado compactado sea impermeable evitando la filtración de la lluvia, la reducción de costos en los mantenimiento viales.

Se tiene como justificación metodológica, se muestra de una forma experimental donde es posible manejar la variable independiente a nuestro gusto de un enfoque cuantitativo por que se llegara a cuantificar los objetivos e hipótesis obtenidos, se aplicara el instrumento de recolección de datos en donde el investigador no participe para la concentración del recojo y la toma de datos se aplicara las fichas de observación de ensayos de laboratorios de suelos como de granulometría, CBR, la ficha de aplicación del aceite sulfonado.

Se tiene como justificación social, según la agenda 2030 de ONU el trabajo de investigación se inclina más a una Industria innovación e infraestructura por que busca mejorar la resistencia aplicando la estabilización química como también se busca tener un impacto positivo en los proyectos viales dando a servir a la sociedad peruana y del mundo con nuevas técnicas de innovación.

se plantea el **Objetivo general** determinar la influencia de la incorporación del aceite sulfonado y cemento en la resistencia del material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023. Como objetivo específico de tiene (1) Obtener la granulometría del material de la base granular para fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023. (2) Determinar la capacidad portante del suelo CBR adicionando 0.0lt/m³ y 0% de cemento, 0.30lt/m³ de aceite

sulfonado y 2.5% de cemento en el material de base granular para fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023. (3) Determinar el proctor modificado en el material de base granular adicionando 0.0lt/m³ y 0% de cemento, 0.30lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento en el material de base granular para fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023.

A su vez se plantea la hipótesis General, la incorporación del aceite sulfonado y cemento tiene influencia significativa mejorando la resistencia del material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023.

II. - MARCO TEÓRICO

“Evaluación de la resistencia de material fresado más base granular para su empleo como base tratada con cemento en pavimentos flexibles”.

Cantillo y Bautista (2019), en su tesis de pregrado, se determinó el objetivo general de estudiar los cambios de resistencia inconfiada para mezclas de RAP más base granular estabilizadas con cemento en función del porcentaje de RAP y cemento.(p.16) se desarrolló la metodología se realizó la revisión de bibliografías y antecedentes en Colombia del RAP establecer dosificaciones de fresado y base para el ensayo de compactación modificado (CBR), luego se realizó la curva de compactación para tener la humedad y densidad optima de RAP y BG, cálculo de material RAP, BG para 4% y 6%, fundir los especímenes de ensayo según la norma INVG614-13 y curado 7 días. Se midió la resistencia inconfiada análisis de resultados (p.26). se dio como resultado La variación de la resistencia para los especímenes 100% de base granular no se evidencia diferencia significativa respecto a la resistencia a la compresión inconfiada obtenida, ya que los valores entre el 4% y 8% de cemento se encuentran cercanos entre sí con un rango de 3 Mpa a 3,88 Mpa. (36). Conclusión los especímenes de prueba con el 100% de contenido de base granular no mostraron mayor variación en su resistencia, puesto que al 4% y 8% de cemento el incremento de la resistencia no es significativa, por tanto, se concluye que no cumple con los resultados esperados, ya que la gráfica no aumenta y por el contrario disminuye, por lo cual se planteó una primera hipótesis en la cual se consideraba que hubo mal procedimiento de compactación y manipulación al crear los especímenes de prueba o también en la manipulación del equipo de ensayo, pero se realizó una segunda prueba en donde los resultados conservaban valores cercanos y la resistencia no aumentó significativamente.(50).

de este trabajo tomo la idea que se emplea para estabilizar una base granular estabilizada con el aditivo de cemento con fines de pavimentación en el diseño de carretera y como también la metodología que se usó como la variedad de una serie de combinaciones del cemento con el suelo granular y el porcentaje adecuado de cemento que se emplea.

“Evaluación física y mecánica de mezclas fresado y base granular para su empleo como agregados en la conformación de bases estabilizadas de pavimentos flexibles”.

Soler y Duitama (2019), en su tesis de pregrado, se determinó el objetivo general evaluar la influencia de la presencia de RAP en las propiedades físicas y mecánicas convencionales de una base granular, para la conformación de capas de base estabilizada en una estructura de pavimento flexible (p.22). se desarrolló la metodología en base a un proceso experimental, esto se desenvuelve en dos fases principales que son: propiedades mecánicas y físicas, a lo largo de la aplicación se analiza en fases la influencia que causa el RAP, las propiedades establecidas de una BTC en cual se realizaron los siguientes ensayos; iniciando los ensayos con la única finalidad de obtener ciertas características físicas de los materiales, paso siguiente es terminar las características mecánicas y para finalizar se determinó el ensayo de extracción aplicando como muestra en asfalto para el fresado. Se prosiguió a determinar la caracterización a nivel de capa: Mezcla (50 % de fresado), Base granular con (0 % de fresado), Fresado (100 % de fresado). (p.40). Se tiene que tener en cuenta que los resultados obtenidos del CBR se calculan a valores que oscilan entre 2,54 y 5,08 expresados en milímetros cuya penetración se da en esfuerzos que oscilan entre 6,9 y 10,35 estos esfuerzos están expresados en MPa, normalmente se opta por tomar el CBR a 2,54 mm cuya penetración es de (0,1”), si el resultado fuese un valor mayor de 5,08 mm con una penetración de (0,2”), necesariamente realizar de nuevo el ensayo, si de una manera extraña se tiene el mismo resultado, se toma como un valor referente y óptimo de CBR. Cuando se tiene este resultado, una vez después de fallar el suelo sigue brindando resistencia a una penetración determinada, lo más normal es que una vez que falle disminuya la resistencia (p.55) en los ensayos realizados de CBR se considera el aumento del grado de compactación, esto tiene mucha relación con el CBR de diseño para; la base granular, en cambio para la mezcla y el fresado se tiene un aumento fundamentados de densidad, este no determina ni genera al ningún cambio importante en el ensayo del CBR.

Se tomará de esta investigación las dosificaciones implementadas en los ensayos de las propiedades mecánicas como en el ensayo de CBR y no se basa en la máxima densidad seca (MDS) del material en los materiales de base granular para su empleo en la conformación de las bases estabilizadas en los pavimentos flexibles.

“Estudio de una mezcla de base granular con cemento y solid soil para una resistencia a la compresión de 2.5 mpa”.

Pineda y Riaño (2019), en su tesis de pregrado, como objetivo general fue determinar la dosificación óptima de la mezcla base granular con cemento y solid soil para una resistencia a la compresión de 2.5 Mpa. (p.13). La metodología a utilizarse es la determinación de ensayos importantes que se dan en el laboratorio con especímenes, los resultados que son presentados tienen que tener una garantía confiable para que cumplan con los requisitos mínimos de las especificaciones técnicas. Que se establecen de manera específica en ensayos de laboratorios como; ensayo equivalente de arena, equivalente de agregados finos análisis granulométrico por tamizado, relaciones entre las humedades – masa unitaria seca del material, determinación del límite líquido del material estudiado, ensayo normal de compactación, compresión confinada (p.14). Los resultados obtenidos tanto de laboratorio y de campo donde se efectúa serie de comparación de distintas cargas a compresión, estas permiten a probar los especímenes de mezclas obtenidas en campo con unas distintas cantidades de dosificaciones, estas brindaron una resistencia mayor alcanzando un valor de 2.75 mpa el resultado está por encima de los valores establecidos por norma que te pide un valor de 2.5 mpa, estas dosificaciones dadas en campo son óptimas para el diseño y especificados. (p.28). como conclusión tiene el valor del contenido óptimo de mezcla que sirve para la aplicación en un 1 m³ de material granular que tiene como contenido cemento un valor de 89.5 kilos expresado en porcentaje 4.6 y el aditivo solid soil a un valor de 1.3 kilos. La presente mezcla de diseño se establece por el tiempo fraguado y por el tipo de cemento, en donde se medirá en minutos entre en un valor establecido 60 minutos como máximo y 40 minutos como mínimo, dado que tenga una manejabilidad aceptable donde netamente se restringe en el tiempo mencionado, en cambio para trabajos realizados en el ensayo de compactación se da un tiempo determinado de máximo dos (2) horas desde un inicio que es la realización de la mezcla. (p.45).

Se tomará las bibliografías descrita como datos las bases teóricas de los últimos 2 años donde explica de forma detallada la aplicación de la estabilización química con el cemento en los suelos gruesos como base granular para un aumento de resistencia del suelo, también se tomará los tiempos de fraguado de cemento.

Estudio de una sub base granular estabilizada con geoestab aplicado a vías terciarias.

Pérez y Vásquez (2020), en su tesis de pregrado, como objetivo general evaluar el aporte estructural generado por el material Geoestab en la estabilización de una sub-base granular. (p.49). La metodología que se usa normalmente es la realización de un análisis minucioso y riguroso de los resultados obtenidos priorizando el amplio desarrollo de una investigación científica. Se tiene una adquisición de un nuevo espécimen que será utilizado para determinar una estabilización del material de la capa sub-base tipo A, donde se analizaron y evaluaron los resultados dados por el laboratorio que dieron como resultado la obtención de las características del nuevo material y tener una estimación de su comportamiento, de manera siguiente se tiene que disponer los distintos ensayos de laboratorios, esto fueron hechos y verificados por Idicol y Geoambiental, donde se obtuvo como resultados los valores de CBR con una penetración estimada de 0.2", se dio a conocer la disminución que presenta la muestra con respecto a la resistencia de la capa de sub base de material estabilizada, en cambio la dicha resistencia de la sub base sin aditivo alguno para 12 golpes se tiene un CBR de 38.7%, para 25 golpes se tiene un CBR de 43.7 %, 56 golpes fue un CBR del 50.2 %, el porcentaje del aditivo de Geoestab donde este estabilizante disminuyo notablemente la resistencia del material granular, descendiendo a una cantidad de 30% con una adición de 4% de Geoestab y por otra parte se da una reducción al porcentaje de Geoestab, en esta investigación se da un aumento de una cantidad del material esto da una disminución de la resistencia de CBR. (p.55). Como la conclusión se tiene que un cierto porcentaje de material de Geoestab y el resultado que es el porcentaje de una resistencia de un material como es el de la sub base granular compactado son inversamente proporcionales entre sí, dando un CBR de 13.5% con una adición del 4% y en cambio con una adición de 20% dando un CBR de 2%, este resultado se dio por el uso de estabilizador Geoestab en cantidades en gran escala. (p.82).

Lo que se utilizará en específico de esta investigación será la forma como se presentan los gráficos en barras de los resultados y el orden que el tesista da para la realización del análisis y la descripción de los datos obtenidos en laboratorio y que son presentados en las tablas y la descripción detallada de cada una de esta.

Influencia del aceite sulfonado y cloruro de calcio en la conformación de base granular a estado de congelamiento de las carreteras afirmadas

Mamani y Callata (2020), en la tesis de pregrado, el objetivo general de Analizar la influencia del uso de los aditivos: aceite sulfonado y cloruro de calcio en la conformación de una base granular al estado de congelamiento de las carreteras afirmadas. (p.20). Una de las metodologías que fue usada es un modo práctico y técnico donde se utiliza la estadística para conseguir un claro análisis en los obtenidos de laboratorio, este método viene siendo realizado por cotejo de un tratamiento estadístico para la aplicación de dos variables. Se tiene una comparación entre la existencia de una correlación entre las dos variables presentadas. El método estudiado y realizado es el estadístico el cual se aplica en la investigación presentada teniendo en cuenta un determinado coeficiente de correlación de Pearson, este es utilizado para cotejar la correlación que hay en dos variables de tipo cuantitativo con frecuencia y distribución normal (p.48). El resultado está en base del ensayo del CBR del suelo, al momento en que este suelo es tratado la densidad es de un valor de 2.206 gr/cc y a un 0.2" de penetración se da un 55.76, los parámetros mínimos por la normativa peruana se dan a entender que para sub-rasante cumple satisfactoriamente por que supera el (CBR \geq 6%), también se manifiesta se apto para material de la capa de sub-base cumpliendo con lo mínimo (CBR = 40%), en cambio para material de base granular no cumple ya que se establece un mínimo de CBR = 80%, (p.122). En conclusión, los especímenes con el uso de aceite sulfonado con un valor de 0.15%, y el uso de cloruro de calcio a un valor de 0.50%, lo que se da un reducción desde un valor de 2.92 y 2.21 kg/cm² de una carga máxima esto se da por el efecto de congelamiento, se hace una comparación presupuestaria entre de (aditivo aceite sulfonado, Cloruro de calcio) (s/. 773.92, s/. 11, 531.08).

En esta investigación se tomará la información técnica para la adquisición y la compra y el uso correcto según la ficha técnica del aditivo químico de aceite sulfonado en material de base granular como también se tomará la idea del uso de método de análisis estadísticos utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

Influencia del aceite sulfonado Perma-road iónico en las propiedades físico mecánicas de bases granulares en la ciudad de Huancayo

Rivera (2022), en su tesis de posgrado se tuvo el objetivo general es establecer cómo influye la adición del aceite sulfonado Perma-Road iónico en las propiedades físico mecánicas del material para base granular en la ciudad de Huancayo. (p.24). La metodología en esta investigación se inclina a un nivel de investigación de estudio descriptivo y también explicativo, porque se en esta investigación se describe como son las propiedades mecánicas y físicas del espécimen de una muestra de material granulares que fueron adquiridos para esta investigación. a la vez el nivel explicativo se basa en la determinación de la variabilidad y los efectos producidos por el aditivo de aceites sulfonado en la aplicación de suelos granulares, esto hace se explique con detalle la influencia del aditivo aplicado en el material granulares con fines de pavimentación de obras viales. (p.42). Los resultados que obtuvieron de especímenes ensayadas en el laboratorio a través del ensayo de CBR se da como primer lugar el espécimen inalterado que esta con un 0.1” de penetración también se realizó el ensayo (MDS) la máxima densidad seca a un 100% que se expresa un valor de 2.32, en cambio un CBR al 95% es de un resultado de 2.206, mediante este parámetro obtenido se obtuvo un CBR aumentado de 1005 con respecto a la muestra inalterada (patrón) (p.51). En conclusión, se tiene la adición de la sustancias sulfonado en sus característica aceitosa de tipo Perma-Road iónico que brinda un aumento en las características de las propiedades mecánicas - físicas, especialmente a la mecánica ya que este material que se usara para base granular con fines de pavimentación, dando un aumento principal a la resistencia del material inalterado de la cantera, lo que manifiesta los resultados es el ensayo de CBR dando un valor de aumento de 49%, en el material granular inalterado +1.1% del aceite sulfonado de tipo Perma-Road. Por otra parte la cantidad de +0.7% de aditivo Perma Road se llegó a un nivel de aumento que oscila entre 61.8% a 83.1% en el ensayo de CBR, la suma del aditivo aceite sulfonado de tipo Perma-Road iónico hace que óptimo contenido de humedad descienda, con el aditivo Perma Road con adición de 0.3% y 0.5%, aumenta el contenido de humedad en; 0.7%, 1.1% y 1.5% en comparación con la muestra inalterada. (p.130).

En esta investigación se tomará la idea de la aplicación y los porcentajes adecuados y óptimos para el uso del aditivo de aceites sulfonado, como también se

tomará el ensayo de laboratorio empleados para la determinación de las propiedades mecánicas de materiales de base con fines de pavimentación.

Influencia en el diseño de pavimento considerando una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado – ruta li-116, La libertad, 2021

Ayquipa y Guillén (2021), en su tesis de pregrado tuvo como objetivo general es determinar el diseño de pavimento adecuado considerando el aceite sulfonado y cemento como aditivo para la base (p.15). La metodología a emplearse es de forma experimental donde los especímenes estudiados juegan un papel muy importante, esta estabilización de base se probará con el uso de una variable al momento de ser controladas y manipuladas al gusto del investigador para hallar la existencia de variación que existe en el estudio del diseño de pavimento flexible y rígido (p.45) Los resultados obtenidos de los especímenes que fueron estabilizadas con la adición de PROES 100 y un porcentaje de cemento de tipo de portland donde se desenvuelve en la cantera de nombre Salome con una dosificación que está basada con la ficha técnica que es: El primer espécimen más la adición de aditivo (proes 100) con 0.26 lts/m³ más cemento con una cantidad de 45 kg/m³. El segundo espécimen más la adición de proes 100 con 0.28 lts/m³ más cemento con una cantidad de 45 kg/m³. El tercer espécimen más la adición de proes 100 con 0.30 lts/m³ mas cemento con una cantidad de 45 kg/m³, según las normas viales técnicas peruanas manifiesta una resistencia mínima de un valor de 1.8 expresado en MPa de compresión que equivale a un valor de 18 kg/cm², donde los especímenes que han sido estabilizados cumplen con la norma peruana requerida presentando valores; 32, 37 y 39 estos tres valores se expresan en Kg/cm² para una penetración de 0.1” en el ensayo de CBR dando a un valor de MDS de 100 %, más una cantidad de (proes 100) con 0.26 expresado en unidades de lts/m³ más cemento con una cantidad de 45 kg/m³ dando un valor de CBR de 101.3%, (p.54). Como conclusión se tiene claro las dosificación presentada (Proes 100 más cemento), (0.26 expresado en lts por un m² más 45 expresado en kg por metro cubico) estas cantidades de aditivos arrojaron una resistencia de 32 expresado en kg/cm² la estructura del nuevo pavimento se da como la base un espesor de 16 cm y la capa de sub base a un espesor de 20 cm; para la dosificación de (0.28 expresado en lts/m² más 45 expresado en kg por metro cubico) donde se dio un resistencia de 37 expresado en kg/cm² y la estructura del nuevo pavimento se da

como base de un espesor de 15 centímetros y la capa de sub base con un espesor de 20 centímetros; por ultimo para una dosificación de (0.30 expresado en lts por un metro cuadrado más 45 expresado en kg por metro cubico) en la cual se dio una resistencia de 39 expresado en kg/cm² y la estructura del nuevo pavimento se da como base un espesor de 15 centímetros y la capa de sub base un espesor de 20 centímetros (p.106).

De este trabajo de investigación se toma la idea de mejorar la resistencia del suelos granulares con fines de pavimentación como las bases granulares y sub base con dos tipos de aditivos químicos que son aplicados en un solo espécimen que son el aceite sulfonado que se expresa en lt/m³ y con una adición de cemento que se expresa en kg/m².

Estabilización de base granular con aceite sulfonado y cemento portland tipo I del camino vecinal “Huasahuasi - Hacienda Calla”, Tarma Junín, km 3+000 km 4+000.

Barreto y Taco (2021), en su tesis de pregrado, su objetivo general determinar la influencia del aceite sulfonado más cemento portland tipo I en la estabilización de la base granular para que cumpla la capacidad portante (CBR) del camino vecinal “Huasahuasi - Dv. Hacienda Calla”, Tarma – JUNIN KM 3+000 KM 4+000 (p.4). La metodología mas usada en tamos viales, en este caso se aplicó en la progresiva KM (3+000 - 4+000) en la red vial vecinal de la ciudad de Huasahuasi hacia la dirección de Hacienda Calla, se ubica en la Provincia de Tarma dentro del región de Junín. Donde se analizó aproximadamente 1 km de todo el tramo, se elaboraron la excavación de 2 calicatas eso quiere decir que excavo 1 calicata en cada 500 metros del tramo; con 1.5 m de profundidad que es establecido por la norma peruana (MTC-05-14), para las redes de carreteras (p.31). Como resultado para el ensayo de CBR a un 100% (MDS) con una penetración de 0.1” se tiene un calor de:120.06 %, para un CBR evaluado en 95% (MDS) con una penetración de 0.1” se tiene un valor de: 103.00%, con respecto al CBR evaluado al 100% (MDS) con una penetración de 0.2” se tiene un valor de: 120.06% y por último el CBR evaluado en un 95% (MDS) con una penetración de 0.2”se tiene un valor de: 103.00%, el CBR requerido según normas peruanas (EG-2013) debe ser superior al valor de 40% este material estabilizado con el aditivo es óptimo para un capa de Sub-Base, y a la vez es óptimo para la capa de base que establece mínimo un valor de un

CBR \geq 80% (p.100). En conclusión el uso de este aditivo con dosificación 0.30 L/m³ más una cantidad de cemento a un porcentaje de 1.5, viene a ser la mejor en varios aspectos tanto económico y trabajabilidad, donde se da la máxima densidad seca (MDS) valores que oscilan entre 45.42% a 120.64% a un CBR al 100%, mientras para la (MDS) máxima densidad seca en un CBR al 95% con valores que oscilan entre 29.00% a 103.00% estos valores han sido obtenidos en laboratorios. Por último, se concluye que la adición de Aceite sulfonado más una proporción de cantidad de cemento de tipo portland bien siendo una alternativa viable para la estabilización de la capa en materiales de base granular en esta progresiva de km (3+000 - 4+000) se logró determinar que el CBR supera el 100% de grado de compactación dado aumento a la resistencia a la estabilización del material base granular. (p.115).

Se toma la idea de hacer la combinación de la estabilización con aceites sulfonado más cemento de tipo portland en base granular en caminos vecinales que se expresa en Lt/m³ y cemento en porcentaje donde este dependerá de la cantidad de material de suelos que se utilizará en el ensayo Proctor modificado y CBR.

Se tiene como base teórica una gran serie de ideas, definiciones, también opiniones de expertos en la materia del ámbito local, nacional e internacional donde como primer lugar se conoce en teoría las variables dependientes y también independientes es así que se define

la resistencia del material de base granular que según Alvarez y otros (2019), manifiesta que la resistencia de este material que viene es teniendo una participación muy importante en los pavimentos—bases y subbases, estos se solían juzgar como materiales “inertes”, al parecer se decía que eran intolerantes a los daños producidos a lo largo de su vida útil, en la actualidad muchos investigadores han descubierto que estos material que son usados más en pavimentación son bien delicados al factor de degradarse esto se debe a los numerosos factores como; el procesos de construcción, producción y operación vial.

El Aceite sulfonado, según Lu, Luo, y Wan (2021), manifiesta que es una sustancia aceite sulfonado es un material de tipo tensoactivo de clase aniónico que contiene moléculas mayores como también cargas eléctricas basando en los enlaces

adyacentes, contiene una estructura dual que está formado por una sustancia llamada “cabeza hidrófila”, aquello está compuesto por el compuesto químico (RSO₃H) que significa ácido sulfónico, esto corresponde la familia de los sulfonatos (-SO₃H) y también está incluido una partícula de carbono que corresponde a la familia de los (R-H) que significa hidrocarburo y también un átomo de “hidrofóbico cola”, estos componentes químicos forman el aceite sulfonado de clase iónico que funciona de como un estabilizador de suelos. Esta sustancia tiene una conductividad eléctrica muy alta esto se da cuando están en temperaturas usualmente normales. Es bien diluyente en agua normal y destilada y una vez desintegrada los cationes que tienen carga positiva y los aniones, el compuesto Perma-Road tiene una formación química que se direcciona al aditivo aceite sulfonado ionico activo.

El cemento, según Paricaguán y Muñoz, (2019), se presenta en un compuesto fino de polvo, este es el más versátiles a nivel mundial en el sector de la construcción, es usado para alterar las propiedades del suelo con la finalidad de mejorar la resistencia del suelo en la, dureza, ductilidad, tracción, dureza, y durabilidad y para los diferentes usos en el campo de ingeniería civil.

La base granular, según Zambrano y Tejeda (2019), está compuesto por la aleación de gravas gruesas y también piedras de forma triangulares, arena de rio o cantera de cerro y una porción de suelos naturales, este material granular está hecho con materiales selectos con un control de trituración para obtener un fragmento durable que sirva para la construcción vial de pavimentos, esto materiales granulares se rigen en el cumplimiento de normas donde especifica requisitos mínimos de cada país.

La Construcción de infraestructura vial, según Reyes, Salvador, Ruiz y Sevilla (2016), desde tiempos antiguos las obras de construcciones viales son consideradas uno de los primeros que aportan a avances tecnológicos a la civilización, esto se dan cuando hay un aumento de la densidad de la población, la interacción y la comunicación entre las ciudades son bien necesarias para llevar o traer suministros alimenticios y el traslado de cada individuo.

Los caminos no pavimentados, según Morales y Pailacura, (2019), estos caminos al estar expuesto a la intemperie se deterioran prematuramente por causas climáticas o también por nivel excesivo de tránsito, lo que genera el aumento del tiempo de duración de viaje, debido a esto, es indispensable indagar en alternativas

de estabilización para extender el tiempo de la vida útil de los caminos no pavimentados.

Los pavimentos, según Menegusso, Pivoto, Barbosa, Da Silva y Martins (2016), el pavimento tiene como objetivo preparar la estructura y superficie del pavimento para resistir las inclemencias del tiempo y las cargas del tránsito durante un nuevo ciclo de vida útil, garantizando la seguridad, el confort y la economía proyectada para los usuarios de la Autopista en este período. Para Barrantes, Badilla y Sibaja (2010), el concepto del pavimento está construido con la finalidad de brindar una serie como comodidades y seguridad a los individuos que transitan sobre ella, el desempeño de la carpeta del pavimento se desenvuelve a través de la serviciabilidad.

La capa del pavimento, según Vásquez y García (2022), todos los materiales que conforma la capa muestran un adaptamiento muy complejo al ambiente donde se desenvuelve, sin embargo, cada país comprende una serie de normas para un diseño en particular, rigiéndose a los principios fundamentales y básicos de diseño, considerando las características de resistencia de los materiales, el estudio del factor económico y a vida útil de estructura que es diseñado con una proyección (p. 80).

El pavimento flexible, según Moreno, Díaz y Ponce (2020), este pavimento está constituido por una serie de componentes conocidas todos estos componentes descansan por gravedad en una superficie de suelo natural o en mayor de los casos en un suelo compactado, se hace eso para aumentar la resistencia de esta misma, también da servicios de tránsito con su última capa que se conoce como una superficie de rodadura. Para Reyes, Camacho y Troncoso (2006), el paquete estructural de un pavimento flexible está conformado por diversas capas que son colocados de forma horizontal, comenzando como primero se tiene (1) la carpeta de rodadura, como segundo se tiene (2) capas granulares y por último se viene a ser (3) terreno natural. Las funciones principales que debe cumplir todas las capas mencionadas es la absorción de fuerzas generadas por el flujo vehicular, para lo cual es indispensable la compactación y material en sus distintas capas del paquete estructural, cada uno de estas tiene una resistencia mínima que necesariamente deben ser cumplidas por si llegara el caso de que no se cumplan en su forma natural se procede a una estabilización con productos químicos para dar una mayor satisfacción a parámetros mínimos establecidos por la normatividad.

Para Jing y Chazallon, (2020), los pavimentos viales flexibles consisten en capas superiores de asfalto sobre una o más capas granulares no ligadas, capas que se compactan juntas sobre una subrasante de suelo adecuada. Representan aproximadamente el 60% de la red de carreteras en Francia, los materiales granulares no ligados (UGM) son materiales granulares clasificados continuamente, que consisten en General de partículas de roca triturada. Suelen contener una determinada cantidad de finos (típicamente del 4% al 10%) y agua y generalmente están parcialmente saturados.

La base tratada, según Zambrano, Tejeda y Alonso (2020), la estas bases están compuesto por ligantes asfálticos o conglomerantes hidráulicos, donde estos se transformaron en una alternativa común que soluciona problemas presentados en la construcción de subbases y bases de infraestructura viales, esto se da para alcanzar un mayor rendimiento al incremento de ejes equivalentes de cargas del transporte automotor.

El mejoramiento de la base granular según Basante, Villacrés y Cruz (2021), se dan en capas granulares que tienen una propiedad mecánica muy baja, este es mejorado con una diversidad de sustancias, existen los mejoramientos de tipos mecánicos, químicos, físicos para estos tipos de mejoramiento dan diferentes características en cada paquete estructural con la utilización de geosintéticos o adiciones cementantes, estas deben cumplir con parámetros mínimos de diseño establecidos por la normatividad de cada país, una posible solución que te dan estas alternativas de mejoramiento son el aumento de la resistencia del material de base granular, la resistencia es considerada una de las propiedades mecánicas.

La compactación, según Álvarez y otros (2019), es un proceso que incita a una degradación física como también mecánica, donde se dan mayores modificaciones en el material granular con fines de pavimentación acelerando su degradación y distorsionando su comportamiento, este procedimiento se da un estudio previo a los especímenes en laboratorio conociendo la calidad del material se da el último paso que es la aplicación de la compactación en el campo para los fines requeridos.

El suelo, según Echezuría (2019), es conocido como material de construcción fácil de encontrar desde tiempos antiguos tiempos, las construcciones donde se usa este material que son sencillas de realizar y económicamente accesible, este material es usado en tiempos de (8.000 a 10.000 años a. c.) para la construcción de viviendas, carreteras en diferentes partes del mundo, en la actualidad existen

normatividad en distintos continentes para evaluar este material. Para López y otros (2022), da su definición del suelo en el campo de la ingeniería dado como un paquete o sustrato terroso en su forma sólida inalterada que están conformada por partículas minerales y espacios vacíos a esto se le llama suelo no consolidado como toda material está formado por diversas fases; gaseosa, sólida y líquida, por encima del suelo ejecutan múltiples obras de ingeniería, en realidad este material de construcción viene a ser el más antiguo y es muy complejo de entender ya que presentan unas distintas variedades de tipos de suelos, los suelos con mayor plasticidad son los más problemático mientras que los suelos que tiene un plasticidad óptima se llegan a usar por los ingenieros por el motivo de que es necesario que tenga cumpla con ciertas exigencias como; durabilidad, estabilidad, y lo más importantes la resistencia, en los parámetros de obras viales se da la gran necesidad de querer y exigir materiales de suelos que den estabilidad y seguridad al momento de la construcción y después de este para que brinde un soporte de cargas a lo largo de su vida útil de servicio.

La sigla SUCS, según Cruz y Guerrero (2018), uno de los dos métodos más utilizados es la Clasificación Unificada (SUCS), inicialmente desarrollado por Casagrande para obras aeroportuarias, pero luego se generalizó su negocio. El sistema de clasificación en cuestión clasifica o únicamente a través de un conjunto de dos letras.

La estabilización de suelos, según Soto y otros (2018), desde mediados de la década de 1950, el mejoramiento y la estabilización del suelo han desenvuelto de una manera eficiente y cumpliendo un papel importante en el campo de la construcción de carreteras alemanas, esto se aplica a todas las categorías de carreteras, desde autopistas muy transitadas hasta caminos agrícolas con muy poco tráfico. Ávila (2012), la estabilización es un proceso único que suele aplicar a los diferentes tipos de suelos como a las; capas de subrasante o capas granulares, añadiéndole un ligante como una sustancia como con; emulsiones asfálticas, cal, cemento y aceites estos productos mencionados son productos químicos sirven para que características mecánicas de resistencia y la capacidad portante mejoren de una forma positiva.

La estabilización de carreteras o vías terciarias, según Martínez y Olaya (2019), establece que en este tipo de carretera para estabilizarlas se tiene productos industriales que usualmente son aplicables y a la vez son accesibles para la

sociedad, estas vías de tercer orden tienen un flujo vehicular inferior a una cantidad de 150 vehículos por día, también tiene un ancho menos de siete metros la función que tienes es enlazar con las vías secundarias, también se les conoce por estar hechas en calzada básicas y muy sencillas.

Los productos químicos para estabilización de suelos, según Llano, Ríos y Restrepo (2020), los productos químicos han sido seleccionados para el uso como aditivos que facilitan y garantizan el mejoramiento de suelos, estos contienen una gran variedad de aditivos químicos que se clasifican en base a su naturaleza química como son: sales, silanos, polímeros, aceites sulfonados, todas estas sustancias se encuentran en su forma líquida y granel donde se usa para una estabilización de suelos donde buscan aumentar la resistencia en el proceso de compactación también con estas sustancias se busca prevenir la licuefacción del suelo y por último se transforma el material de suelo en su forma impermeable.

La estabilización con aditivos químicos, según Junco y Tejeda (2013), este método es el más usado en Latinoamérica, esto se ve reflejado en las obras viales que han sido ejecutadas con éxito que da como beneficio una relación de costo y eficiencia, este método de estabilización ha sido aceptado por muchos investigadores por dar una solución fiable para la ejecución segura de una cantidad enorme de kilómetros de los distintos tramos de carreteras, en el campo de las obras viales el estabilizador químico cumple la función principal de que altera principalmente las propiedades mecánicas del espécimen o estrato de suelo y haciendo más satisfactorio la culminación de los proyectos.

La estabilización química, según Rivera, Aguirre, Mejía y Orobio (2020), esta estabilización consiste en la adición al tipo de suelo de diferentes sustancias en forma líquida, conocidas como productos químicos, que tienden a modificar sus distintas propiedades y características, se da en materiales que tienen partículas fisicoquímicas, por otra parte es recomendable realizar la integración de dos métodos: estabilización química con la estabilización mecánica de compactación para obtener mayor durabilidad y resistencia del suelo.

La estabilización con cemento, según Bailón, Espinosa, y Acevedo (2019), esta estabilización se produce con el contacto con agua donde se da una reacción química, formándose en un material endurecido que une múltiples materiales como: tierras, arenas, agregados, piedras, el uso más común de aplicación en carreteras es cuando el material de tierra presenta arcilla y arena donde este aditivo químico

interactúa ejerciendo una interpenetración íntima. Para Sánchez, Torres y Esquivel (2019), en el campo de la ingeniería de pavimentos la aplicación de este aditivo químico es muy frecuente donde es considerado más en el análisis de experimentos y también en el diseño en situaciones con una variedad de condiciones climáticas como el efecto del contenido de agua.

La interacción Suelo-cemento según Bedoya (2018), esta interacción generalmente es aplicada para disminuir el índice de plasticidad y a la vez incrementar la resistencia del suelo, esta interacción influye mucho en la características físicas y mecánicas, también de la misma manera busca una eficiente solución ante la erosión y los cambios brutales de temperatura, el suelo-cemento es una combinación de material de suelo y cemento pulverizado, con una cantidad de agua que ayuda a la realización de compactación y curación para tener una óptima densidad seca, esta mezcla una vez secada se convierte en un material rígido, durable y bastante duro, principalmente es aplicado en base granulares de los pavimentos de aeropuertos, calles y carreteras.

La estabilización con aceite sulfonado, según Camacho, Reyes, Mayorga y Méndez (2006), en esta estabilización trabaja principalmente uniendo partículas que tienen característica electroquímica donde se caracteriza principalmente por intercambiar (iones y agua ionizada de aceite) en el suelo, este tipo de aceite tiene como materiales primarios un derivado orgánico entre la mezcla de ácidos y sulfuros, también por otra parte se puede dar de un derivado de la familia de la sustancia del naftaleno proveniente del petróleo.

III. - METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Enfoque de la investigación

En el actual trabajo de investigación se llevó a cabo el **enfoque cuantitativo** donde se da el proceso de medición y observación de los sucesos y fenómenos que suceden con la participación directa o indirecta del investigador, se enfoca en el desarrollo del planteamiento de preguntas e hipótesis antes del desarrollo de los resultados, también durante la recolección de datos y análisis, esto se da para descubrir preguntas planteadas y responder preguntas de investigación. (Domínguez, 2015). También en esta investigación se plantea el **método deductivo** donde la facilidad de la variación de la hipótesis se sigue con teorías y se plantean los objetivos correspondientes una vez indagado en las bases teóricas y los resultados empíricos, lo manifestado de la teoría anterior se da en un carácter científico como también empíricamente, esto hace que se use la observación en base a unas técnicas científicas para verificación de las evidencias dadas a lo largo del trabajo de investigación. (Avila, 2006).

Tipo de investigación

Tipo de investigación por el propósito

La presente investigación realizó de forma **aplicada** donde busca obtener un conocimiento científico y técnico siguiendo una metodología trazada siendo aplicable instantáneamente a un problema en específico, este tipo de investigación se apoya principalmente en los resultados obtenidos al largo de la investigación básica, además está comprometida en resolver la necesidad social (Velez, 2005). Es así que con lo manifestado con la definición se plantea en el presente trabajo de investigación se aplicara como guía de trabajo las normas peruanas de la entidad que se encarga de obras viales del ministerio de transportes y comunicaciones en el estudio de especímenes que se extraerán de la cantera el material de base granular con fines de pavimentación.

Tipo de investigación por el diseño

Experimental

Según Sabino (1992), trata básicamente en realizar como su nombre lo indica un experimento donde las variables estudias son inducidas a los objetos de estudios,

ya sea de manera controlada bajo criterio del investigador, con la finalidad de contemplar los resultados que produce cada variable en los objetos de estudios, esta variable que es un elemento externo que influye de forma positiva o negativa se conoce como el nombre de estímulo. Es así que en este trabajo de investigación se realizará de forma experimental de tal manera controlando y manipulando a criterio del investigador las variables independientes que son dos (el aceite sulfonado y cemento), a través del ensayo de CBR se analizará si aumenta, disminuye o no sufre ningún cambio.

Tipo de investigación por el nivel

Se toma en cuenta el nivel **explicativo** que tuvo como finalidad primordial indagar y analizar dando a si un criterio explicación y aclarando los fenómenos ocurridos o las variables que son de tipo dependiente esto se relaciona con una o dos variables independientes, donde esta relación VI y VD se someten a un análisis riguroso, normalmente esta relación se expresa a través del planteamiento de una hipótesis. (Briones, 1996).

Diseño de investigación

La actual investigación presentada esta encaminado en un diseño **experimental**, ya que se tiene claro que existe la constante manipulación de las variables de estudio, además es de diseño **cuasi experimental** por que se realizara con grupos que no serán elegidos aleatoriamente, este cumple con los supuestos básicos de control local y repeticiones.

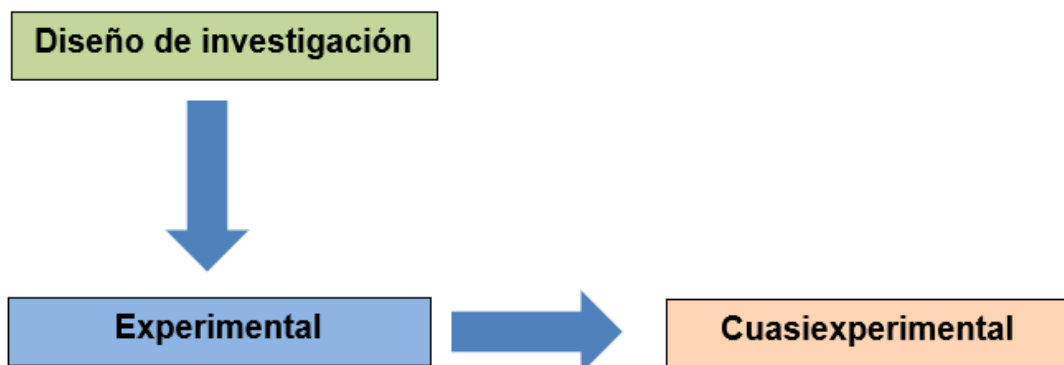


Figura 1. *Diagrama del diseño de investigación*

Tabla 1. Representación de diseño cuasiexperimental

Grupo	Asignatura	Pre prueba	Tratamiento	Post prueba
GE	R	O1	X	O2
GC	R	O3	-	O4

Donde:

GE : Grupo estudio

GC : Grupo control

O1, O3 : Pre test

O2, O4 : Post test

3.2. Variables y operacionalización

Variables

Resistencia del material de base granular

Según Alvarez y otros (2019), manifiesta que la resistencia de este material que viene es teniendo una participación muy importante en los pavimentos—bases y subbases, estos se solían juzgar como materiales “inertes”, al parecer se decía que eran intolerantes a los daños producidos a lo largo de su vida útil, en la actualidad muchos investigadores han descubierto que estos material que son usados más en pavimentación son bien delicados al factor de degradarse esto se debe a los numerosos factores como; el procesos de construcción, producción y operación vial.

Aceite sulfonado

Según Lu, Luo y Wan (2021), señalan que el aceite sulfonado que es un material de tipo tensoactivo aniónico que contiene moléculas mayores como también cargas eléctricas basando en los enlaces adyacentes, contiene una estructura dual que está formado por una sustancia llamada “cabeza hidrófila”, aquello está compuesto por el compuesto químico (RSO₃H) que significa ácido sulfónico, esto corresponde la familia de los sulfonatos (-SO₃H) y también está incluido una partícula de carbono que corresponde a la familia de los (R-H) que significa hidrocarburo y también un átomo de “hidrofóbico cola”, estos componentes químicos forman el aceite sulfonado de tipo iónico que funciona de como un estabilizador de suelos. Esta sustancia tiene una conductividad eléctrica muy alta esto se da cuando están

en temperaturas usualmente normales. Es bien diluyente en agua normal y destilada y una vez desintegrada los cationes que tienen carga positiva y los aniones, el compuesto Perma-Road tiene una formación química que se direcciona al aditivo aceite sulfonado ionico activo.

Cemento

Según Paricaguán y Muñoz (2019), el cemento Pórtland se presenta en un compuesto fino de polvo, este es el más versátiles a nivel mundial en el sector de la construcción, es usado para alterar las propiedades del suelo con la finalidad de mejorar la resistencia del suelo en la, dureza, ductilidad, tracción, dureza, y durabilidad y para los diferentes usos en el campo de ingeniería civil.

Clasificación de las variables

Tabla 2 *Matriz de identificación y clasificación de las variables*

CLASIFICACION DE LAS VARIABLES					
Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Aceite sulfonado	Independiente	Cuantitativa (continua)	De razón	Adimensional	Directa
cemento	Independiente	Cuantitativa (continua)	De razón	Adimensional	Directa
Resistencia de base granular	Dependiente	Cuantitativa (continua)	De razón	Bidimensional	Directa

Operacionalización de variables

Está en función de la metodología y técnica que se usa para la recolección de datos, a su vez se tuvo relación con los objetivos planteados de la investigación, se da en investigaciones de enfoque cualitativas o cuantitativas, también se basa en la dimensión de la variable donde este es medible y que acepta plantear indicadores, un indicador se basa en cuantificar y estudiar una serie de variables dando a conocer como medir cada uno de los factores o dimensiones de las variables, la escalas de medición es un método donde se visualiza un valor numérico a una variable, este sirve medir las variables (continuas o discretas) la realización de medir una variable suele dar resultados que contengan escalas de medición como cuatro que se les conoce; ordinal, nominal, intervalo y razón.(Espinoza, 2019)

Tabla 3 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aceite sulfonado	Según Lu, Luo, y Wan (2021), señalan que el aceite sulfonado que es un material de tipo tensoactivo aniónico que contiene moléculas mayores como también cargas eléctricas basando en los enlaces adyacentes, contiene una estructura dual que está formado por una sustancia llamada “cabeza hidrófila”, aquello está compuesto por el compuesto químico (RSO ₃ H) que significa ácido sulfónico, esto corresponde la familia de los sulfonatos (-SO ₃ H) y también está incluido una partícula de carbono que corresponde a la familia de los (R-H) que significa hidrocarburo y también un átomo de “hidrofóbico cola”, estos componentes químicos forman el aceite sulfonado de tipo iónico que funciona de como un estabilizador de suelos. Esta sustancia tiene una conductividad eléctrica muy alta esto se da cuando están en temperaturas usualmente normales. Es bien diluyente en agua normal y destilada y una vez desintegrada los cationes que tienen carga positiva y los aniones, el compuesto Perma-Road tiene una formación química que se direcciona al aditivo aceite sulfonado iónico activo.	Se realizará adicionando el aceite sulfonado la dosis de 0.3 gr/litro de agua con (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %) de cemento con respecto al suelo	-	0.3 gr de aceite sulfonado	De razón
Cemento	Según Paricaguán y Muñoz (2019), el cemento Pórtland se presenta en un compuesto fino de polvo, este es el más versátiles a nivel mundial en el sector de la construcción, es usado para alterar las propiedades del suelo con la finalidad de mejorar la resistencia del suelo en la, dureza, ductilidad, tracción, dureza, y durabilidad y para los diferentes usos en el campo de ingeniería civil.		-	2.5% de cemento tipo I	De razón
Resistencia de base granular	Según Alvarez y otros (2019), manifiesta que la resistencia de este material que viene es teniendo una participación muy importante en los pavimentos— bases y subbases, estos se solían juzgar como materiales “inertes”, al parecer se decía que eran intolerantes a los daños producidos a lo largo de su vida útil, en la actualidad muchos investigadores han descubierto que estos material que son usados más en pavimentación son bien delicados al factor de degradarse esto se debe a los numerosos factores como; el procesos de construcción, producción y operación vial.	Se analizará la cantera que cumpla con especificaciones de base granular con fines de pavimentación	Granulometría	Tamaños de partículas	De razón
			Capacidad portante del suelo CBR	CBR 0.1"	
				CBR 0.2"	
Proctor modificado	(MDS)				

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población (contenido - espacio - tiempo)

La población es todo el material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023.

Muestra y muestreo

Técnica de muestreo según Fernández (2018), el muestreo es el método que nos permite tener un alto grado de probabilidad que, al escoger un grupo pequeño de una población, este grupo efectivamente posea las características del universo o población que estamos estudiando. Muestreo probabilístico y muestreo no probabilístico. En esta investigación se usará el **muestreo no probabilístico** que se caracterizan por no seguir el proceso aleatorio, por lo que se diferencia notoriamente con los anteriores. Este tipo de muestreo no es representativo de la población, ya que por lo general es el investigador quién selecciona la muestra de acuerdo a ciertos parámetros:

- En cualquier cantera el material a extraer siempre se consolida en el punto del medio.
- El material limpio y con una buena textura se encuentra en el centro de la cantera.
- El material puro, limpio con una mayor uniformidad de materiales se encuentra en la parte central de la cantera.

Tamaño de muestra

El área intervenir de 25 m² en la cantera Huayopata que está ubicada en la comunidad de totoral distrito de San Jerónimo, Andahuaylas 2023, En esta investigación se propuso por criterio propio y por tratarse de una investigación experimental se trabajará con la calicata N° 2 que tiene una dimensión de 25 m² en donde se extraerá una cierta cantidad de material granular, en la norma del MTC especifica que para la evaluación de una cantera se tiene que hacer como mínimo 3 pruebas donde se evaluarán 3 especímenes para el ensayo Proctor modificado, 3 especímenes de CBR teniendo un total de 6 muestras en total, en este trabajo de investigación es planteado con el fin tener un espécimen económico y que sea fácil de manejar.

La cantidad de canteras a intervenir son de 4 cuya ubicación es en la comunidad de totoral distrito de San Jerónimo, Andahuaylas, En esta investigación se propuso por criterio propio y por tratarse de una investigación experimental que se trabaje con 4 canteras, en cada cantera se realizara una calicata que tendrá una dimensión de 1m x 1m de profundidad de 3m, en donde se extraerá una cierta cantidad de material granular para la realización de los ensayos respectivos planteados en la investigación, en la norma del MTC especifica que para un proyecto de carreteras donde se emplearan material de préstamo de suelo y mejorado con ciertos aditivos químicos se debe evaluar como mínimo 3 canteras las más cercanas al proyecto. En la investigación sabiendo que se evaluaran 4 canteras se realizara 4 pruebas de granulometría, 4 pruebas de CBR y por último 4 pruebas de Proctor modificado.

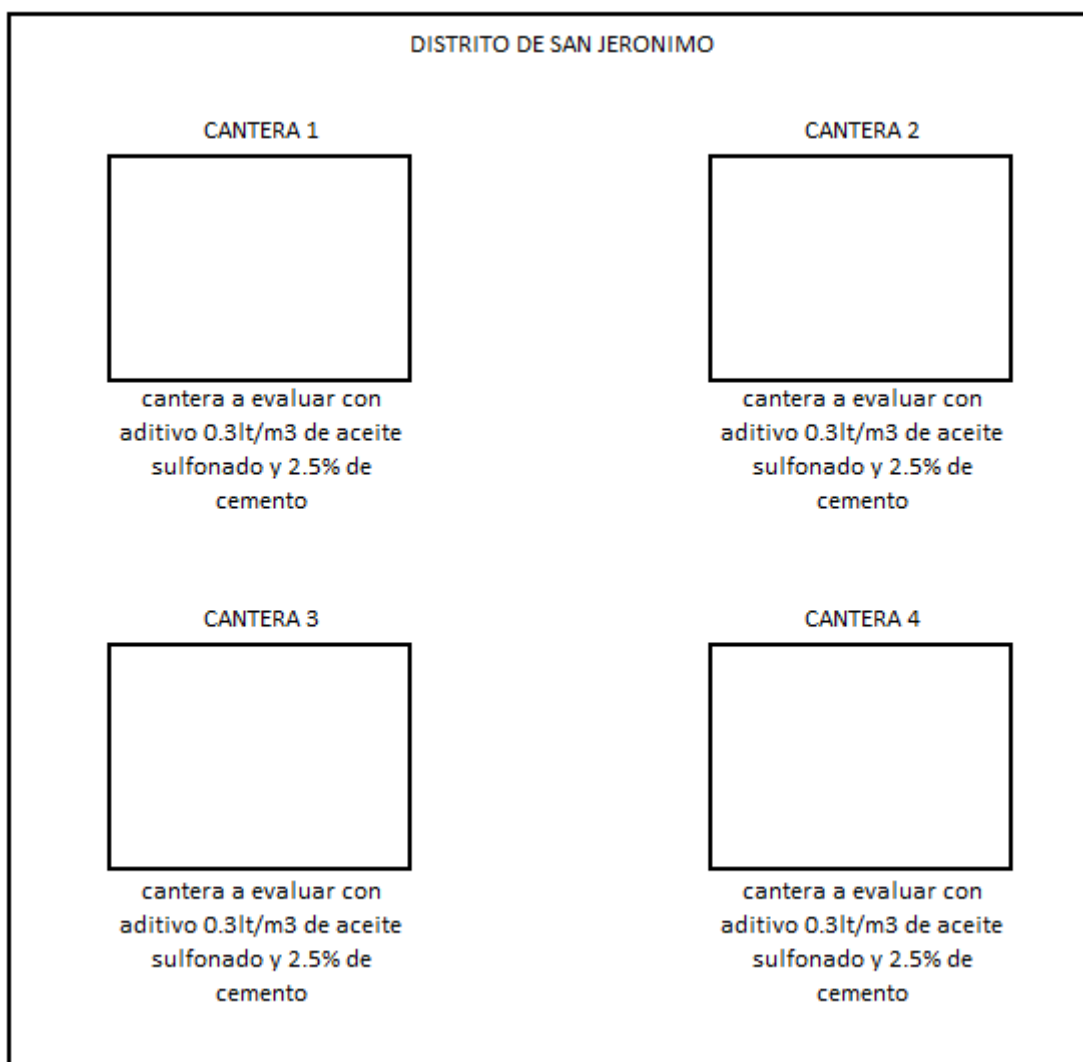


Figura 2 Muestra a evaluar con aditivo aceite sulfonado y cemento

Tabla 4 Cantidad de muestras para realizar el ensayo de CBR en 4 canteras

Material usado para base granular	Cantidad
Muestra patrón sin aditivo	12
muestra con adición aceite 0.3gr sulfonado y 2.5% de cemento	4
Total	16

Tabla 5 Cantidad de muestras para realizar el ensayo Proctor modificado en 4 canteras

Material usado para base granular	Cantidad
Muestra patrón sin aditivo	12
muestra con adición aceite 0.3gr sulfonado y 2.5% de cemento	4
Total	16

Tabla 6 Cantidad de muestra para realizar el ensayo de granulometría en 4 canteras

Material usado para base granular	Cantidad
Muestra patrón sin aditivo	12
Total	0

Tabla 7 Tabla general de muestras ensayadas CBR, Proctor modificado, Granulometría

Ensayos Realizados	Cantera 1		Cantera 2		Cantera 3		Cantera 4		Total, de muestras
	M – P	M – A	M – P	M – A	M – P	M – A	M – P	M – A	
Análisis granulométrico	3	0	3	0	3	0	3	0	12
CBR.	3	1	3	1	3	1	3	1	16
Proctor modificado	3	1	3	1	3	1	3	1	16

3.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

En el actual proyecto de investigación como técnica para la recolección de datos que se va obtener en el campo, se aplicara la observación directa y revisión documental de las normas del MTC y ASTM para el CBR mínimo y los parámetros específicos que se corresponde para un material de base granular. Se encontró una diferencia entre lo que es la guía de observación y ficha de observación; la guía de observación se emplea para realizar una evaluación que son desconocidas para el ámbito científico dando nuevos conocimientos, mientras que la ficha de observación está encaminado a la medición de una población de estudio preselecciona, con indicadores altamente conocidos y criterios ya preestablecidos por documentos científicos hecho por investigadores (Gonzales y Gallardo, 2021).

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos y técnicas exigen una mayor búsqueda de conocimiento en las distintas investigaciones, sin embargo, algunas de estas técnicas de recolección hacen que el investigador forme parte del estudio a esto se le llama observación participante, mientras también existe la posibilidad de que el investigador no participante lo que prioriza el proceso de observación a una distancia prudente (Cisneros, Guevara, Urdánigo y Garcés, 2022). El instrumento a usarse es la ficha de observación para la recolección de datos, se tiene como guía de observación 1 el anexo 4.1, la guía de observación 2 el anexo 4.2, la guía de observación 3 el anexo 4.3, la guía de observación 4 el anexo 4.4, la guía de observación 5 el anexo 4.5 este proceso va de forma segura por que se usaran herramientas, equipos calibrados, normas vigentes y software para el procesamiento de datos anexos

Tabla 8 *Instrumentos y validación de recolección de datos*

Etapas de la investigación	Instrumentos		Validación y confiabilidad
Estudios de suelos	Guía de observación 1	Anexo 4.1	Por norma
	Guía de observación 2	Anexo 4.2	Por norma
	Guía de observación 3	Anexo 4.3	Por norma
	Guía de observación 4	Anexo 4.4	Por norma
Resistencia del suelo	Guía de observación 5	Anexo 4.5	Por norma

3.5. Procedimientos

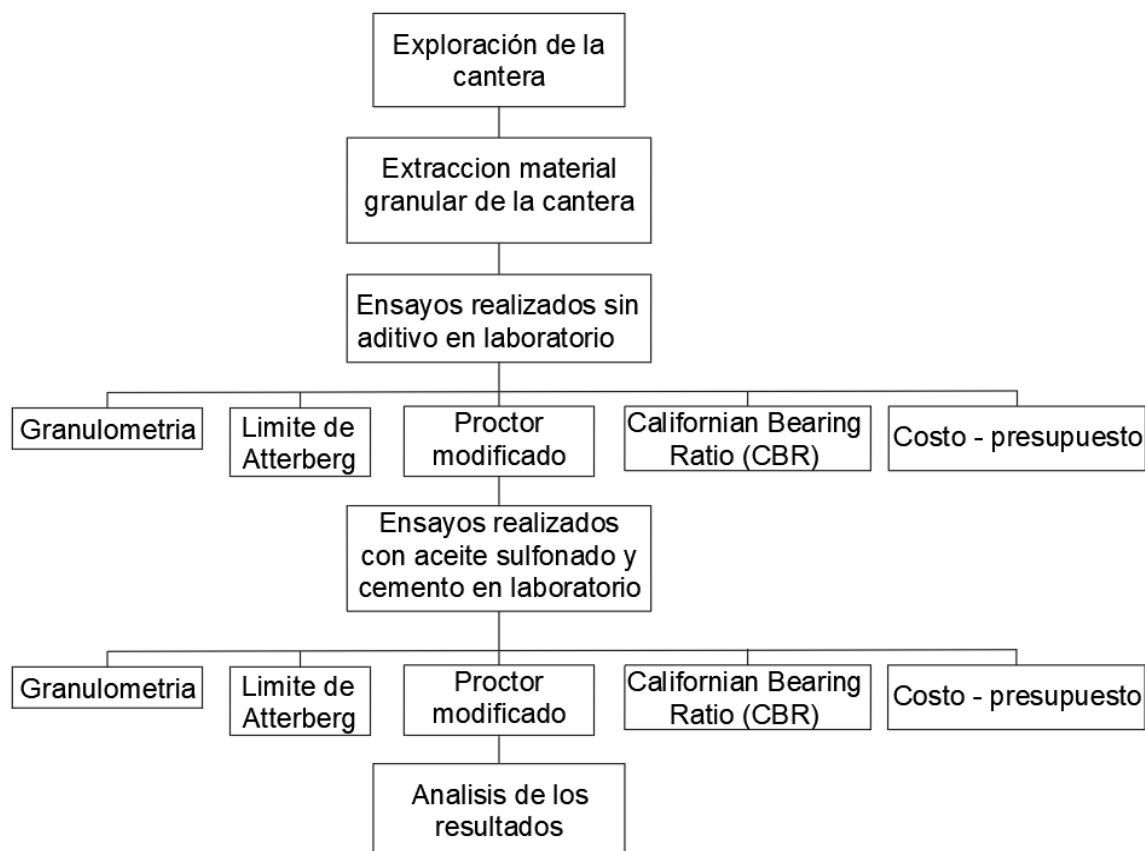


Figura 3 Procedimiento para el proyecto de investigación

Exploración de las canteras

Se identificara una serie de canteras a nivel de la provincia en donde se elegirán 4 canteras con una características particulares que cumpla con especificaciones para uso de base como material granular con fines de pavimentación, en este aspecto se trabajara con 4 canteras que se ubicada en el sector de totoral en el distrito de San jerónimo, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, uno de los aspectos importantes al final de esta investigación es dar a conocer cual de las canteras nos brinda un mejor resultado al ser sometidos en el laboratorio de suelos.

Extracción de material granular de la cantera

Se realizará la extracción del material granular de las 4 canteras respectivas usando las herramientas pico y pala una cantidad de 80kilos en un área de 1m² y se empaquetara en costales, estas canteras se ubican en el sector de totoral en el distrito de San jerónimo, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, y además el transporte del material granular que se realizara desde las canteras

hacia el laboratorio se transportara con un auto privado para la realización de estudios de suelos.

Ensayos realizados sin aditivo en laboratorio

Se realiza los ensayos de laboratorio para la determinación de los resultados de las propiedades físicas; Análisis granulométrico, Limite de Atterberg y las propiedades mecánicas; Proctor modificado, CBR en estos ensayos se realizarán siguiendo las normas establecidas por la ASTM, MTC y son realizados sin la adición de ningún aditivo convirtiéndolo en la muestra patrón

- Análisis granulométrico

Se tomara una muestra de material unos 1000gr donde se aplicara el cuarteo al material de estudio, con una agregado de 300gr aproximadamente se realizara el tamizado usando mallas cuadradas con diferentes aberturas apiladas de abajo a arriba con las siguientes medidas de las mallas como la malla No.200 (0.074mm), No.100 (0.149 mm), No.60 (0.25mm), No.50 (0.297 mm), No.30 (0.59mm), No.16 (1.19 mm), No.10 (2.00mm), No.4 (4.76 mm), 3/8" (9.5mm), 1/2" (12.7 mm), 3/4" (19.1mm), 1" (25.4 mm), 1 1/2" (38.1mm), 2" (50.8 mm).



Figura 4 Cuarteo de material granular

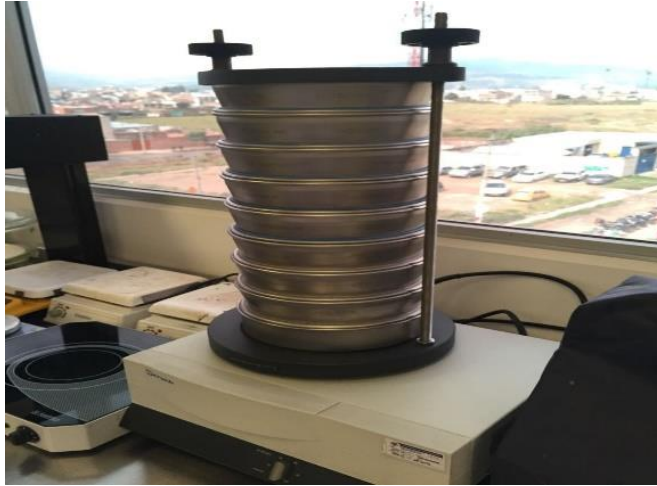


Figura 5 Tamizado ordenado de los tamices

- Límite de Atterberg

En este proceso se realizarán los ensayos de límite líquido y límite plástico, en el ensayo de límite líquido se tomará una muestra de material pasante del tamiz n°40 (0.425mm), luego se añadirá 15ml a 20 ml de agua destilada paso siguiente la muestra con humedad se coloca en el envase de la cuchara de casa grande y se hace una abertura usando el ranurador por último se hace unos 25 golpes promedio hasta que cierre la abertura de la muestra se tomara la muestra del centro y se llevara el secado, se hará lo mismo para tres muestra donde se cierre en menos de 25 golpes, en 25 golpes y por último que cierre en mayor de 25 golpes, para la obtención del contenido de humedad se aplicara la siguiente formula:

$$w = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \right) * 100 \dots \dots (1)$$

- w = contenido de humedad (%)
- m₁ = masa de recipiente y muestra humeda
- m₂ = masa del recipiente y muestra seca
- m₃ = masa del recipiente



Figura 6 *Cuchara manual de casa Grande*

Para el límite plástico se realiza para determinar la humedad correspondiente del suelo, donde se humedece el suelo para formar rollitos o mini cilindros pequeños en una base de placa de vidrio, estos rollitos deberán tener un diámetro de 3.2 mm, esta prueba llega a un límite de donde el rodillo empieza a desmoronarse y rajada al final se saca 3 muestras y se lleva a horno para su secado con aquello se determinará el hinchamiento si es bajo, medio y alto.



Figura 7 *Método para determinar límite plástico*

Tabla 9 *Parámetros de limite liquido*

Límite líquido (%)	Grado de expansión
0 – 20	No hay hinchamiento
20 – 35	Bajo hinchamiento
35 – 50	Hinchamiento medio
50 – 70	Alto hinchamiento
70 – 90	Hinchamiento muy alto
mayor que 90	Hinchamiento extra alto

- Proctor modificado

Este ensayo de laboratorio es para materiales gruesos como también materiales finos en esta investigación se saca una muestra pasantes de la malla N° 4 un aproximado de 7500 gr para la realización de este ensayo se ayudara con un molde circular de diámetro de 101.6mm antes de añadir el material se engrasa el interior del molde eso se realiza para que no se pegue el material en la paredes paso siguiente se agregara el material de en 3 capas en cada una de ellas se realizara 25 golpes con el pisón de compactación se realiza con diferentes contenidos de humedad este ensayo se realiza mínimo 3 veces para determinar hasta formar en la gráfica una curva de gauss para tener mayor exactitud se debe realizarse 4 veces este ensayo se viene siendo realizado con la intención de que con la gráfica de gauss se logre determinar la máxima densidad seca.



Figura 8 *Instrumentos para la realización de CBR*

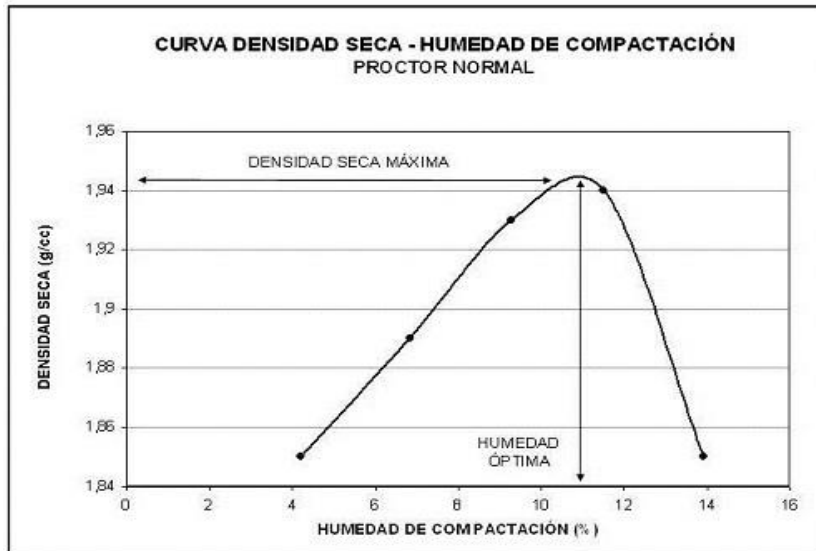


Figura 9 Curva densidad seca - humedad de compactación

- CBR

Este ensayo tiene como objetivo la determinación de la resistencia a la penetración del suelo afirmado compactado con parámetros controlados de densidad y humedad, en instancia se utiliza el material de afirmado pasantes del tamiz n°4 y se realiza la compactación haciendo un total de 56 golpes por especímenes para poder lograr un DMS requerida, esto se realiza mínimo unas tres veces luego una vez obtenida las muestras compactadas se ensambla el collarín y se pone el trípode sobre el molde de la muestra y después se sitúa el reloj compactador por encima de la muestra para la penetración del pistón a un 0.05 pulg/min (1.27 mm/min) una vez encendida la máquina de prensa hidráulica se toma las mediciones de penetraciones de 0.025", 0.050", 0.070", 0.100", 0.200", 0.300", 0.400", 0.500" al final lo datos obtenidos se llevan a gabinete para analizarlos.

$$\% CBR_{0.1"} = \frac{\sigma_{0.1"} * (psi) * 100}{1000 psi} \dots\dots(2)$$

$$\% CBR_{0.2"} = \frac{\sigma_{0.2"} * (psi) * 100}{1500 psi} \dots\dots(3)$$



Figura 10 *Maquina para ensayo de CBR*



Figura 11 *Molde de compactación para ensayo de CBR*

Ensayos realizados con aceite sulfonado y cemento en laboratorio

Se realiza los ensayos de laboratorio para la determinación de los resultados de las propiedades físicas; Análisis granulométrico, Limite de Atterberg y las propiedades mecánicas; Proctor modificado, CBR en estos ensayos se realizarán siguiendo las normas establecidas por la ASTM, MTC y son realizados con la adición de aceite sulfonado y cemento en sus diferentes porcentajes, los ensayos realizados para ensayos para granulometría, límite de Atterberg los ensayos de aceite sulfonado y cemento no se aplicaran en estos y para ensayos mecánicos como; Proctor

modificado, CBR se añadirán los aditivos aceite sulfonado y cemento para mejorar las resistencia de suelos

Análisis de resultados

Al final de las obtenciones de los resultados de muestras patrones y muestras con aditivo con aceite sulfonado y cemento donde se realizarán la gráfica de tipo de barra y a la vez se hará una contrastación de hipótesis utilizando el software Minitab version.19 dando veracidad o falsedad a las hipótesis planteadas

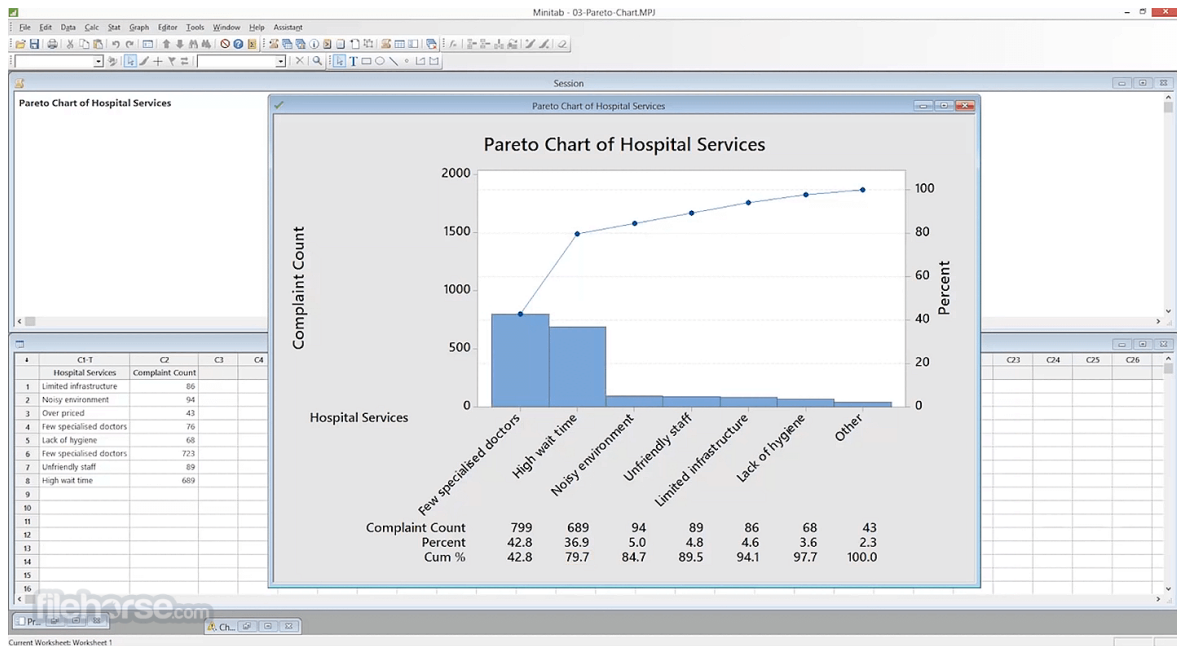


Figura 12 Análisis de datos con software Minitab

3.6. Método de análisis de datos

Inferencia estadística

El método a usar será la Inferencia estadística donde se determinara la prueba de hipótesis con un software estadístico de Minitab versión 19 se evaluó las propiedades mecánicas del suelo de la base de material granular con fines de pavimentación realizando la incorporación del aditivo de aceite sulfonado y cemento en sus diferentes porcentajes, esta investigación cuenta con un diseño de investigación que de cuasi experimental siendo relevante el análisis de la varianza Anova – correlación de Pearson que es la más usada para probar las hipótesis nulas.

Método

Hipótesis nula

Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna

No todas las medias son iguales

Nivel de significancia

$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Tabla 10 Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Material usado para base granular	3	muestra con adición aceite sulfonado y cemento; Muestra patrón sin aditivo; Total

Análisis de Varianza

Tabla 11 Análisis de varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Material usado para base granular	2	7.20000	3.60000	*	*
Error	2	0.00000	0.00000		
Total	4	7.20000			

Resumen del modelo

Tabla 12 Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0	100.00%	100.00%	*

Medias

Tabla 13 Medidas

Material usado para base granular	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
muestra con adición aceite sulfonado y cemento	3	1.000	0.000	(1.000; 1.000)
Muestra patrón sin aditivo	1	1.000	*	(1.000; 1.000)
Total	1	4.000	*	(4.000; 4.000)

Desv.Est. agrupada = 0

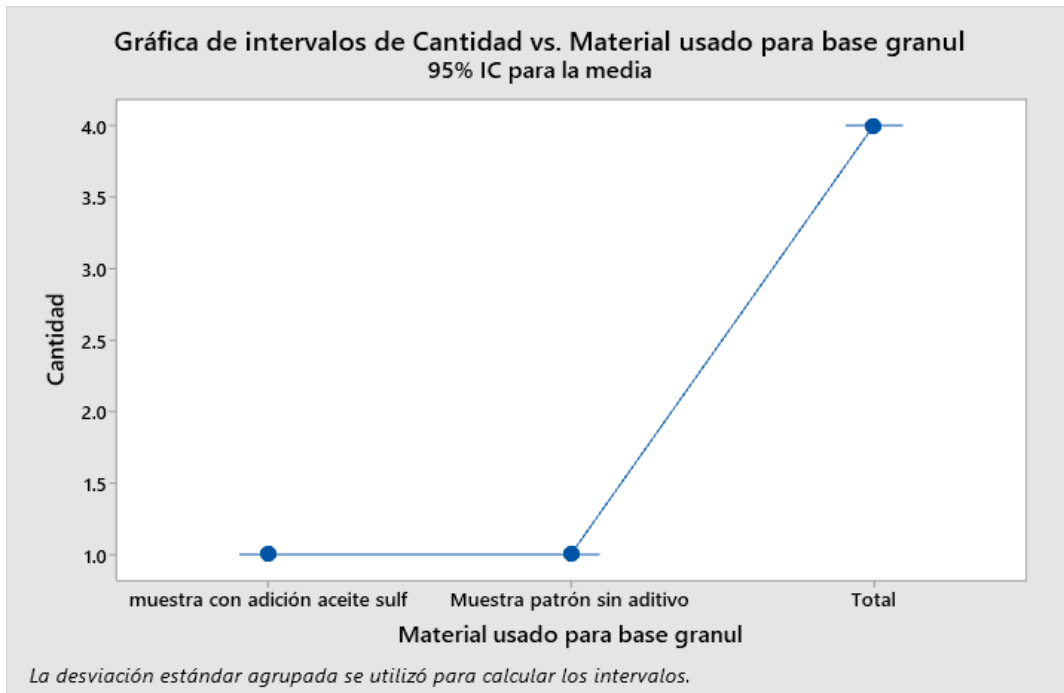


Figura 13 Intervalo de cantidad vs material base granular

Estadística descriptiva

La presente investigación se realizará en base a un proyecto de tipo experimental, usando los softwares Microsoft Excel 2019, este software ayudara a dar mayor interpretación a los resultados usando los gráficos en barra, donde se realizarán un comparativo de resultados de la muestra patrón y las muestras con aditivos aceite sulfonado y cemento.

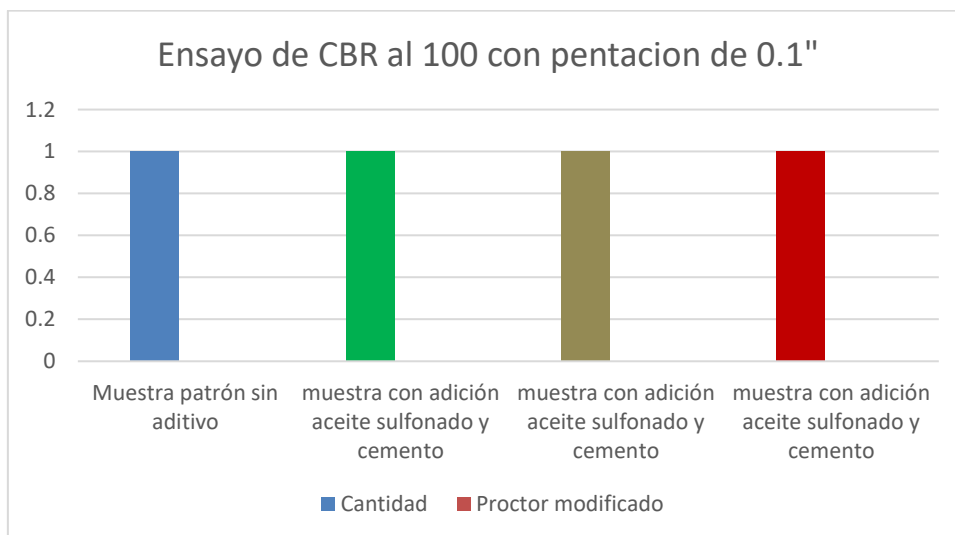


Figura 14 Ensayo de CBR al 100% con penetración de 0.1"

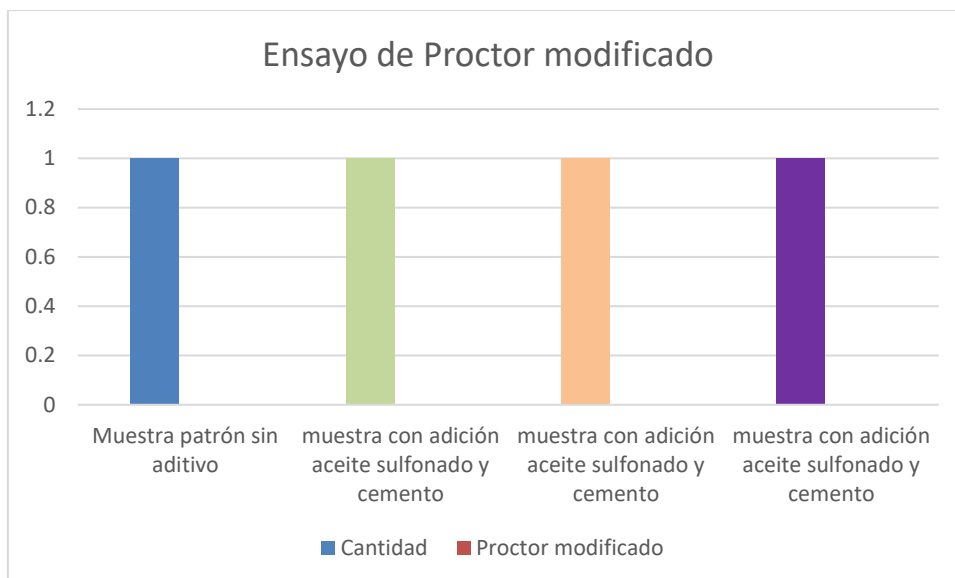


Figura 15 *Ensayo de Proctor Modificado*

3.7. Aspectos éticos

En el transcurso de este trabajo de investigación se presenta el respeto mutuo por las personas brindando y generando conocimiento en beneficio a la población como también conservando la propiedad intelectual de las informaciones encontradas en los libros, revistas, periódicos, tesis y los aportes científicos de la comunidad de investigadores como nacionales e internaciones, mediante la redacción de este trabajo de investigación se promete cumplir los valores éticos y normativos sin usar los conocimientos encontrados para infligir de mala manera daños ni perjudicando a la naturaleza tampoco a los animales y a ningún ser vivo que habite en el planeta tierra, por otra parte la redacción de cada uno de los capítulos en esta investigación se desarrollara sin cometer el delito de copia ni tampoco de plagio al momento de la revisión y búsqueda de referencias, se tendrá el respeto mutuo de las ideas plateadas y las definiciones de los conceptos de cada uno de los tesista, investigador y universidad, siendo siempre respetuoso con la justicia peruana sin cometer actos que perjudiquen el estado emocional, también el estado psicológico del prójimo y al público en general, en la realización de este trabajo se preservara la transparencia aportando nuevas ideas originales escritas en la realidad problemática, objetivos, hipótesis, aplicando nuevos métodos de análisis, los resultados, discusiones, conclusiones y recomendaciones pero siempre respetando la normativa vigentes de la entidad responsables de la administración de carreteras tanto los que tienen jurisdicciones locales, regionales, nacionales y mundial.

IV. RESULTADOS

(1) Obtener la granulometría del material de la base granular para fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023.

Cantera Ccoyahuacho

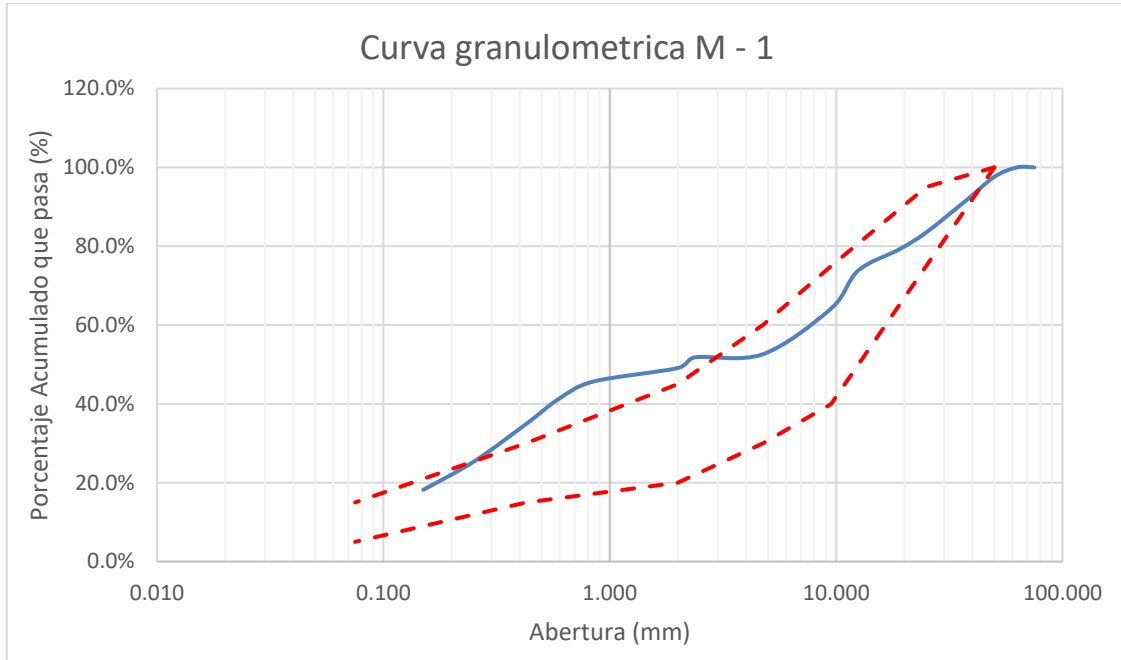


Figura 16 Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

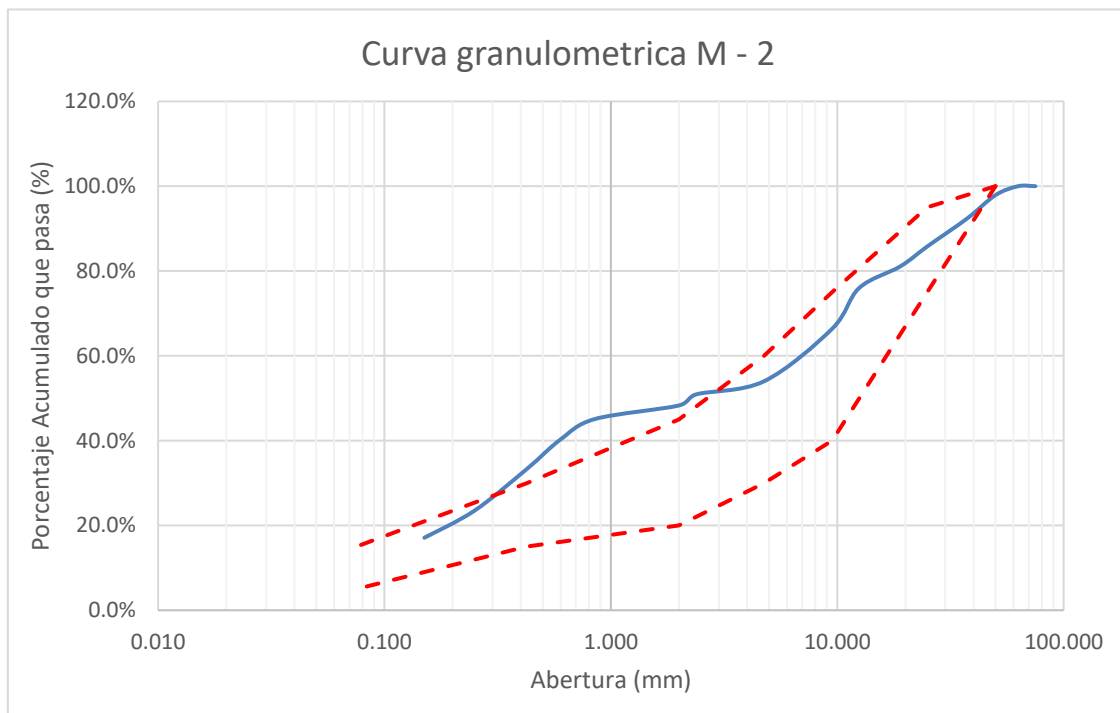


Figura 17 Curva granulométrica muestra 2 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

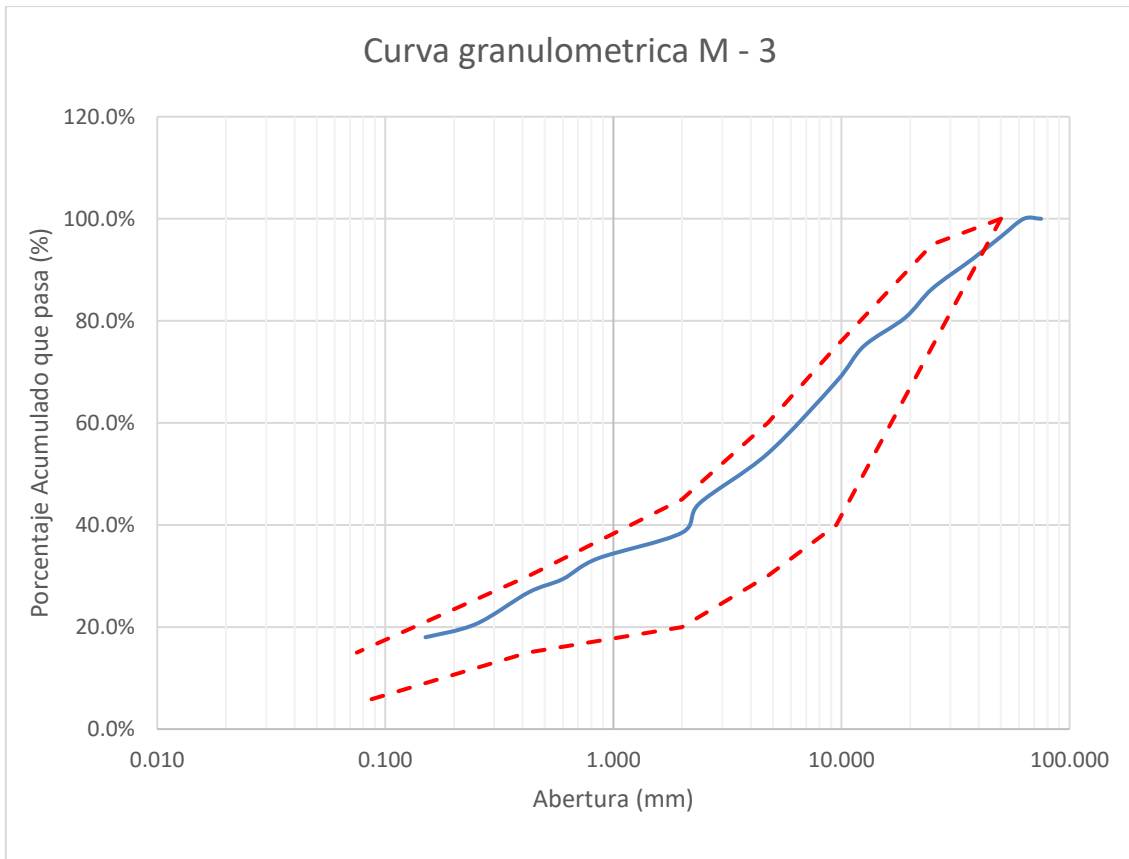


Figura 18 Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

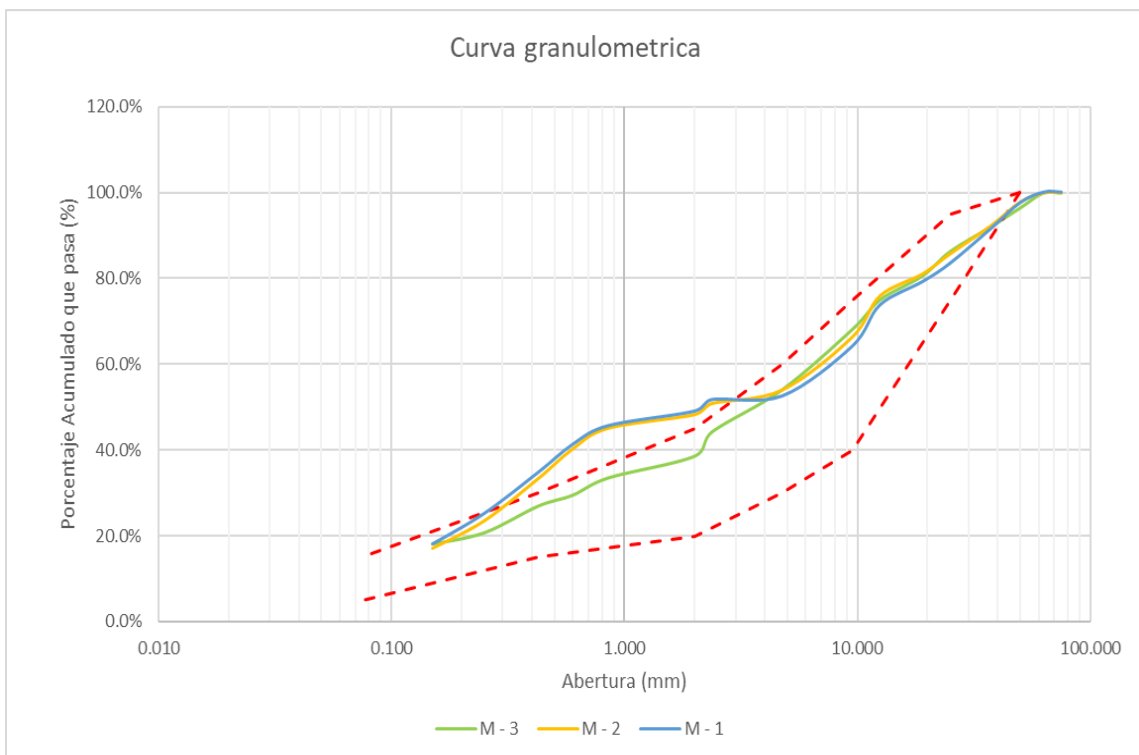


Figura 19 Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

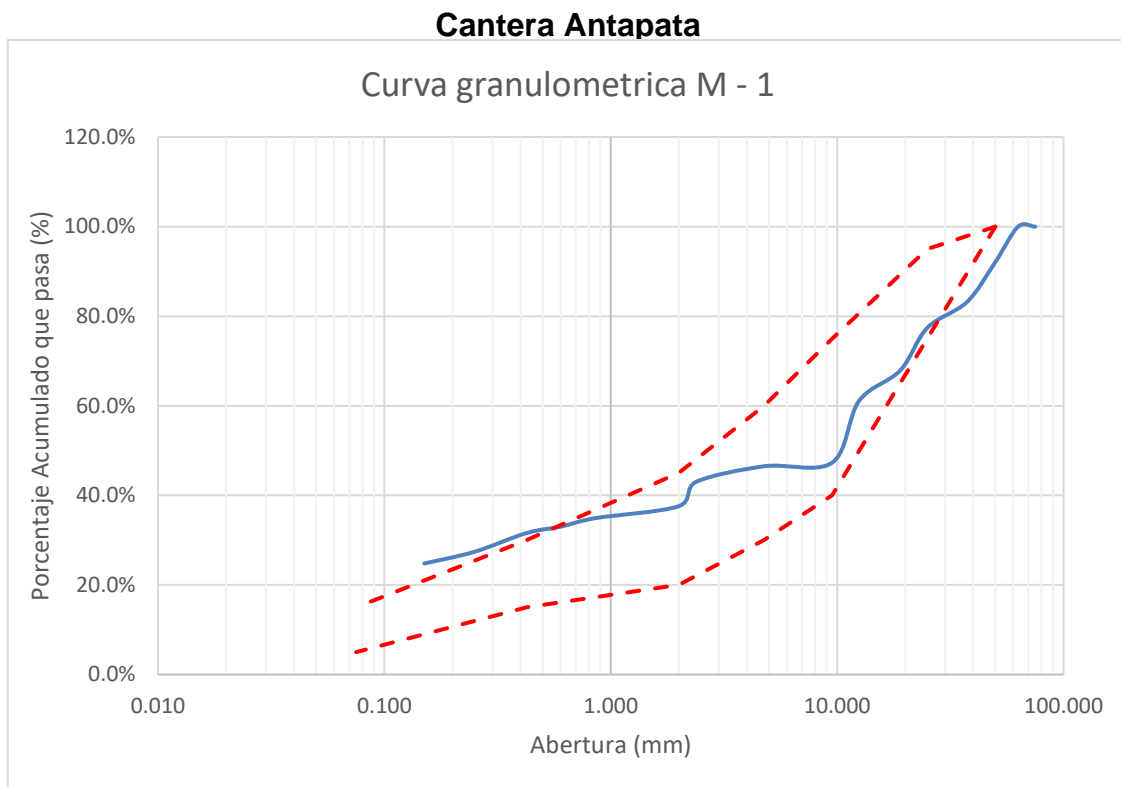


Figura 20 Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Antapata (Patrón)

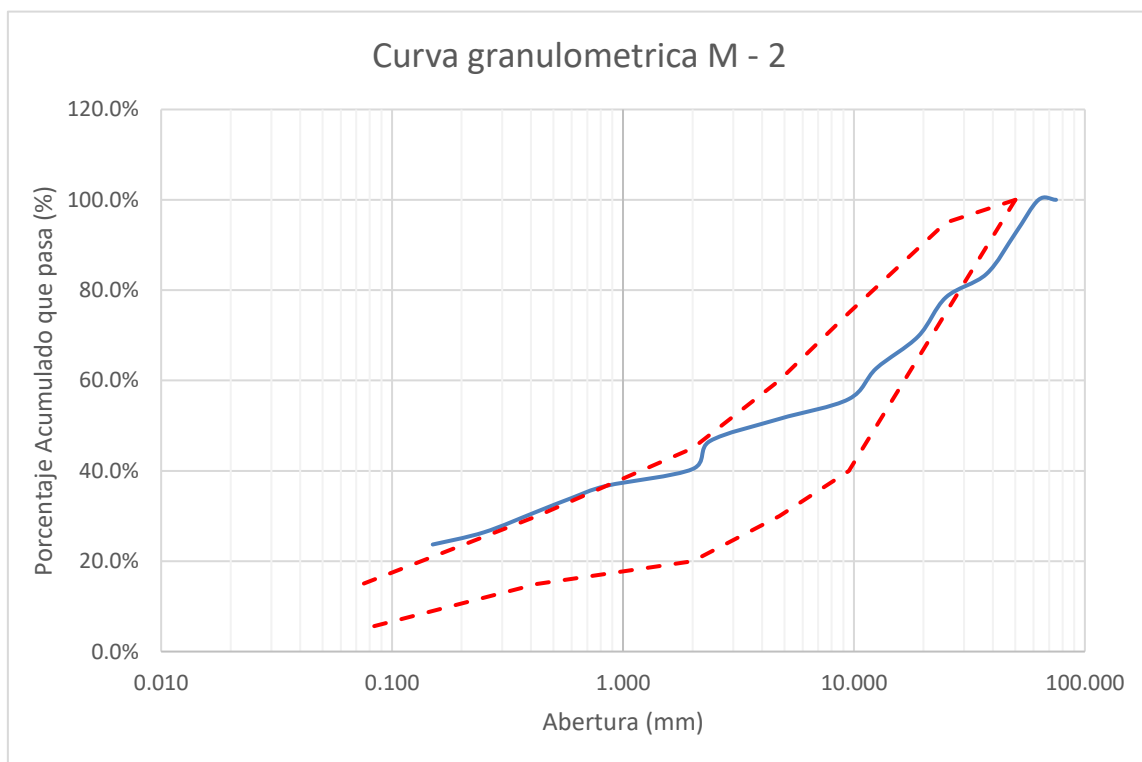


Figura 21 Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Antapata (Patrón)

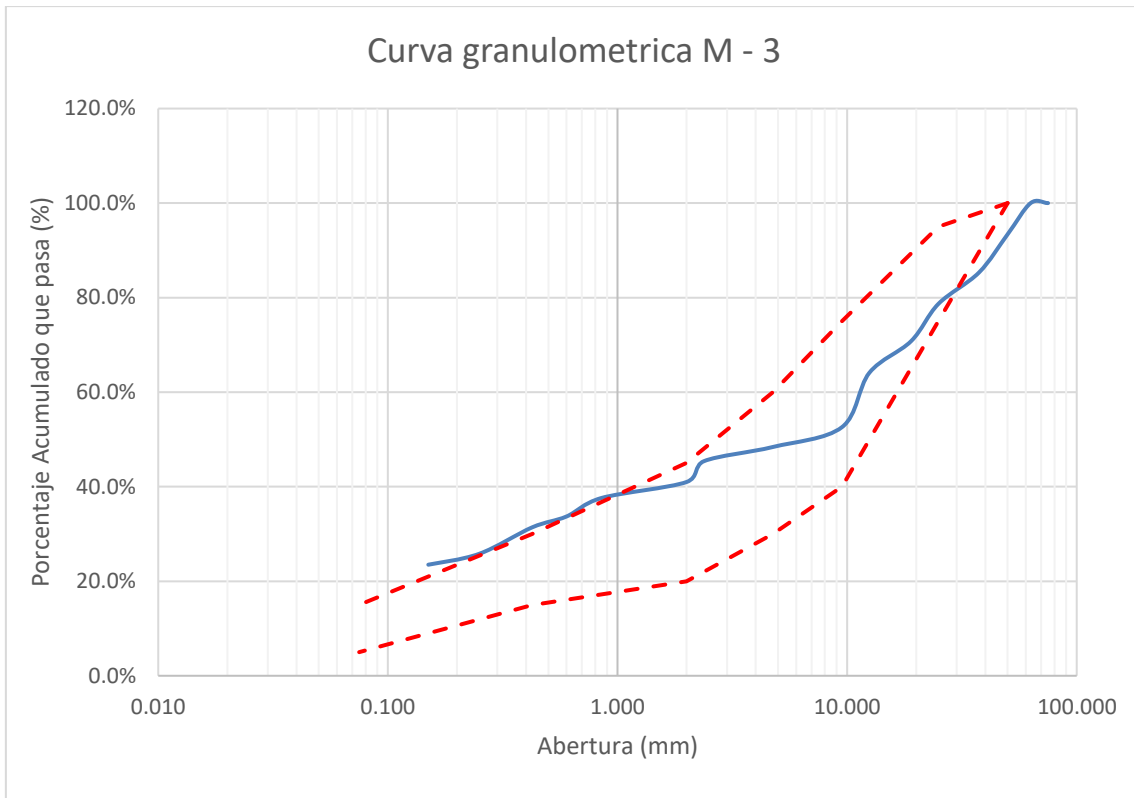


Figura 22 Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Antapata (Patrón)

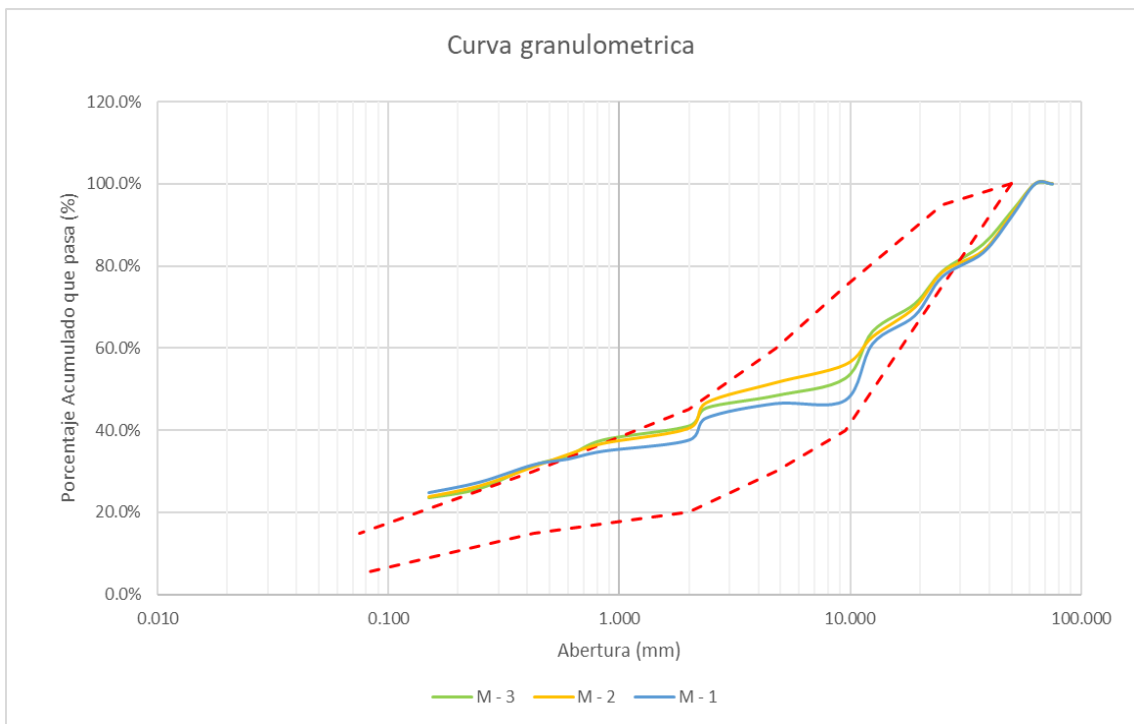


Figura 23 Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Antapata (Patrón)

Cantera Suilluacca

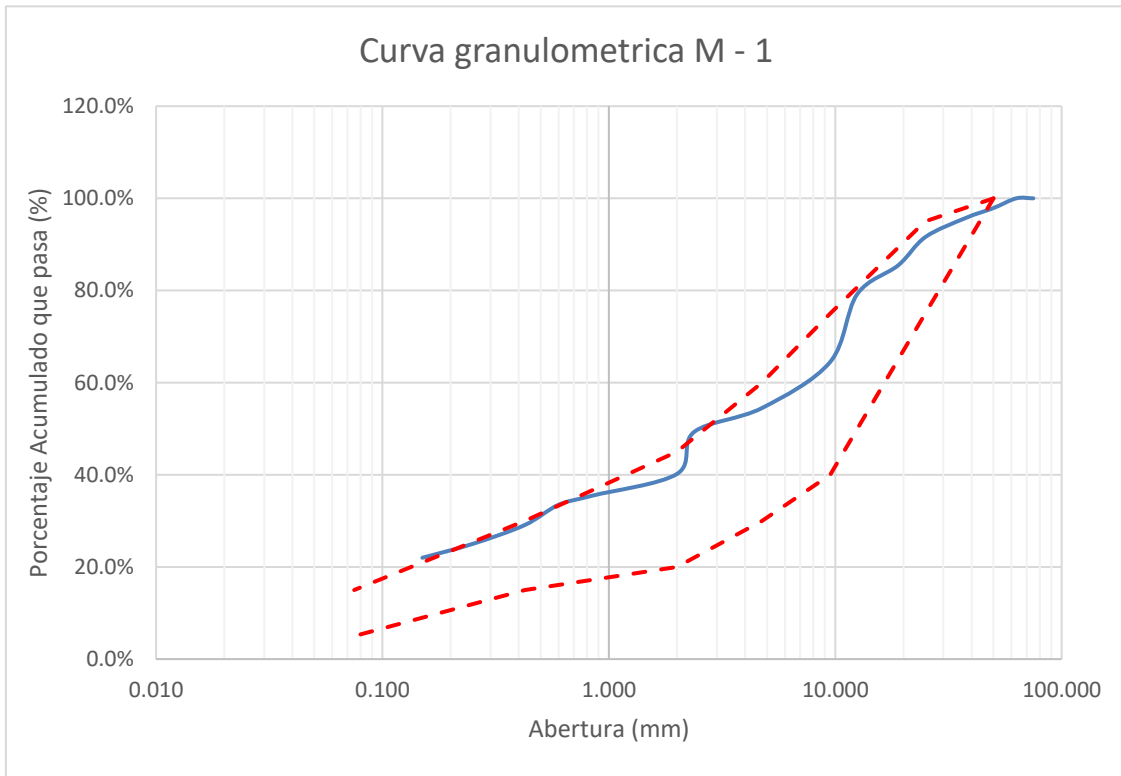


Figura 24 Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Suilluacca (Patrón)

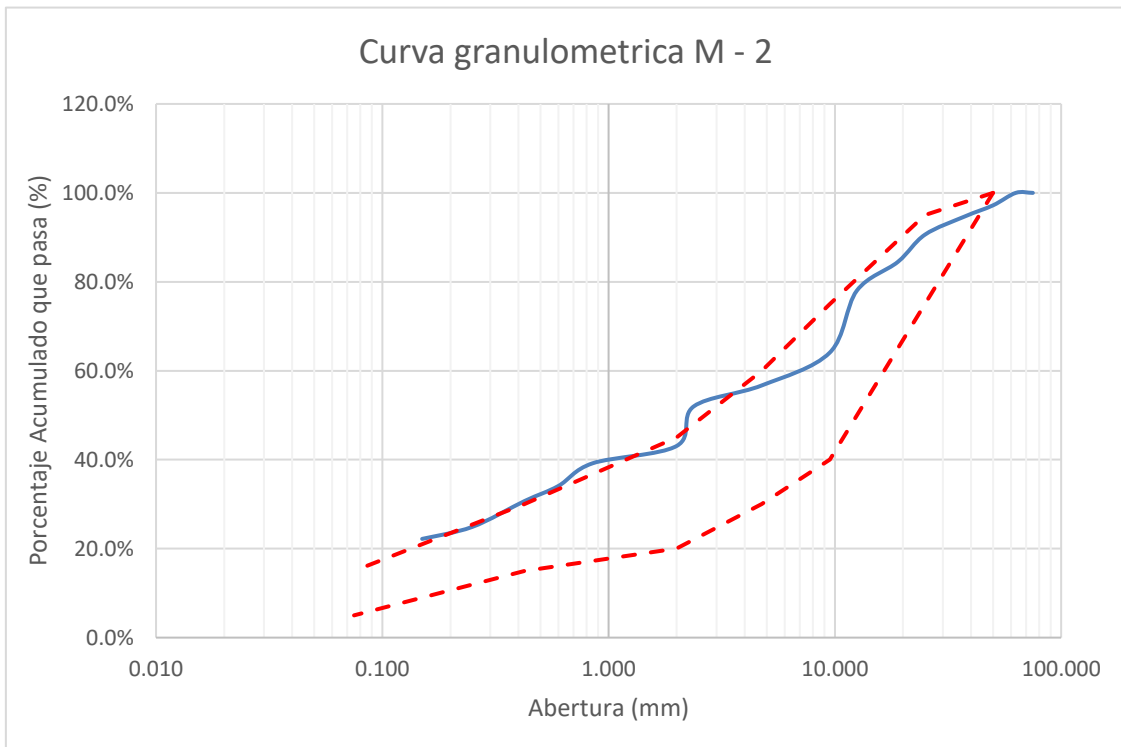


Figura 25 Curva granulométrica muestra 2 de la cantera Suilluacca (Patrón)

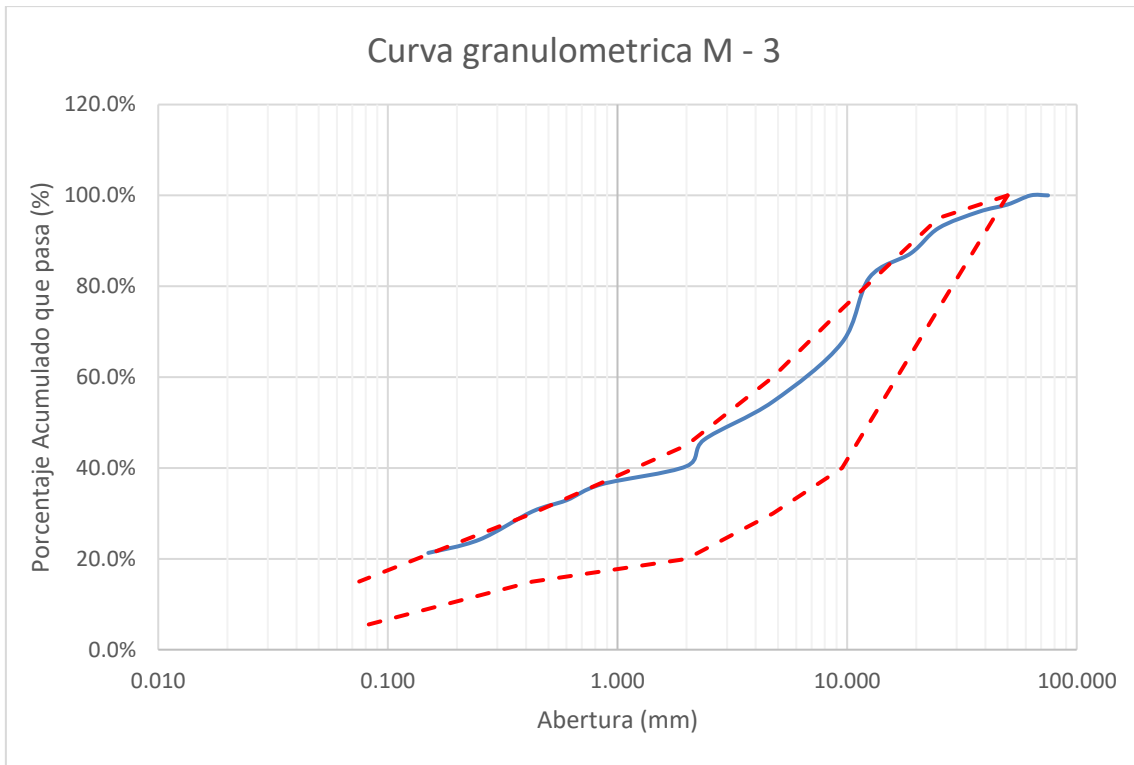


Figura 26 Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Suilluacca (Patrón)

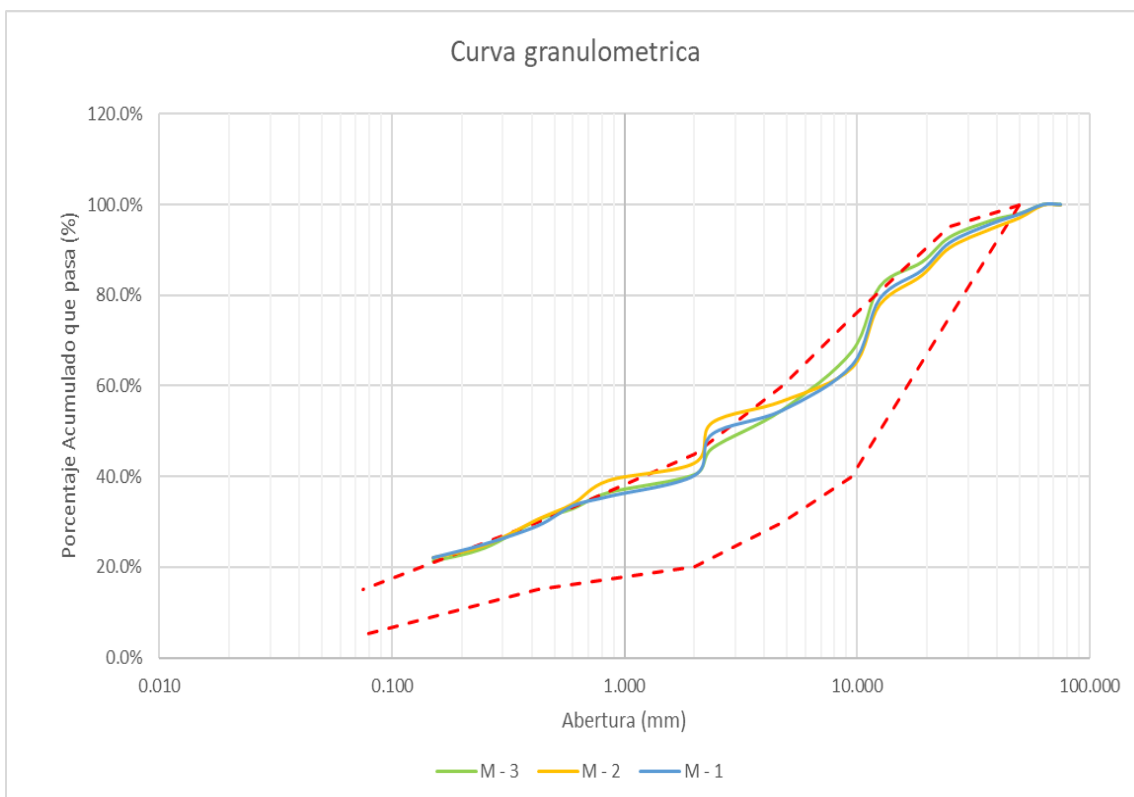


Figura 27 Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Suilluacca (Patrón)

Cantera Sol naciente

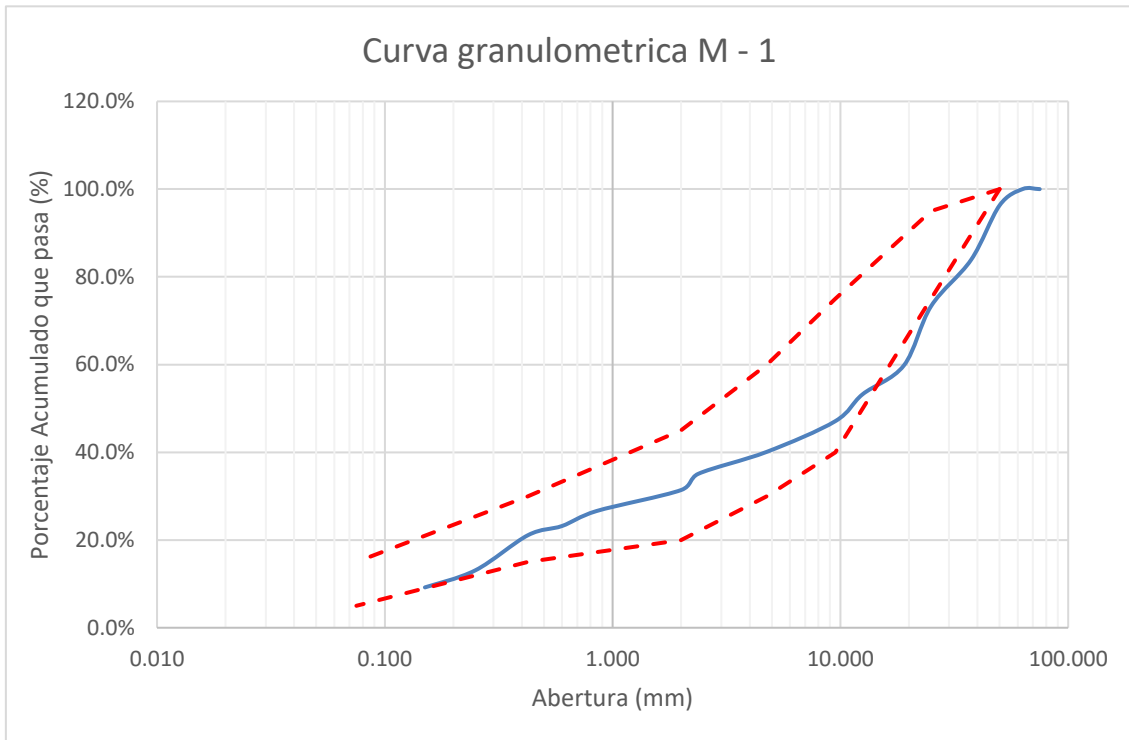


Figura 28 Curva granulométrica muestra 1 de la cantera Sol naciente (Patrón)

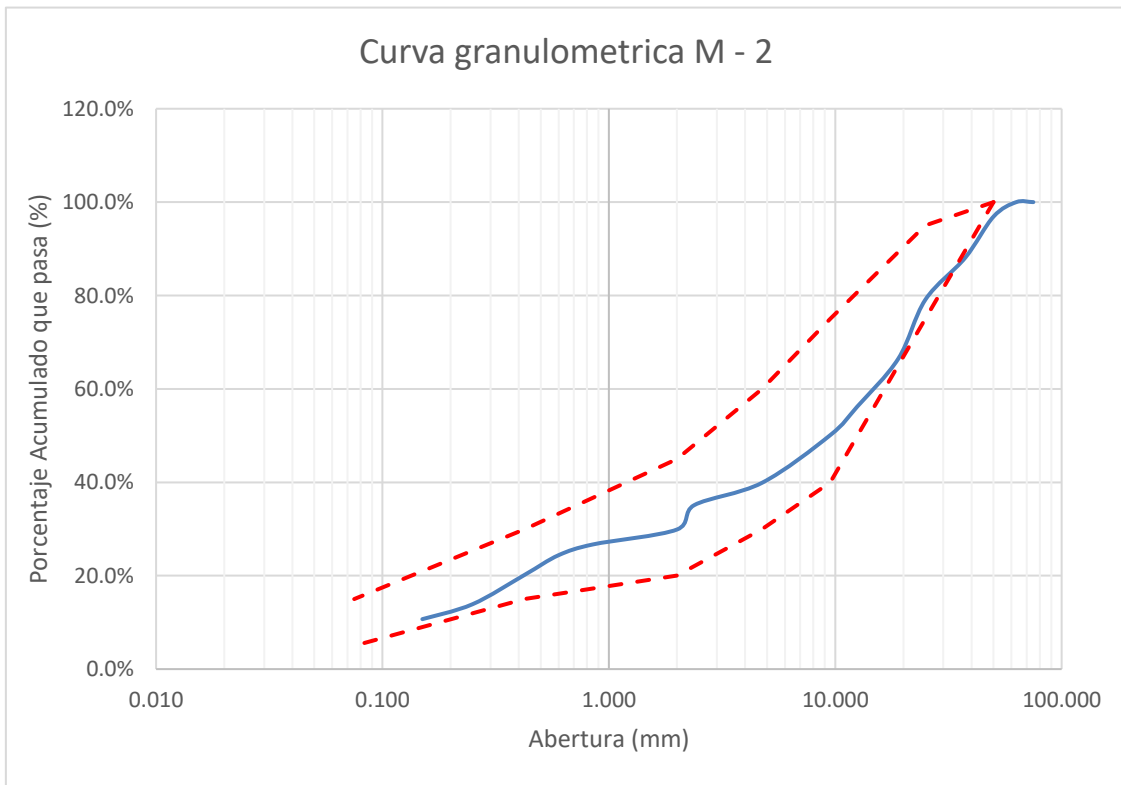


Figura 29 Curva granulométrica muestra 2 de la cantera Sol naciente (Patrón)

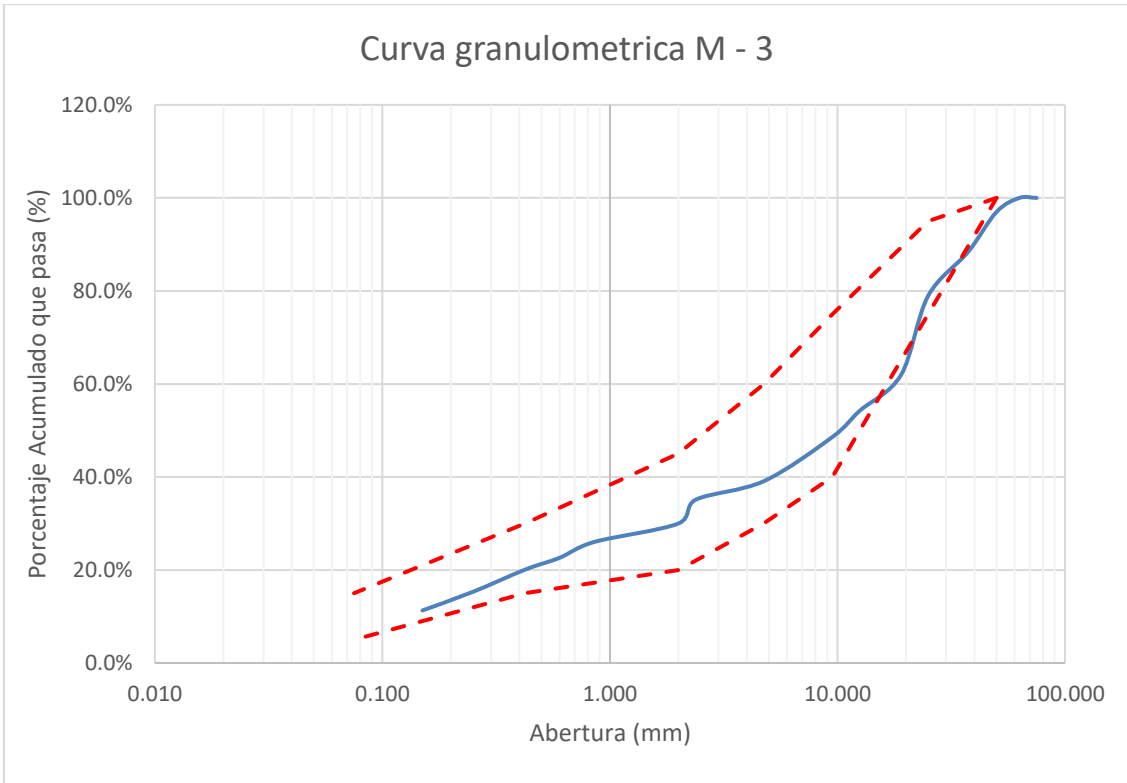


Figura 30 Curva granulométrica muestra 3 de la cantera Sol naciente (Patrón)

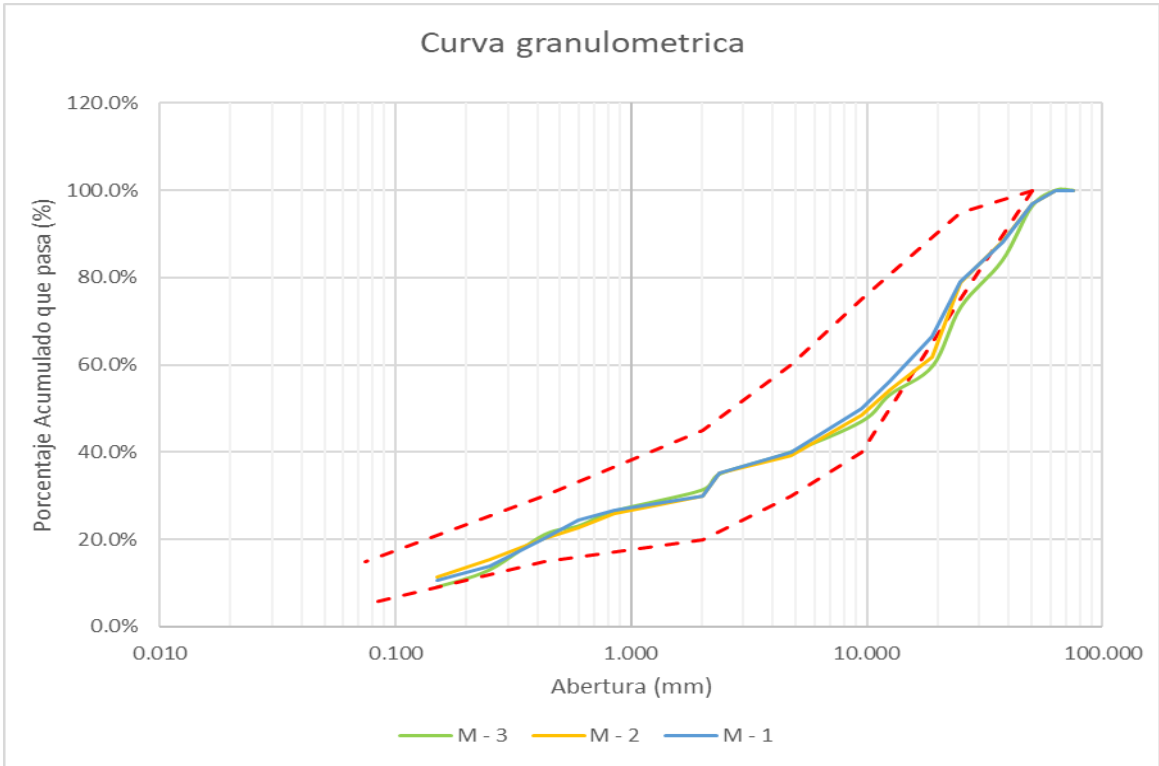


Figura 31 Comparación de curva granulométrica de muestra 1, 2,3 de la cantera Sol naciente (Patrón)

Cantera Ccoyahuacho

Tabla 14 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Ccoyahuacho)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.1")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	26.8	36.6
	M - 2	0	0	27.9	36.7
	M - 3	0	0	28.6	37.4
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	70.8	109.9

Tabla 15 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Ccoyahuacho)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.2")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	34.6	45.0
	M - 2	0	0	35.7	45.1
	M - 3	0	0	36.4	45.7
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	80.5	125.3

Tabla 16 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Antapata)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.1")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	42.2	55.0
	M - 2	0	0	43.0	55.9
	M - 3	0	0	44.5	57.6
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	77.9	129.4

Tabla 17 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Antapata)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.2")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	49.8	64.6
	M - 2	0	0	50.9	66.2
	M - 3	0	0	52.7	66.6
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	85.0	141.3

Tabla 18 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Suilluacca)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.1")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	27.0	35.5
	M - 2	0	0	29.5	35.8
	M - 3	0	0	30.6	36.1
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	64.1	106.8

Tabla 19 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Suilluacca)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.2")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	28.7	37.4
	M - 2	0	0	30.1	39.3
	M - 3	0	0	35.1	45.7
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	72.8	121.5

Tabla 20 Resultado de CBR con penetración de 0.1" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Sol naciente)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.1")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	49.5	64.6
	M - 2	0	0	52.4	68.1
	M - 3	0	0	50.4	65.8
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	73.8	122.5

Tabla 21 Resultado de CBR con penetración de 0.2" de muestra patrón, aceite sulfonado y cemento (Cantera Sol naciente)

Características	Muestras	Aceite sulfonado	Cemento	CBR (penetración de 0.2")	
		(0.3 lt/m3)	(% de cemento)	al 95% (MDS)	al 100% (MDS)
Patrón	M - 1	0	0	52.4	68.1
	M - 2	0	0	53.0	68.8
	M - 3	0	0	55.3	71.9
Aditivo	M - 4	0.3	2.5	82.0	136.4

(3) Determinar el proctor modificado en el material de base granular para fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023.

Cantera Ccoyahuacho

Relacion humedad - densidad

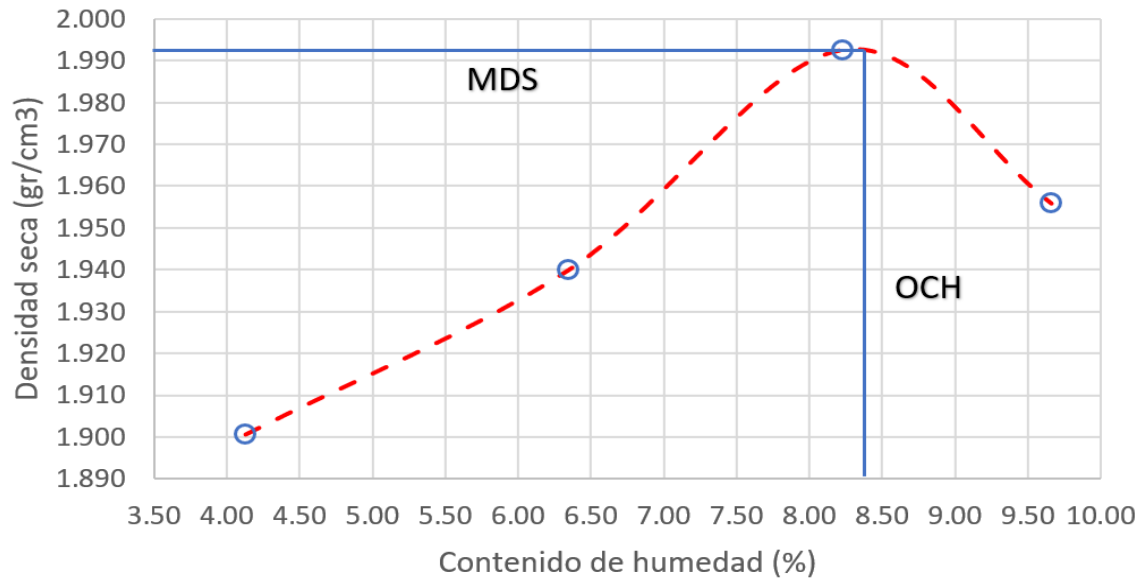


Figura 32 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

Relacion Humedad - densidad

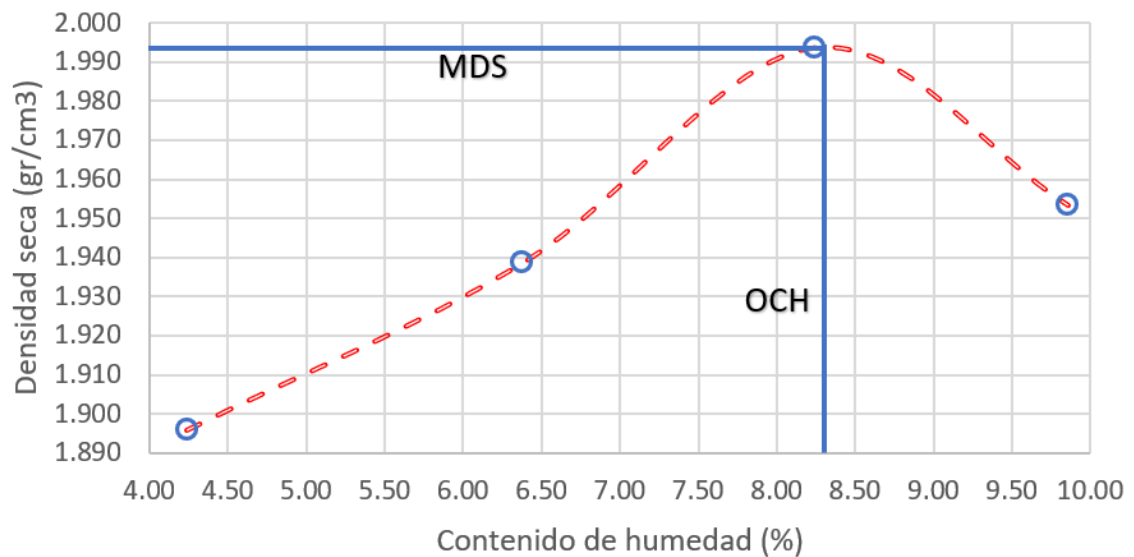


Figura 33 Resultado Proctor modificado M - 2 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

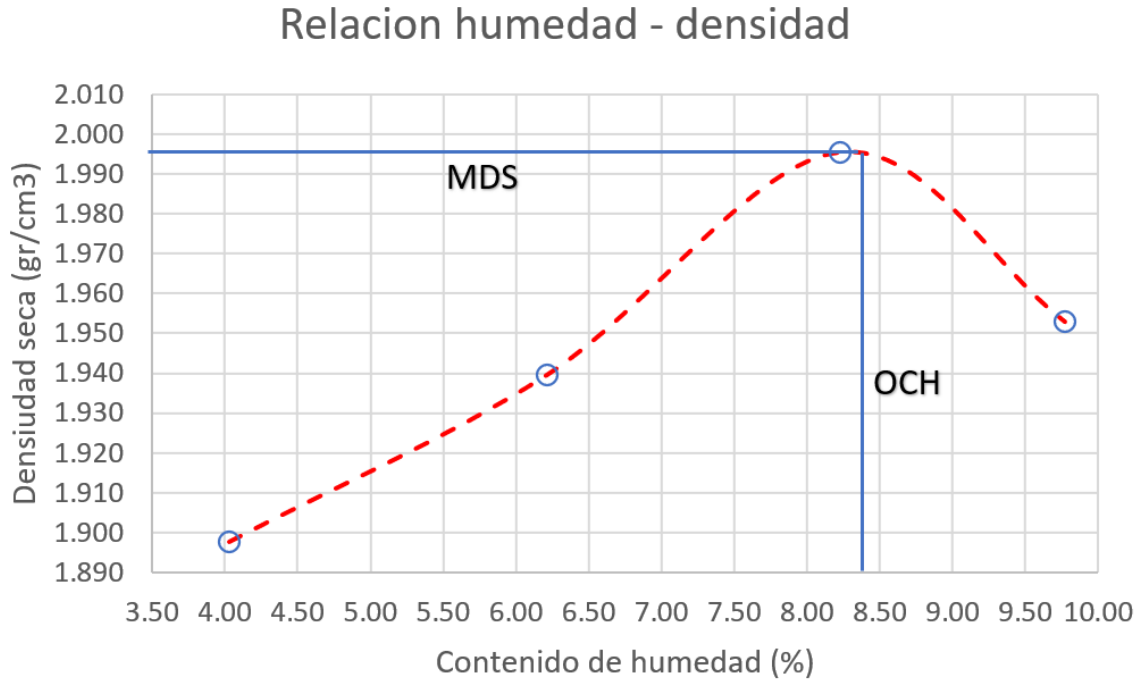


Figura 34 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Ccoyahuacho (Patrón)

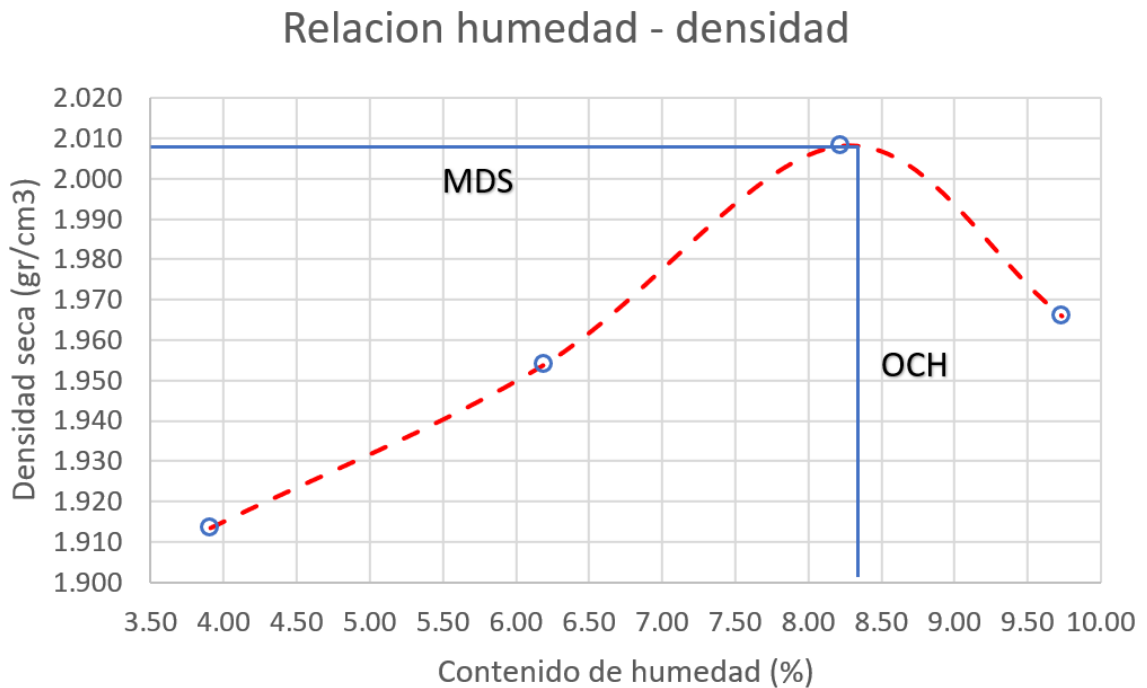


Figura 35 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Ccoyahuacho (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento)

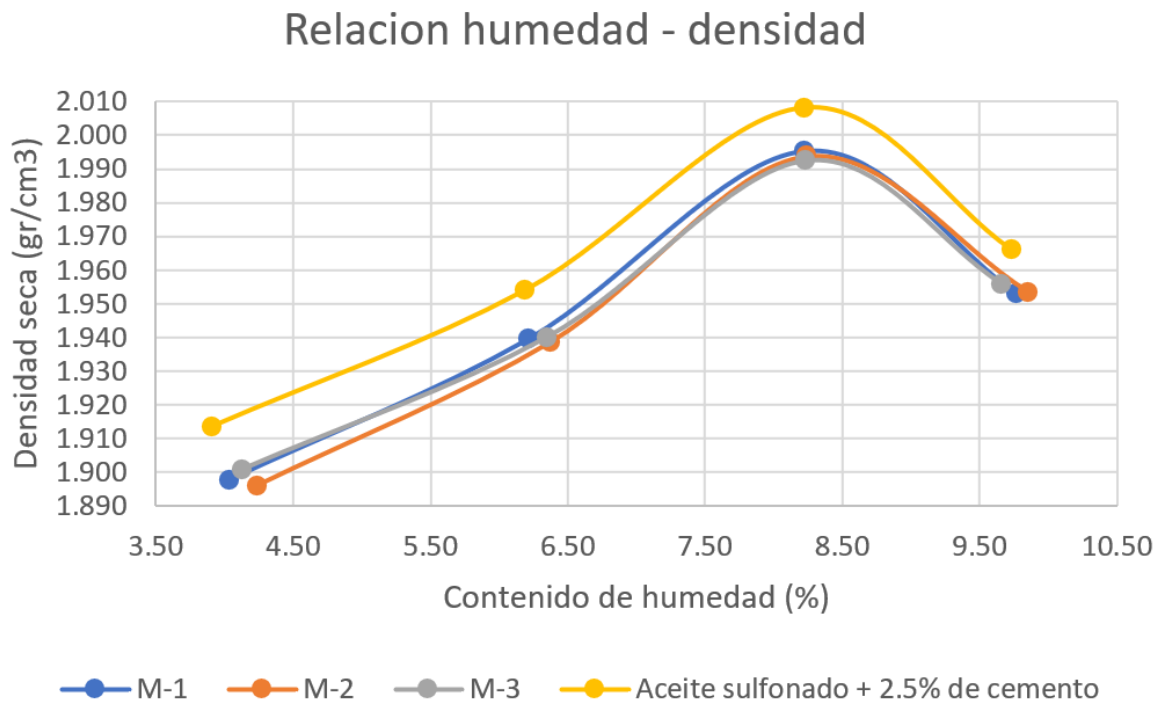


Figura 36 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ +2.5% de cemento) en la cantera Ccoyahuacho

Cantera Antapata

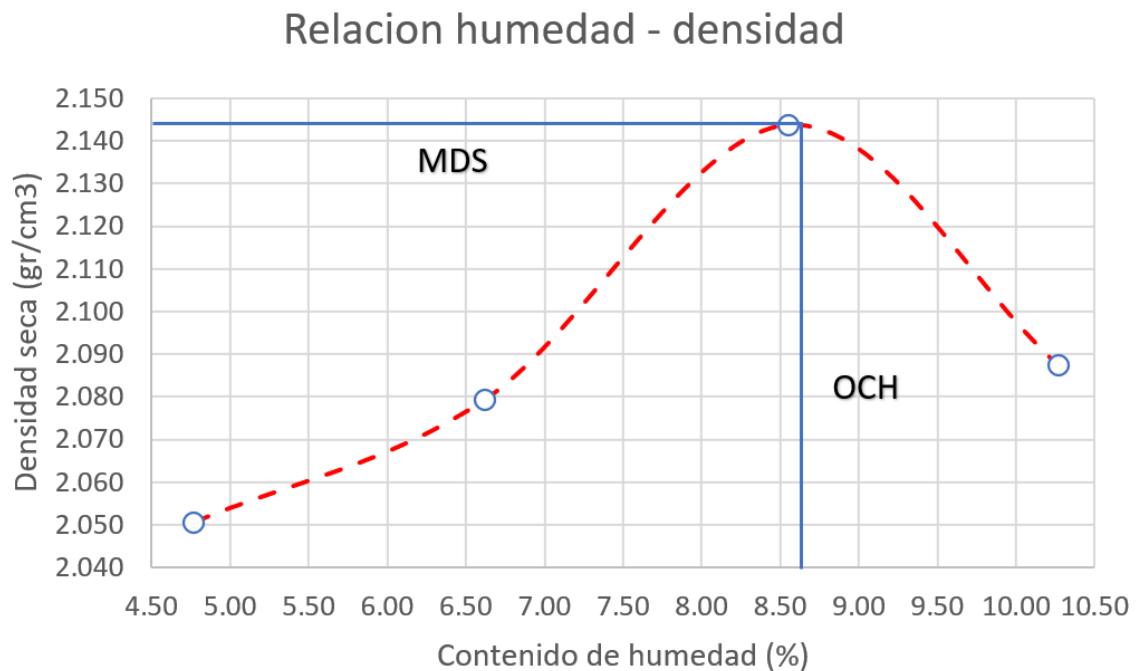


Figura 37 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Antapata (Patrón)

Relacion humedad - densidad

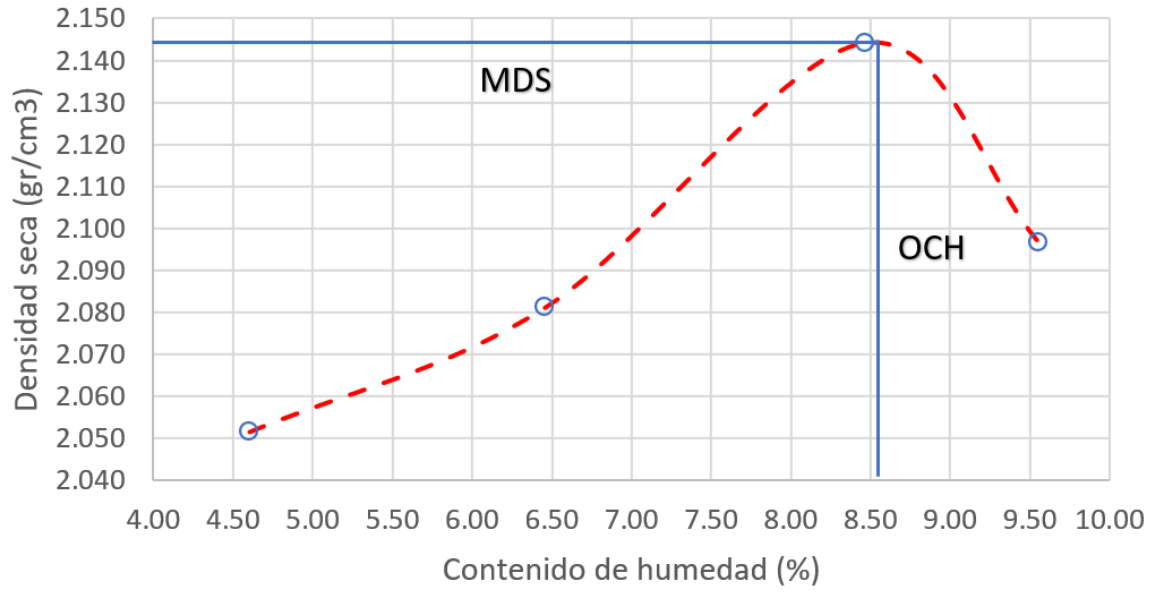


Figura 38 Resultado Proctor modificado M – 2 de la cantera Antapata (Patrón)

Relacion humedad - densidad

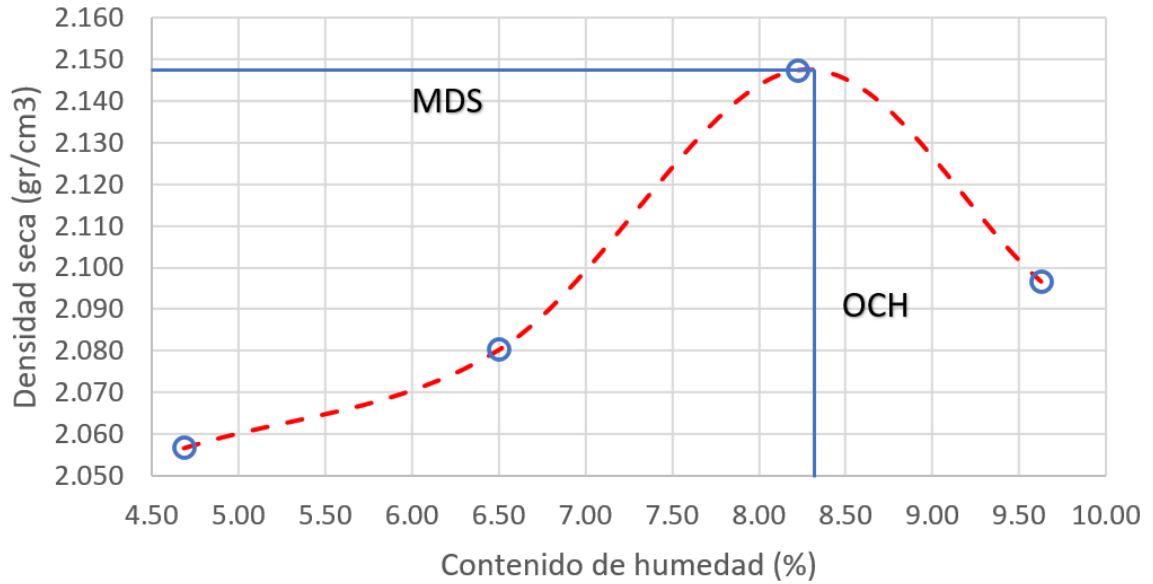


Figura 39 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Antapata (Patrón)

Relacion humedad - densidad

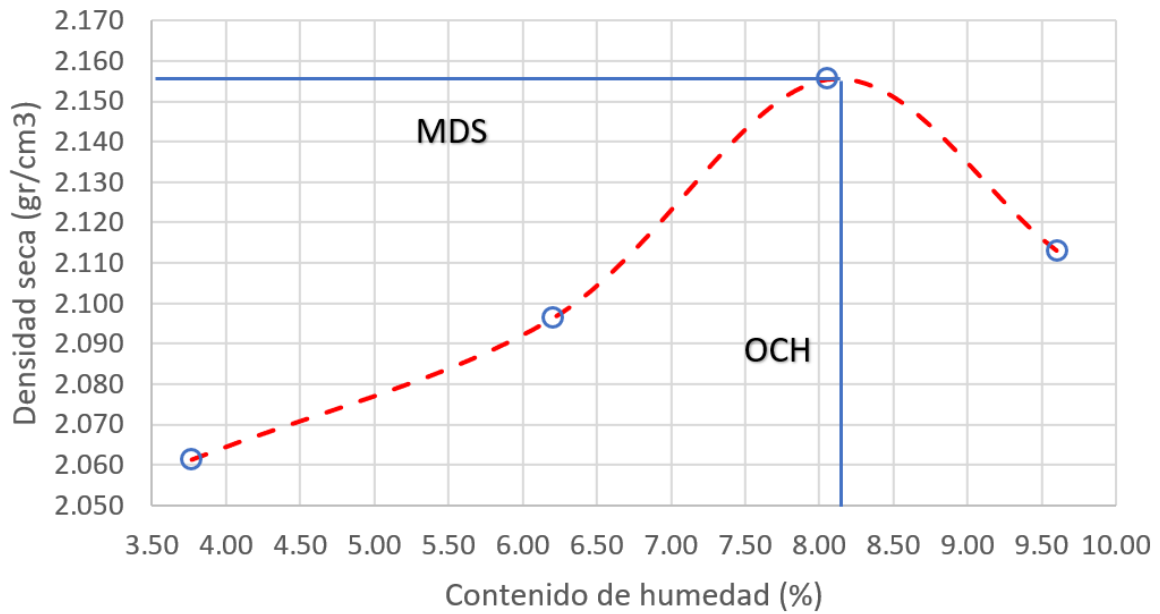


Figura 40 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Antapata (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento)

Relación humedad - densidad

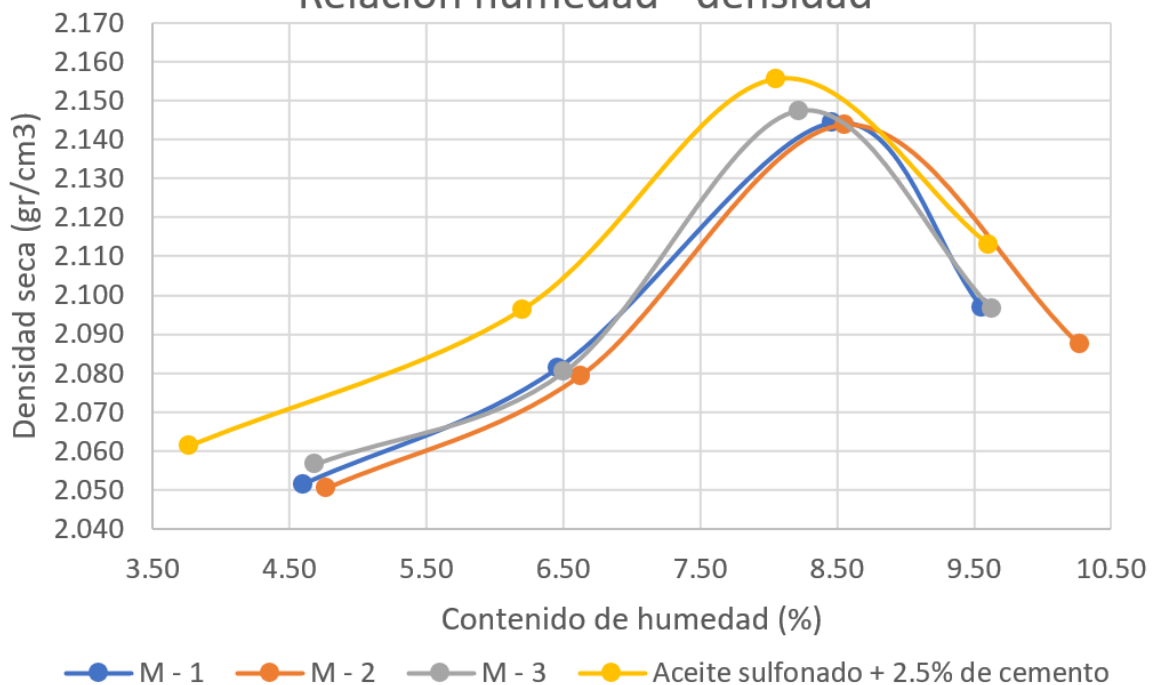


Figura 41 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento) en la cantera Antapata

Cantera Suilluacca

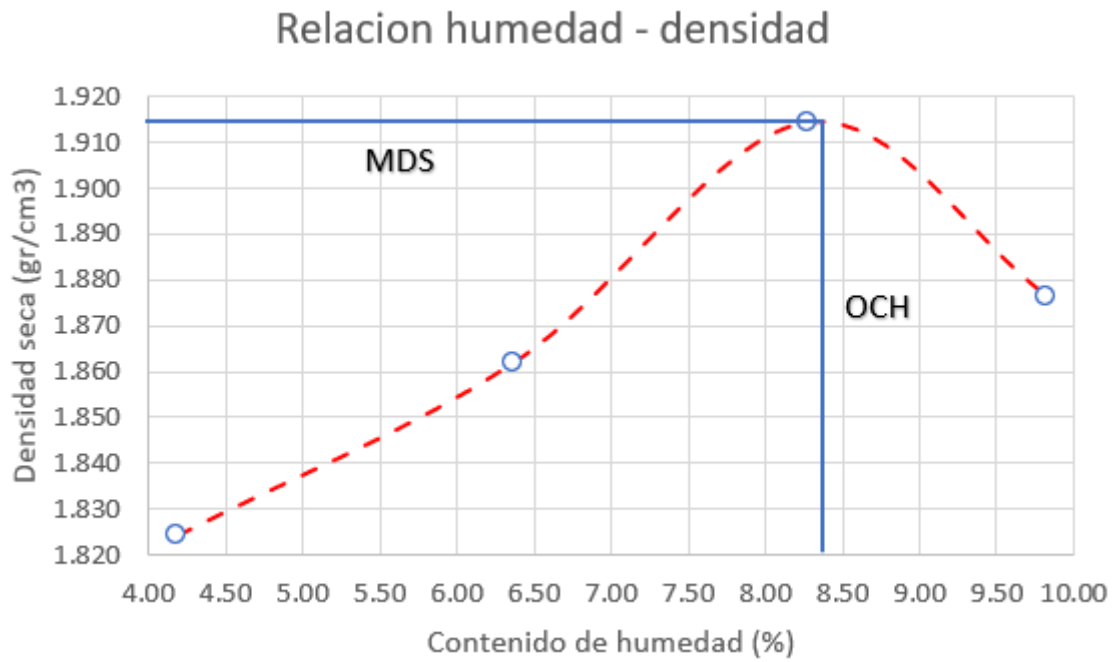


Figura 42 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Suilluacca (Patrón)

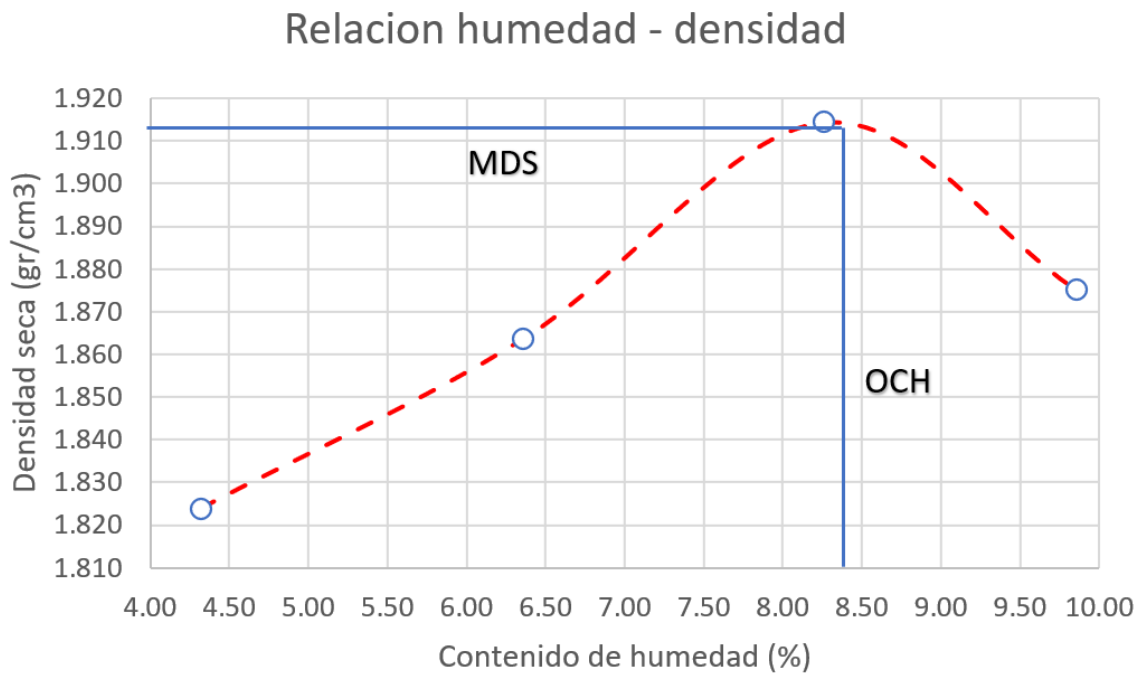


Figura 43 Resultado Proctor modificado M – 2 de la cantera Suilluacca (Patrón)

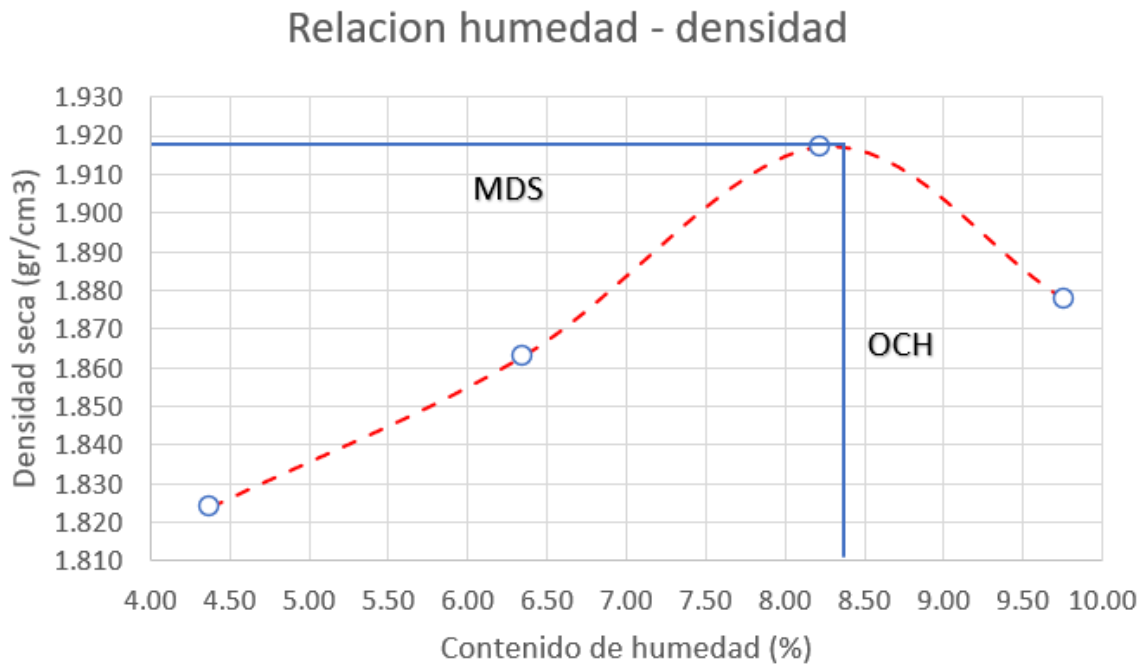


Figura 44 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Suilluacca (Patrón)

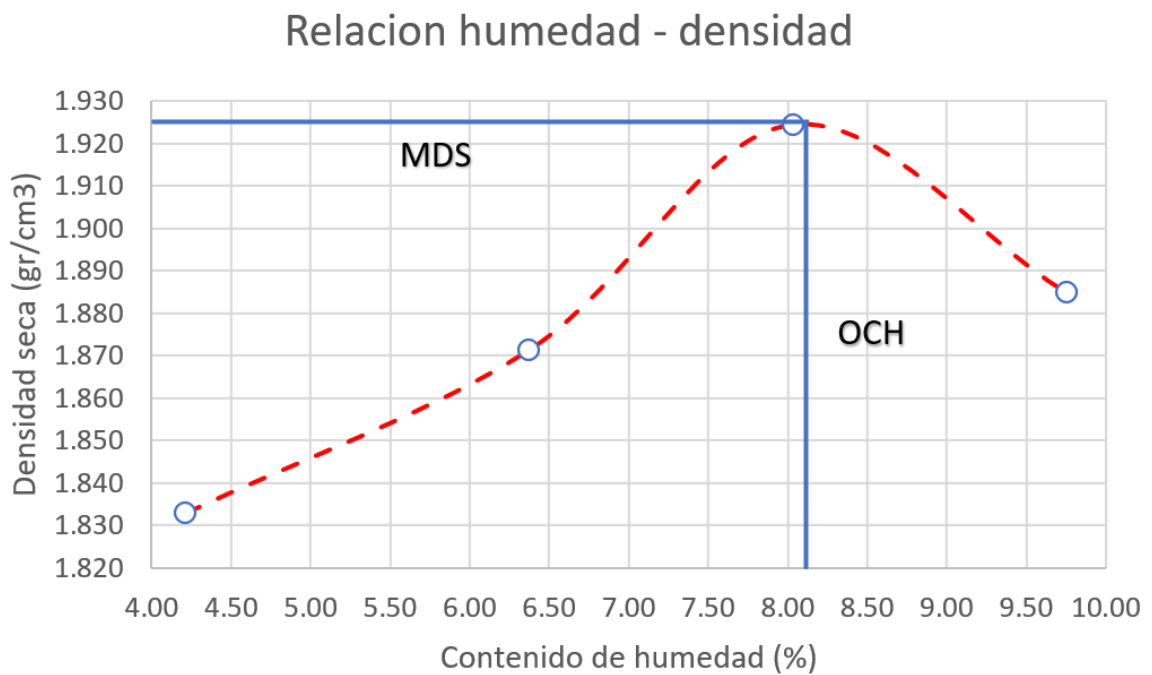


Figura 45 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Suilluacca (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento)

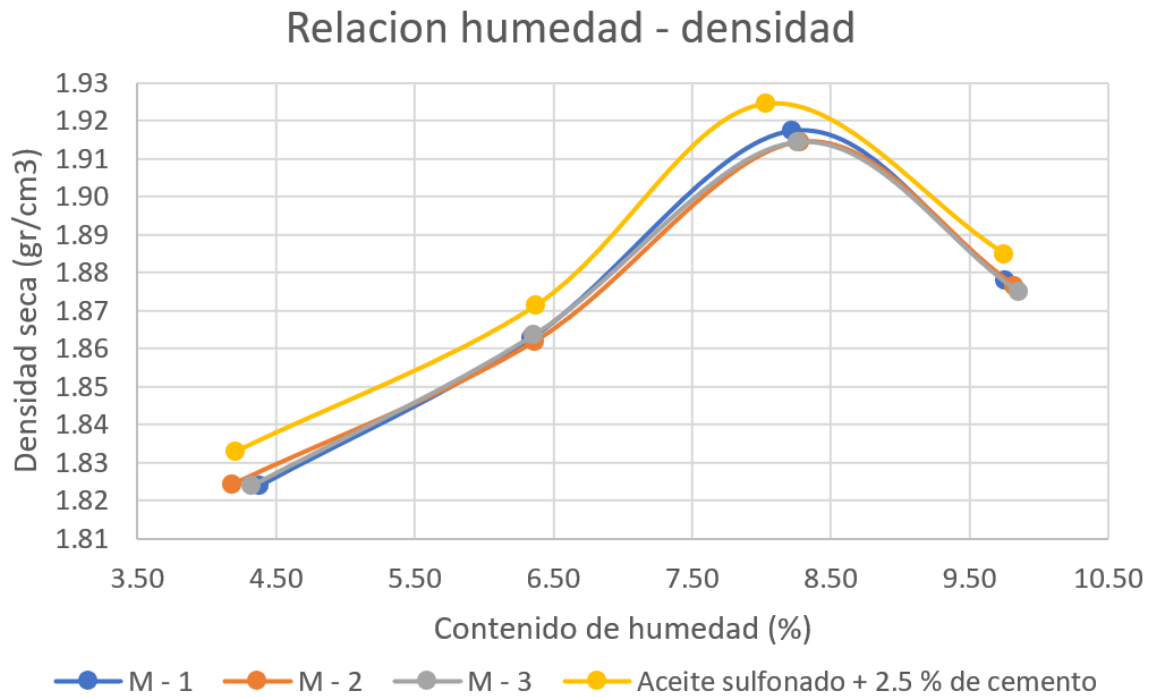


Figura 46 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ +2.5% de cemento) en la cantera Suilluacca

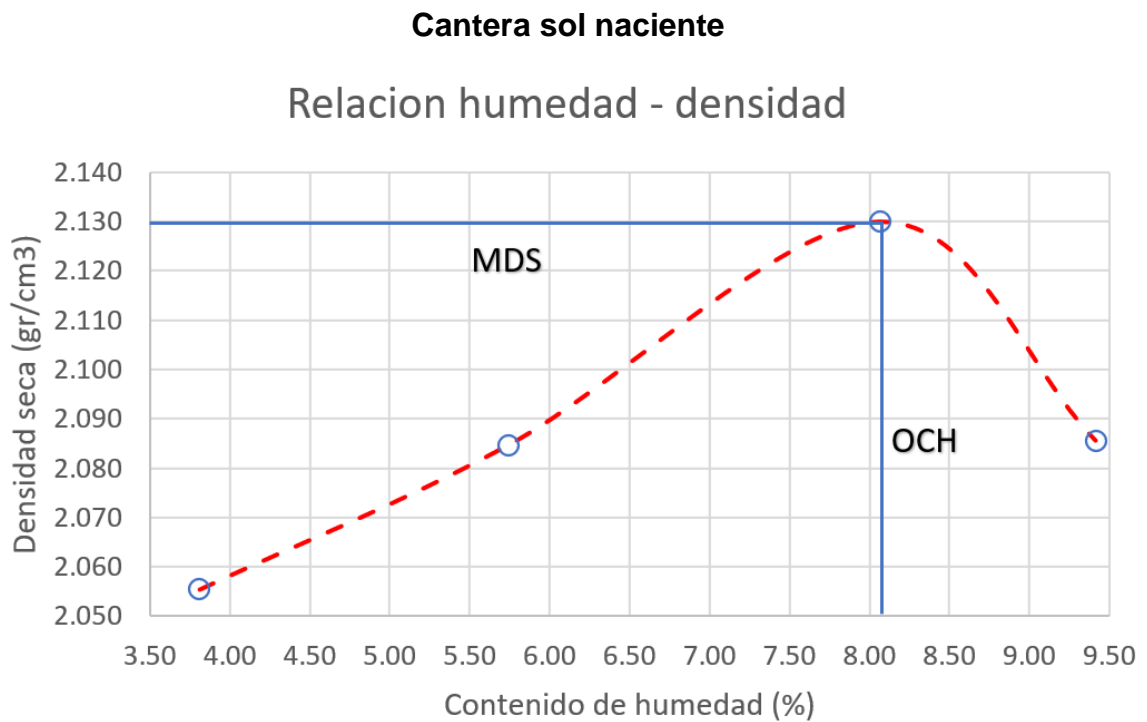


Figura 47 Resultado Proctor modificado M – 1 de la cantera Sol Naciente (Patrón)

Relacion humedad - densidad

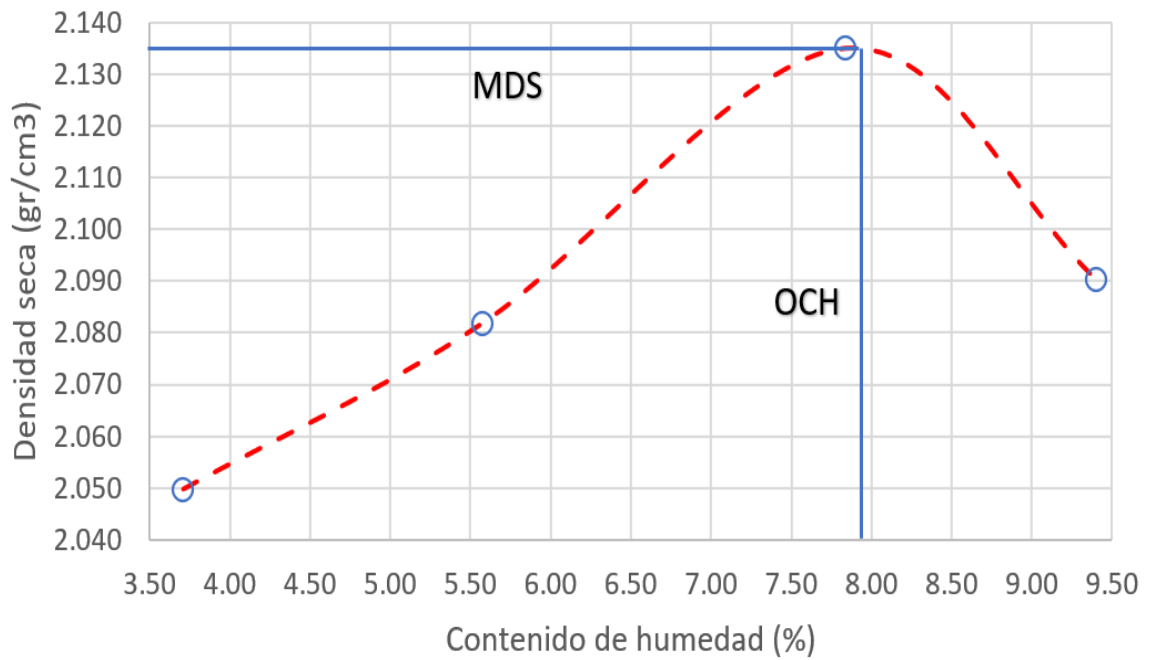


Figura 48 Resultado Proctor modificado M – 2 de la cantera Sol Naciente (Patrón)

Relacion humedad - densidad

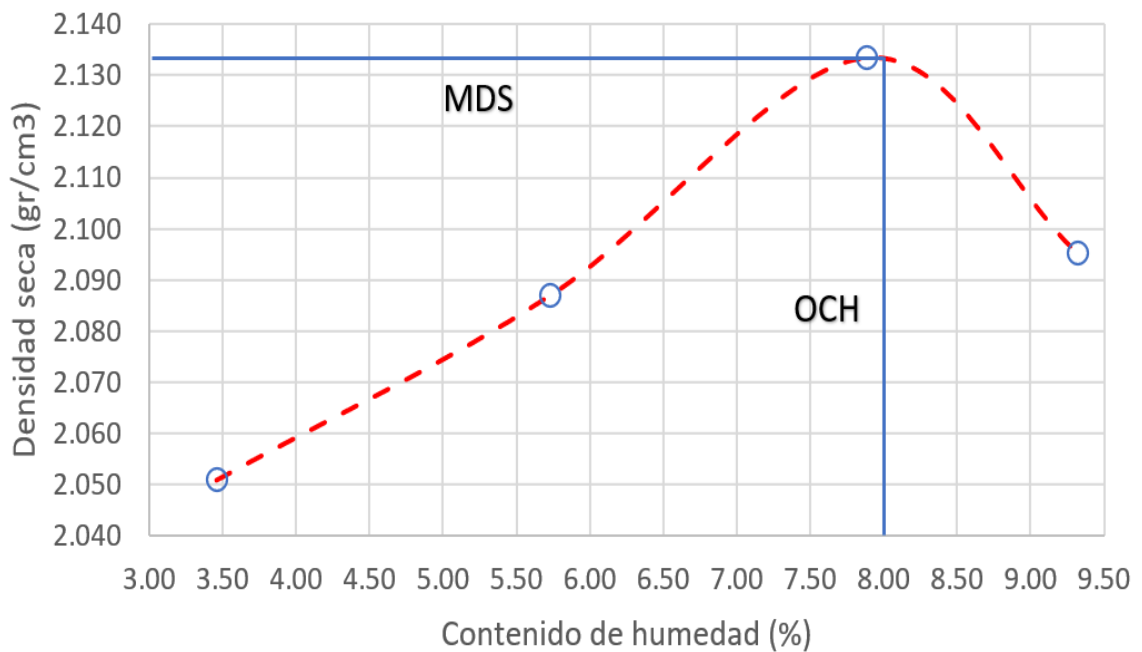


Figura 49 Resultado Proctor modificado M – 3 de la cantera Sol Naciente (Patrón)

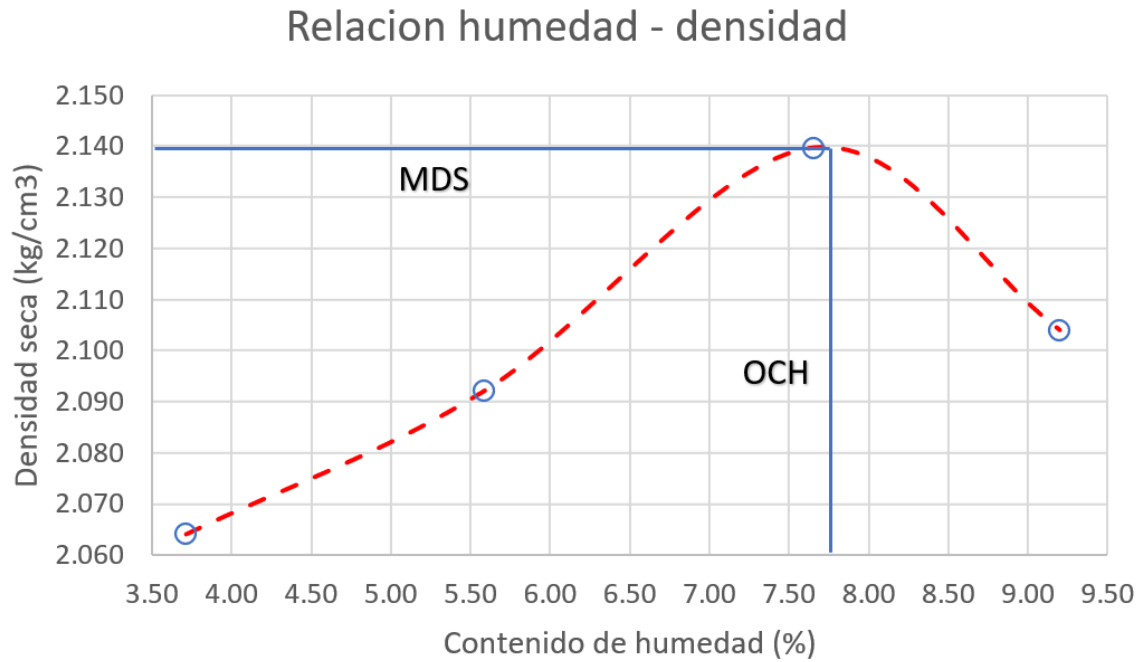


Figura 50 Resultado Proctor modificado muestra con aditivo en la cantera Suilluacca (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento)

C

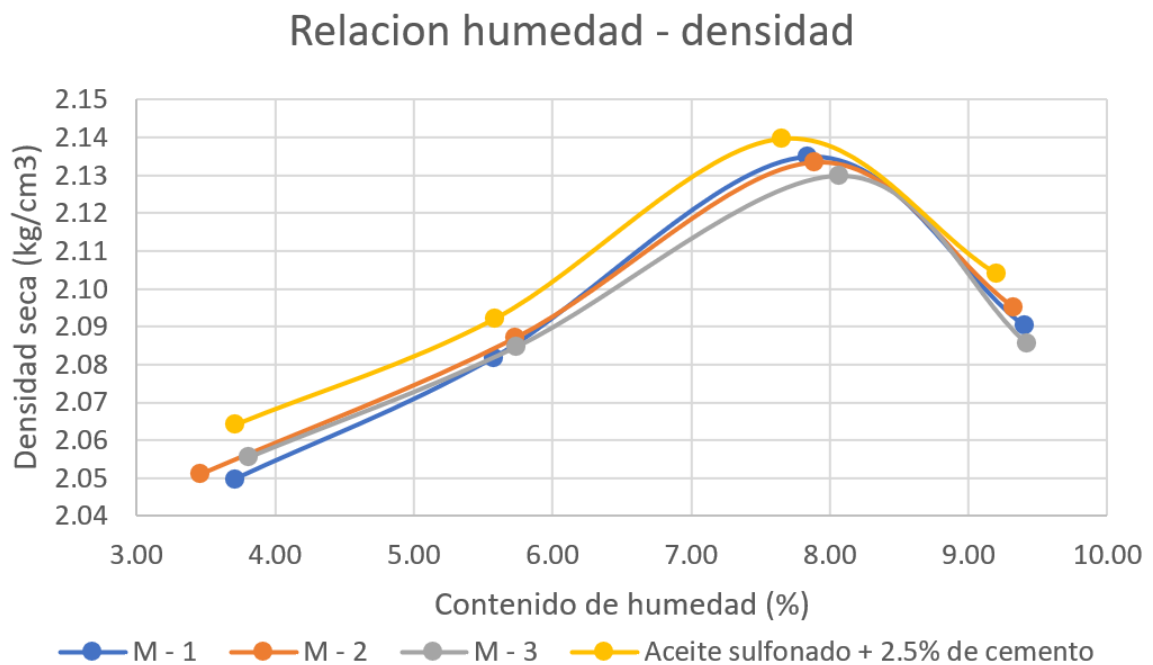


Figura 51 Resultado Proctor modificado comparación de M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento) en la cantera Sol Naciente

V. DISCUSIÓN

la influencia de la incorporación del aceite sulfonado y cemento viene siendo un agente positivo en la resistencia del material de base granular con fines de pavimentación Andahuaylas Apurímac 2023. Por lo cual se confirma la hipótesis presentada.

Ho: La incorporación de 0.3lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento no mejora la resistencia con respecto al CBR.

H1:” La adición del aceite 0.3lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento mejora la resistencia con respecto al CBR.

La resistencia de CBR por ser p-valor menor de 0.05; por lo tanto, el resultado es a un nivel de confianza del 95%, de la adición de aceite 0.3lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento mejora con respecto al CBR. Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general.

De la tabla 15 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.1” (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 26.8%, 27.9%, 28.6%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 70.8% y con una penetración de 0.1” (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 36.6%, 36.7%, 37.4%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 109.9%.

De la tabla 16 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.2” (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 34.6%, 35.7%, 36.4%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 80.5% y con una penetración de 0.2” (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 45.0%, 45.1%, 45.7%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 125.3%.

De la tabla 17 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.1” (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 42.2%, 43.0%, 44.5%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 77.9% y con una penetración de 0.1” (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 55.0%, 55.9%, 57.6%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 129.4%.

De la tabla 18 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.2” (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 49.8%, 50.9%, 52.7%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 85.0% y con una penetración de

0.2" (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 64.6%, 66.2%, 66.6%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 141.3%.

De la tabla 19 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.1" (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 27.0%, 29.5%, 30.6%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 64.1% y con una penetración de 0.1" (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 35.5%, 35.8%, 36.1%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 106.8%.

De la tabla 20 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.2" (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 28.7%, 30.1%, 35.1%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 72.8% y con una penetración de 0.2" (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 37.4%, 39.3%, 45.7%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 121.5%.

De la tabla 21 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.1" (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 49.5%, 52.4%, 50.4%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 73.8% y con una penetración de 0.1" (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 64.6%, 68.1%, 65.8%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 122.5%.

De la tabla 22 se muestra el resultado de CBR con penetración 0.2" (95% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 52.4%, 53.0%, 55.3%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 82.0% y con una penetración de 0.2" (100% MDS) las muestras patrones M-1, M-2, M-3 dieron un resultado de 68.1%, 68.8%, 71.9%, con la muestra con adición M-4 dio un resultado de 136.4%.

En la cantera de Ccoyahuacho se identificó un material GP -GM (gravas mal graduadas ligeramente limosas), A-1-b (0), según la norma (EG-2013) en Perú el CBR se evalúa a un 100% (MDS) con una penetración de 0.1" donde este resultado debe ser superior a 80% para un material de base granular con fines de pavimentación, en base a esta norma se evalúa el material de cantera de tipo patrón con un CBR al 100% (MDS) con una penetración 0.1" se tiene un valor de 68.1% y con aceite 0.30 lit/m³ sulfonado y 2.5% de cemento un CBR al 100% (MDS) con una penetración 0.1" se tiene un valor de 122.5.% dando un mejoramiento de un 80%. Este resultado positivo y que va de forma creciente se asemeja con los

autores Barreto y Taco (2021), que en su tesis donde evalúa una cantera de material granular donde se identificó un material que su clasificación de suelos fue; GM-GC (Grava Limosa, Grava Arcillosa" A-2-4", en los resultados obtenidos en el ensayo de CBR a un 100% (MDS) con una penetración de 0.1" se tiene un calor de: 120.06 %, para un CBR evaluado en 95% (MDS) con una penetración de 0.1" se tiene un valor de: 103.00%, con respecto al CBR evaluado al 100% (MDS) con una penetración de 0.2" se tiene un valor de: 120.06% y por último el CBR evaluado en un 95% (MDS) con una penetración de 0.2" se tiene un valor de: 103.00%, el CBR requerido según normas peruanas (EG-2013) debe ser superior al valor de 80% para material de base granular. En la cantera el material patrón de un CBR al 100% (MDS) con una penetración 0.1" se tiene un valor de 45.42% y con aceite sulfonado 0.30 lit/m³ y 1.5 % de cemento un CBR al 100% (MDS) con una penetración 0.1" se tiene un valor de 120.6% dando un mejoramiento de un 142.07%.

Ho: La incorporación de 0.3lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento no mejora la resistencia con respecto al Proctor modificado.

H1:" La adición del aceite 0.3lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento mejora la resistencia con respecto al Proctor modificado.

La resistencia de CBR por ser p-valor menor de 0.05; por lo tanto, el resultado es a un nivel de confianza del 95%, de la adición de aceite 0.3lt/m³ de aceite sulfonado y 2.5% de cemento mejora con respecto al Proctor modificado. Entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis general.

De la figura 32 el resultado Proctor modificado (M – 1) de la cantera Ccoyahuacho (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.993 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 4% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.4%.

De la figura 33 el resultado Proctor modificado (M – 2) de la cantera Ccoyahuacho (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.994 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 4% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.3%.

De la figura 34 el resultado Proctor modificado (M – 3) de la cantera Ccoyahuacho (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.995 gr/cm^3 y con un contenido de humedad que oscila entre 4% - 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.4%.

De la figura 35 el resultado Proctor modificado (M – 4) con aditivo en la cantera Ccoyahuacho (Sulfonado 0.30 lt/m^3 + 2.5% de cemento) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.009 gr/cm^3 y con un contenido de humedad que oscila entre 4% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.3%.

De la figura 36 el resultado Proctor modificado comparación entre M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m^3 +2.5% de cemento) en la cantera Ccoyahuacho donde se hizo la comparaciones de figura de la campaña de Gauss, donde el aditivo mejora ligeramente la máxima densidad seca a ($MDS_{\text{aditivo}} = 2.009 \text{ gr/cm}^3$) con respecto al menor ($MDS_{\text{patrón}} = 1.993 \text{ gr/cm}^3$), por lo contrario en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de ($OCH_{\text{aditivo}} = 8.3\%$) con respecto al ($OCH_{\text{patrón}} = 8.4\%$).

De la figura 37 el resultado Proctor modificado (M – 1) de la cantera Suilluacca (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.144 gr/cm^3 y con un contenido de humedad que oscila entre 4.5% – 10.5%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.16%.

De la figura 38 el resultado Proctor modificado (M – 2) de la cantera Suilluacca (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.145 gr/cm^3 y con un contenido de humedad que oscila entre 4.5% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.16%.

De la figura 39 el resultado Proctor modificado (M – 3) de la cantera Suilluacca (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.147 gr/cm^3 y con un contenido de humedad que oscila

entre 4.5% - 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.15%.

De la figura 40 el resultado Proctor modificado (M – 4) con aditivo en la cantera Suilluacca (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.158 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 3.5% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.10%.

De la figura 41 el resultado Proctor modificado comparación entre M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ +2.5% de cemento) en la cantera Suilluacca donde se hizo las comparaciones de figura de la campaña de Gauss, donde el aditivo mejora ligeramente la máxima densidad seca a (MDS_{aditivo} = 2.158) con respecto al menor (MDS_{patrón} = 2.144), por lo contrario, en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de (OCH_{aditivo} =8.10) con respecto al (OCH_{patrón} = 8.16).

De la figura 42 el resultado Proctor modificado (M – 1) de la cantera Antapata (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.918 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 4.0% – 10.0%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.30%.

De la figura 43 el resultado Proctor modificado (M – 2) de la cantera Antapata (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.914 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 4.0% – 10.0%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.30%.

De la figura 44 el resultado Proctor modificado (M – 3) de la cantera Antapata (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.915 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 4.0% - 10.0%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.35%.

De la figura 45 el resultado Proctor modificado (M – 4) con aditivo en la cantera Antapata (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 1.924 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 4.0% – 10.0%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.10%.

De la figura 46 el resultado Proctor modificado comparación entre M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ +2.5% de cemento) en la cantera Antapata donde se hizo las comparaciones de figura de la campaña de Gauss, donde el aditivo mejora ligeramente la máxima densidad seca a (MDS_{aditivo} = 1.924) con respecto al menor (MDS_{patrón} = 1.914), por lo contrario, en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de (OCH_{aditivo} =8.30) con respecto al (OCH_{patrón} = 8.10).

De la figura 47 el resultado Proctor modificado (M – 1) de la cantera Sol naciente (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.136 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 3.5% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 7.90%.

De la figura 48 el resultado Proctor modificado (M – 2) de la cantera Sol naciente (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.136 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 3.5% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.00%.

De la figura 49 el resultado Proctor modificado (M – 3) de la cantera Sol naciente (Patrón) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.130 gr/cm³ y con un contenido de humedad que oscila entre 3.5% - 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 8.00%.

De la figura 50 el resultado Proctor modificado (M – 4) con aditivo en la cantera Sol naciente (Sulfonado 0.30 lt/m³ + 2.5% de cemento) donde se usó la figura de la campaña de Gauss para la obtención de la máxima densidad seca 2.140 gr/cm³ y

con un contenido de humedad que oscila entre 3.5% – 10%, donde el óptimo aceptable para base granular con fines de pavimentación es de 7.70%.

De la figura 51 el resultado Proctor modificado comparación entre M-1, M-2, M-3 (patrón) y con aditivo (Sulfonado 0.30 lt/m³ +2.5% de cemento) en la cantera Sol naciente donde se hizo la comparaciones de figura de la campaña de Gauss, donde el aditivo mejora ligeramente la máxima densidad seca a ($MDS_{\text{aditivo}} = 2.140 \text{ gr/cm}^3$) con respecto al menor ($MDS_{\text{patrón}} = 2.130 \text{ gr/cm}^3$), por lo contrario en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de ($OCH_{\text{aditivo}} = 8.0\%$) con respecto al ($OCH_{\text{patrón}} = 7.70\%$).

En la cantera de Suilluacca se identificó un material SM (arena limosa), A-1-b(0) para el uso de base granular con fines de pavimentación, para el proctor modificado se evalúa la cantera Suilluacca se hizo un promedio de las muestras patrón M - 1, M - 2, M - 3 de máxima densidad seca y la humedad optima dando como un valor referencial de 1.916 gr/cm³ y 8.30%, la muestra M – 4 donde se usa una dosificación aceite sulfonado y cemento se obtuvo la máxima densidad seca y humedad optima el siguiente resultado 1.924gr/cm³ y 8.1%, para la densidad tiene un aumento entre el valor 1.916 gr/cm³ y 1.924 gr/cm³ donde hay un ligero aumento de 0.008, por lo contrario esto no sucede con el contenido de humedad optimo que pasa un valor de reducción entre 8.3% y 8.1% donde hay una ligera disminución de 0.2%. estos resultados obtenidos tienen concordancia con los autores Ayquipa y Guillén (2021), que de la misma manera en su investigación que busca cantera de material de base granular con fines de pavimentación donde el tipo de es la misma con la investigacion, clasificacion de suelos es SM (arena limosa), A-1-b(0), como muestra patrón se tiene una máxima densidad seca y la humedad optima dando como un valor referencial de 2.130 gr/cm³ y 9.00%, la muestra M – 4 donde se usa una dosificación aceite sulfonado 0.3 lt/m³ y 2.0% cemento se obtuvo la máxima densidad seca y humedad optima el siguiente resultado 2.131gr/cm³ y 8.8%, para la densidad tiene un aumento entre el valor 2.130 gr/cm³ y 2.131 gr/cm³ donde hay un ligero aumento de 0.001, por lo contrario esto no sucede con el contenido de humedad optimo que pasa un valor de reducción entre 9.00% y 8.8% donde hay una ligera disminución de 0.2%.

VI. CONCLUSIÓN

Se determino la influencia de la incorporación de aceite sulfonado y de cemento en la cantera Sol Naciente obteniendo valores positivos en los ensayos granulometría y CBR y Proctor entre ellos destaca la resistencia mayor de 120% con respecto al patrón (prom) 50.8%, este material cumple para el uso de base granular con fines de pavimentación.

Se determino la influencia de la incorporación de 0.30 lt/m³ de aceite sulfonado y de 2.5% de cemento en la cantera Ccoyahuacho con un CBR al 100% y una penetración de 0.1" se obtuvo una resistencia mayor resistencia a 100% con respecto al patrón (prom) 27.7%, a la cantera Antapata obteniendo una resistencia mayor resistencia a 120% con respecto al patrón (prom) 43.2%, a la cantera Suilluacca obteniendo una resistencia mayor resistencia a 100% con respecto al patrón (prom) 29.0%, a la cantera Sol Naciente obteniendo una resistencia mayor resistencia a 120% con respecto al patrón (prom) 50.8%.

Se determino la influencia de la incorporación de 0.30 lt/m³ de aceite sulfonado y de 2.5% de cemento en la cantera Ccoyahuacho obteniendo una máxima densidad seca a ($MDS_{aditivo} = 2.009 \text{ gr/cm}^3$) con respecto al menor ($MDS_{patrón (promedio)} = 1.994 \text{ gr/cm}^3$), por lo contrario, en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de ($OCH_{aditivo} = 8.4\%$) con respecto al ($OCH_{patrón (promedio)} = 8.30\%$), en la cantera Antapata obteniendo una máxima densidad seca a ($MDS_{aditivo} = 1.924 \text{ gr/cm}^3$) con respecto al menor ($MDS_{patrón (promedio)} = 1.915 \text{ gr/cm}^3$), por lo contrario, en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de ($OCH_{aditivo} = 8.10\%$) con respecto al ($OCH_{patrón (promedio)} = 8.16\%$), en la cantera Suilluacca obteniendo una máxima densidad seca a ($MDS_{aditivo} = 2.158 \text{ gr/cm}^3$) con respecto al menor ($MDS_{patrón (promedio)} = 2.145 \text{ gr/cm}^3$), por lo contrario, en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de ($OCH_{aditivo} = 8.10\%$) con respecto al ($OCH_{patrón (promedio)} = 8.320\%$), en la cantera Sol Naciente obteniendo una máxima densidad seca a ($MDS_{aditivo} = 2.140 \text{ gr/cm}^3$) con respecto al menor ($MDS_{patrón (promedio)} = 2.134 \text{ gr/cm}^3$), por lo contrario, en el óptimo contenido de humedad sufre una ligera disminución de ($OCH_{aditivo} = 7.70\%$) con respecto al ($OCH_{patrón (promedio)} = 7.970\%$),

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las municipalidades distritales, provinciales que tomen en cuenta esta investigación de la incorporación del aceite sulfonado y cemento para materiales de suelos granulares de base con fines de pavimentación para su reducción de costos en materiales préstamo y el transporte de este mismo.
- Se recomienda a las empresas de consultoras que se dedican a la realización de fichas técnicas, expedientes técnicos que planteen nuevos métodos para aumentar la resistencia de suelo del material granular y que tomen en cuenta este método plateado de la tesis.
- Se recomienda a los ingenieros civiles usar el aditivo aceite sulfonado en sus proyectos de infraestructura vial para no tener problemas de baches y tener resultados seguros y confiables por mostrar un alto incremento de resistencia en suelos granulares.
- Se recomienda a los investigadores que consideren los suelos mezclados con cemento como si fuera un concreto armado y que se someta a la maquina de CBR a los 7 días, 14 días, 28 días, también que las muestras se sometan a ensayos de compresión, tal vez se encuentre una correlación entre los dos ensayos.

VIII. REFERENCIAS

- Aliaga Cavaleiro, E., & Lacerda de Oliveira, F. H. (2018). A interferência do módulo de resiliência do concreto asfáltico no período de projeto de pavimentos rodoviários. *Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, 26(1), 84-93. doi:10.14295/transportes.v26i1.1456
- Álvarez Lugo, A. E., Espinosa Ruiz, L. V., Ortiz Rivera, P. A., Hurtado Robayo, M. D., Cotes De La Hoz, L. E., & López Esalas, Y. M. (2019). Evaluación de la degradación por compactación de materiales granulares tipo subbase. *Revista EIA*, 16(31), 13-25. doi:10.24050/reia.v16i31.746
- Alvarez, A. E., Espinosa, L. V., Ortiz, P. A., Hurtado, M. D., Cotes, L. E., & López, Y. M. (2019). Evaluación de la degradación por compactacion de materiales granulares tipo subbase. *Revista EIA*, 16(31), 13-35. doi:10.24050/reia.v16i31.746
- Arias Gónzales, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigacion*. Lima, Peru: Enfoques consulting EIRL.
- Avila Baray, H. L. (2006). *Introduccion a la metodologia de la investigación*. Chihuahua, Mexico.
- Ávila Esquivel, T. (2012). Experiencia costarricense en diseño, aseguramiento de la calidad y construcción de bases estabilizadas con cemento volumen. *LanammeUCR*, 1(1), 1-19. Obtenido de <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1519>
- Ayquipa Altamirano, C. E., & Guillén Garfias, A. S. (2021). *Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad*, 2021. Lima, Peru: UCV.
- Bailón Abad, E. I., Espinosa Guaricela, R. I., & Acevedo Catá, J. B. (2019). Bloque de suelo estabilizado en pequeño formato y tecnología de colocación en obra en vivienda de interés social. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(1), 105-127. doi:10.14482/inde.37.1.624
- Barrantes Jiménez, R., Badilla Vargas, G., & Sibaja Obando, D. (2010). definición de rangos para la clasificación estructural y funcional de la red vial nacional de costa rica. *Ingeniería*, 20(1), 109-119. doi:10.15517/ring.v20i1-2.7269
- Barreto Garcia, J. M., & Taco Cevallos, J. A. (2021). *Estabilización de base granular con aceite sulfonado y cemento portland tipo i del camino vecinal "Huasahuasi - Hacienda Calla", Tarma Junín, km 3+000 km 4+000*. Lima, Perú: URP.
- Basante Bolaños, E., Villacrés Martínez, M., & Cruz Velasco, L. (2021). Simulación numérica 2D subrasantes de baja resistencia,. *Revista UIS ingenierías*, 20(3), 61-76. doi:10.18273/revuin.v20n3-2021004

- Bedoya Montoya, C. M. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de arquitectura*, 20(1), 62-70. doi:10.14718/RevArq.2018.20.1.1193
- Bojorque Iñiguez, J. (2021). Análisis de esfuerzos en pavimentos de concreto tipo whitetopping: caso de estudio vía Biblián-Zhud. *Revista científica Maskana*, 12(2), 80-87. doi:10.18537/mskn.12.02.09
- Briones, G. (1996). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogota, Colombia: AFORO Editores e impresores Ltda.
- Cabezas Mejia, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaria, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí, Ecuador: universidad de las fuerzas armadas ESPE.
- Camacho López, C. O., Zabala Alarcón, N. V., & Flores Carpio, Y. G. (2020). Estimación del coeficiente de permeabilidad del suelo en la ciudad de Macas -. *Dominio de las ciencias*, 6(3), 78-94. doi:10.23857/dc.v6i3.1275
- Camacho Tauta, J. F., Reyes Ortiz, O. J., Mayorga Antolínez, C., & Méndez G., D. F. (2006). Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 16(2), 45-53. doi:ISSN: 0124-8170
- Cantillo Mendoza, L., & Bautista Fonseca, L. J. (2019). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE MATERIAL FRESADO MAS BASE GRANULAR PARA SU EMPLEO COMO BASE TRATADA CON CEMENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES*. Bogota, Colombia: UCC.
- Cisneros Caicedo, A. J., Guevara García, A. F., Urdánigo Cedeño, J. J., & Garcés Bravo, J. E. (2022). Techniques and Instruments for Data Collection that Support Scientific Research in Pandemic Times. *Dominio de las ciencias*, 8(1), 1165-1185. doi:10.23857/dc.v8i41.2546
- Cruz Montelongo, C., Herrera Gamboa, J., Ortiz Sánchez, I. A., Ríos Saucedo, J. C., Rosales Serna, R., & Carrillo Parra,, A. (2020). Caracterización energética del carbón vegetal producido en el Norte-Centro de México. *Madera y bosques*, 26(2), 1-27. doi:10.21829/myb.2020.2621971
- Cruz Velasco, L. G., & Guerrero Castro, C. C. (2018). Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente Colombiano con el método SUCS, AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos. *Ingeniería y desarrollo*, 36(2), 378-397. doi:10.14482/inde.36.2.10377
- Domínguez Granda, J. B. (2015). *Manual de metodología de la investigación científica*. Chimbote, Perú: Uladech.
- Echezuría, H. (2019). El suelo estabilizado, una opción constructiva ecológica de uso ancestral. *tekhné*, 22(1), 69-80. doi:ISSN: 1316-3930

- Espinoza Freire, E. E. (2019). VARIABLES AND THEIR OPERATIONALIZATION IN EDUCATIONAL RESEARCH. SECOND PART. *Revista Conrado*, 15(69), 171-180. doi:ISSN 2519-7320.
- F. Rivera, J., Aguirre Guerrero, A., Mejia de Gutierrez, R., & Orobio, A. (Julio - Diciembre de 2020). Estabilización química de suelos - materiales convencionales y activados alcalinamnete (revision). *Informador tecnico*, 84(2), 202-226. doi:10.23850/22565035.2530
- Fernández Cid, M. L. (2018). *Metodología de la investigacion*. Chile: UCC.
- Goñas Labajos, O., & Saldaña Nuñez, J. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. *Revista de ingeniería científica UNTRM*, 3(1), 30-35. doi:10.25127/ucni.v3i1.589
- Jing , P., & Chazallon, C. (2020). Hydro mechanical behaviour of an unbound granular base course material used in low traffic pavements. *MDPI*, 13(4), 2-20. doi:10.3390/ma13040852
- Junco del Pino, J. M., & Tejeda Piusseaut, E. (2013). Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(3), 1-12. doi:ISSN-e 1990-8830
- Llano, E., Ríos, D., & Restrepo, G. (2020). Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad. *Tecnologías*, 23(49), 184-200. doi:10.22430/22565337.1624
- López González, P. J., Moreno Vázquez, O., Jaen De los Santos, D., Ovando, M. A., García Arcos, L., & Escobar Galván, J. Z. (2022). Análisis del comportamiento del suelo, implementando cemento alternativo base pumicita en la estabilización de un material tipo base. *ciencia latina*, 6(6), 9899-9911. doi:10.37811/cl_rcm.v6i6.4107
- Lu, X., Luo, J., & Wan, M. (2021). Optimization of Ionic Soil Stabilizer Dilution and Understanding the Mechanism in Red Clay Treatment. *Revista Hindawi*, 21, 1-12. doi:10.1155/2021/5749863
- Mamani Toma, J. L., & Callata Callata, L. (2020). *influencia del aceite sulfonado y cloruro de calcio en la conformación de base granular a estado de congelamiento de las carreteras afirmadas*. Puno, Peru: Upla.
- Martínez Murillo, L. I., & Olaya Morales, Y. (2019). Estimación de costos del ciclo de vida para la estabilización de vías terciarias en Colombia con subproductos industriales. *Lecturas de Economía*, 1(91), 241-277. doi:10.17533/udea.le.n91a08
- Menegusso Pires, G., Pivoto Specht, L., Barbosa Pinheiro, R. J., Da Silva Pereira, D., & Martins Renz, E. (2016). Comportamento mecânico de material fresado após processo de estabilização granulométrica e química por meio da incorporação de cimento e cinza de casca de arroz moída. *Revista matéria*, 21(2), 365-384. doi:10.1590/S1517-707620160002.0035

- Morales, E., & Pailacura, C. (2019). Study of the behaviour of an unpaved road stabilized with calcium chloride. *Obras y Proyectos*, 1(26), 27-36. doi:10.4067/S0718-28132019000200027
- Moreno Ponce, L. A., Díaz García, E. E., & Ponce Navarrete, J. A. (2020). Sistema para la recomendación del mantenimiento vial a partir de las condiciones del pavimento. *13*(1), 205-216. doi:ISSN: 2306-2495
- Paricaguán Morales, B. M., & Muñoz Cueva, J. L. (2019). Studies of the mechanical properties of concrete reinforced with sugar cane bagasse fibers. *Ingeniería UC*, 202-212. doi:ISSN: 1316-6832
- Pérez Rativa, L. N., & Vásquez Vanegas, L. A. (2020). *ESTUDIO DE UNA SUB BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON GEOESTAB APLICADO A VÍAS TERCIARIAS*. Bogota, Colombia: UCC.
- Pineda Rodriguez, A., & Riaño Gaitan, F. (2019). *ESTUDIO DE UNA MEZCLA DE BASE GRANULAR CON CEMENTO Y SOLID SOIL PARA UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 2.5 MPA*. Bogota, Colombia: UCC.
- Reyes Adama, M. V., Salvador, A. J., Ruiz Silva, R., & Sevilla Muñoz, V. O. (2016). Rehabilitacion de carreteras: base estabilizada con cemento portland y tendido de carpeta asfáltica. *Publicaciones técnicas de investigacion*, 1(1), 1-6. Obtenido de <https://www.innovaingenieria.uagro.mx/innova/index.php/innova/article/view/2>
- Reyes Ortiz, O. J., Camacho Tauta, J. F., & Troncoso Rivera, J. R. (2006). Uso de cloruro de sodio en bases granulares. *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, 16(1), 63-71. doi:ISSN-e 0124-8170
- Rivera Santana, K. (2022). *Influencia del aceite sulfonado Perma-road iónico en las propiedades físico mecánicas de bases granulares en la ciudad de Huancayo*. Huancayo, Peru: UPA.
- Rivera, J. F., Aguirre Guerrero, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. (2020). Chemical stabilization of soils - conventional and alkali-activated materials (review). *Informador Técnico*, 84(2), 202-226. doi:10.23850/22565035.2530
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigacion*. Bogota, Colombia: Editorial Panapo.
- Sánchez Cotte, E. H., Torres Chueco, G. M., & Esquivel Ramírez, R. E. (2019). Performance of a granular material stabilized with cement when compressive loading is applied. *Tecnura*, 23(60), 59-71. doi:10.14483/22487638.14640
- Smith Guerra, C., & Dorador Ortiz, L. (2019). *Propiedades geotécnicas de medios granulares*. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.
- Soler Vargas, D. M., & Duitama Sánchez, J. D. (2019). *EVALUACIÓN FÍSICA Y MECÁNICA DE MEZCLAS FRESADO Y BASE GRANULAR PARA SU EMPLEO COMO AGREGADOS EN LA CONFORMACIÓN DE BASES ESTABILIZADAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES*. Bogota, Colombia: UCC.

- Soto Espitia, R., Moreno2, F. J., Inzunza, M. A., Pasaran, D., Zurita, R. R., & Lechuga, H. (2018). Performance of portland cement stabilized bases in Mexico. *Concreto y cemento, investigacion y desarrollo*, 8(1), 2-13. doi:ISSN: 2007-3011
- Vásquez Valera, L. R., & García Orozco, F. J. (2022). Applied Metaheuristic Optimization in Asphalt Pavement Management. *Ciencia e ingeniería neogranadina*, 31(2), 75-92. doi:10.18359/rcin.4371
- Velez S., C. (2005). *Apuntes de metodología de la investigación*. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- Zambrano Mesa, I., Tejada Piusseaut, E., & Alonso Aaenlle, A. (2020). Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos. *Revista Infraestructura Vial*, 22(39), 29-42. doi:10.15517/iv.v22i39.41574
- Zambrano Meza, M. I., & Tejada Piusseaut, E. (2019). Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), 1-13. doi:ISSN: 1990-8830 Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007002>

IX. ANEXOS

Anexo: tabla de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Aceite sulfonado	Según Lu, Luo, y Wan (2021), señalan que el aceite sulfonado que es un material de tipo tensoactivo aniónico que contiene moléculas mayores como también cargas eléctricas basando en los enlaces adyacentes, contiene una estructura dual que está formado por una sustancia llamada “cabeza hidrófila”, aquello está compuesto por el compuesto químico (RSO ₃ H) que significa ácido sulfónico, esto corresponde la familia de los sulfonatos (-SO ₃ H) y también está incluido una partícula de carbono que corresponde a la familia de los (R-H) que significa hidrocarburo y también un átomo de “hidrofóbico cola”, estos componentes químicos forman el aceite sulfonado de tipo iónico que funciona de como un estabilizador de suelos. Esta sustancia tiene una conductividad eléctrica muy alta esto se da cuando están en temperaturas usualmente normales. Es bien diluyente en agua normal y destilada y una vez desintegrada los cationes que tienen carga positiva y los aniones, el compuesto Perma-Road tiene una formación química que se direcciona al aditivo aceite sulfonado iónico activo.	Se realizará adicionando el aceite sulfonado la dosis de 0.3 gr/litro de agua con (0.5 %, 1.0 %, 1.5 %) de cemento con respecto al suelo	-	0.3 gr de aceite sulfonado	De razón
Cemento	Según Paricaguán y Muñoz (2019), el cemento Pórtland se presenta en un compuesto fino de polvo, este es el más versátiles a nivel mundial en el sector de la construcción, es usado para alterar las propiedades del suelo con la finalidad de mejorar la resistencia del suelo en la, dureza, ductilidad, tracción, dureza, y durabilidad y para los diferentes usos en el campo de ingeniería civil.		-	2.5% de cemento tipo I	De razón
Resistencia de base granular	Según Alvarez y otros (2019), manifiesta que la resistencia de este material que viene es teniendo una participación muy importante en los pavimentos— bases y subbases, estos se solían juzgar como materiales “inertes”, al parecer se decía que eran intolerantes a los daños producidos a lo largo de su vida útil, en la actualidad muchos investigadores han descubierto que estos material que son usados más en pavimentación son bien delicados al factor de degradarse esto se debe a los numerosos factores como; el procesos de construcción, producción y operación vial.	Se analizará la cantera que cumpla con especificaciones de base granular con fines de pavimentación	Granulometría	Tamaños de partículas	De razón
			Capacidad portante del suelo CBR	CBR 0.1"	
			Proctor modificado	CBR 0.2"	
				(MDS)	

Anexo: Instrumento de recolección de datos

Anexo 4.1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422				
TESISTA: Jhonatan Chircca Llacchuarimay				
PROYECTO: ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC 2023				
UBICACIÓN: Cantera Huayopata				
SECTOR: Totoral				
DISTRITO: San Jerónimo				
PROVINCIA: Andahuaylas				
DEPARTAMENTO: Apurímac				
Tamaño de tamices	peso retenido	Porcentaje retenido	Porcentaje que pase	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTC E 107-99
Pulg.	mm	gr		SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS
4"				SUELO DE GRANO GRUESO, MAS EL 50% RETENIDO EN LA MALLA Nº 20
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
3/8"				
Nº 4				
Nº 10				
Nº 40				
Nº 100				
Nº 200				
CAZUELA				
TOTAL				

Ing Bryan Ramos Enciso
CIP 260681
INGENIERO CIVIL

CONTRATORES CONSULTORES SICA SAC
RUC 20191494

NICOLAS GARCIA CONDORI
CIP 260681
INGENIERO CIVIL

Juan Antonio Herbas Chirca
CIP 260533
INGENIERO CIVIL

Anexo 4.2



ENSAYOS DE LIMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D 4318

TESISTA: Jhonatan Chircca Llacchuarimay
PROYECTO: ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL
 BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC 2023
UBICACIÓN: Cantera Huayopata
SECTOR: Totoral
DISTRITO: San Jerónimo
PROVINCIA: Andahuaylas
DEPARTAMENTO: Apurímac

LIMITE LIQUIDO				
MUESTRA N°	A	B	C	V
Peso de la capsula				
Peso capsula + suelo húmedo				
Peso capsula +suelo seco				
Numero de golpes				
Peso suelo seco				
Peso agua				
%humedad				

LIMITE PLASTICO			
MUESTRA N°	X	Y	Z
Peso de la capsula			
Peso capsula + suelo húmedo			
Peso capsula + suelo seco			
Numero de golpes			
Peso suelo seco			
Peso agua			
%humedad			

INDICE PLASTICO	
------------------------	--

OBSERVACIONES:

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE PLASTICIDAD

Ing. Bryan Ramos Enciso
 CIP 250681
 INGENIERO CIVIL

CONTRATISTAS CONSULTORES NKA S.A.U
 RUC: 2062719681

 Nicolo Quintos Sordori
 GERENTE GENERAL

Juan Antonio Becerra
 CIP: 200333
 INGENIERO P. VIL

Anexo 4.3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESISTA: Jhonatan Chircca Uacchuarimay

PROYECTO: ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL
BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC 2023

UBICACIÓN: Cantera Huayopata

SECTOR: Totoral

DISTRITO: San Jerónimo

PROVINCIA: Andahuaylas

DEPARTAMENTO: Apurímac

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
Profundidad 1.50 m	1	2	PROMEDIA
Capsulas	A	B	
Peso del tarro			
Peso del T.+ suelo húmedo			
Peso del T.+ suelo seco			
Peso del agua			
Peso del suelo seco			
Contenido de humedad			

Contenido de humedad PROMEDIO	
-------------------------------	--

POZO	CONTENIDO DE HUMEDAD
1.50	
PROMEDIO	


Ing Bryan Ramos Enciso
 CIP 250681
 INGENIERO CIVIL

CONTRATAS CONSULTORES NUCAS S.A.C
 RUC: 2843114691

Niccio Quespe Condori
 GERENTE GENERAL



Juan Antonio Berbas
 CIP: 289339
 INGENIERO CIVIL

Anexo 4.4



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR)

TESISTA: Jhonatan Chircca Llaccharimay

PROYECTO: ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL
BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC 2023

UBICACIÓN: Cantera Huayopata

SECTOR: Totoral

DISTRITO: San Jerónimo

PROVINCIA: Andahuaylas

DEPARTAMENTO: Apurimac

DATOS GENERALES			
Máxima densidad seca (Kg/m ³)	Peso del martillo	10 lbs	Clas. Suelos SUCS ASTHO
Humedad óptima	Altura del martillo	18 pulg	
Humedad natural	Numero de capas	5 capas	

DATOS DEL MOLDE (cm)	Molde 1	Molde 2	Molde 5
		56 golpes	25golpes
Altura			
Diámetro			
Volumen			

DATOS DE COMPACTACION	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
		56 golpes	25 golpes
Peso del molde y muestra compactada (gr)			
Peso del molde (gr)			
Peso de muestra compactada (gr)			
Densidad humedad (gr/m ³)			
Densidad seca (gr/m ³)			

ENSAYO DE EXPANSION			MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3		
CTE. DIAL. EXPANSION 0.001											
Fecha	Hora	TIEMPO TRANS	Dial.	Pulg	% Exp.	Dial.	Pulg	% Exp.	Dial.	Pulg	% Exp.

ENSAYO DE PENETRACION			MOLDE 1			MOLDE 2			MOLDE 3					
CIF. ANILLO-4588519115*DIAL+246814Q269						96 GOLPES			25 GOLPES			15 GOLPES		
AREA PISTON 3.0 PULO CUADRADA														
TIEMPO	PENETRACION		Dial.	Carga Lb	Estuer. PSI	Dial.	Carga Lb	Estuer. PSI	Dial.	Carga Lb	Estuer. PSI			
	mm	pulg												

Bryan Ramos Encasa

Ing Bryan Ramos Encasa
 CIP 250661
 INGENIERO CIVIL

CONTRATISTAS CONSULTORES NIKA S.A.
 RUC-206374661

Nicolas Andori
 INGENIERO CIVIL

Jhonatan Chircca

Jhonatan Chircca
 CIP 278333
 INGENIERO CIVIL

Anexo 4.5



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR
ASTM D-1559

TESISTA: Jhonatan Chircca Llacchuarimay
PROYECTO: ADICION DEL ACEITE SULFONADO Y CEMENTO EN LA RESISTENCIA DEL MATERIAL
BASE GRANULAR CON FINES DE PAVIMENTACION ANDAHUAYLAS APURIMAC 2023
UBICACIÓN: Cantera Huayopata
SECTOR: Totoral
DISTRITO: San Jerónimo
PROVINCIA: Andahuaylas
DEPARTAMENTO: Apurímac

DENSIDAD MAXIMA					
Determinación N°	1	2	3	4	5
Peso del molde y muestra gr					
Peso el molde gr					
Peso de la muestra compacta gr					
densidad húmeda gr/cc					
Densidad seca gr/cc					
HUMEDAD OPTIMA					
Peso del T. + suelo humedad gr					
Peso del T. + suelo seco gr					
Peso del agua					
Peso del suelo seco					
Contenido de humedad					
Contenido de humedad promedio					
DENSIDAD MAXIMA =	HUMEDAD OPTIMA=				

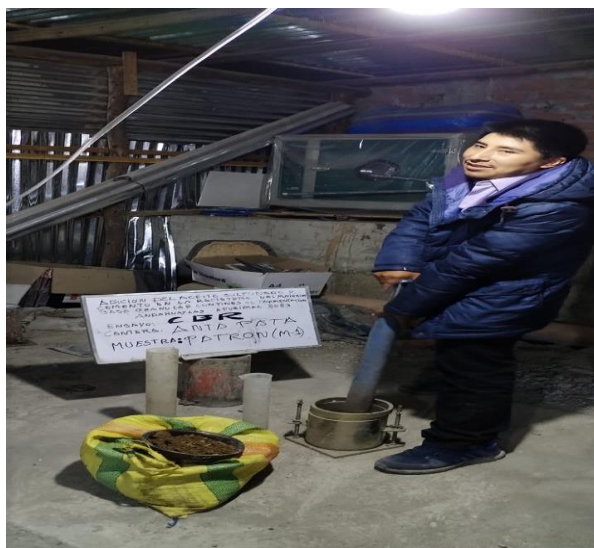

Ing Bryan Ramos Enciso
 CIP 250661
 INGENIERO CIVIL


 CONTRATISTAS CONSULTORES INGENIEROS
Nico
 INGENIERO CIVIL


Juan Antonio Herbas Chirca
 CIP 288333
 INGENIERO CIVIL

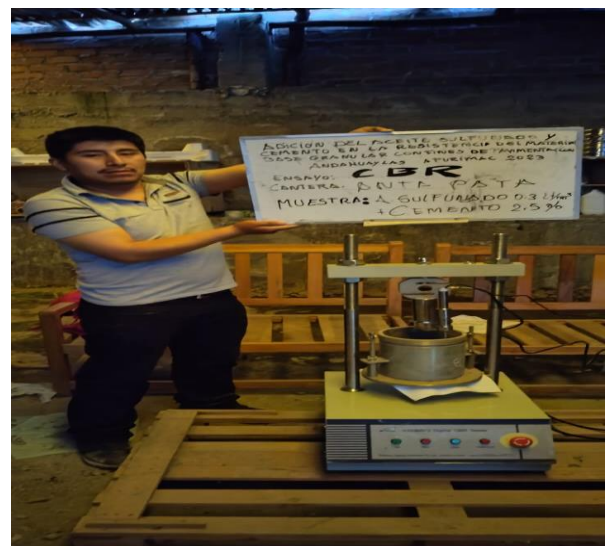
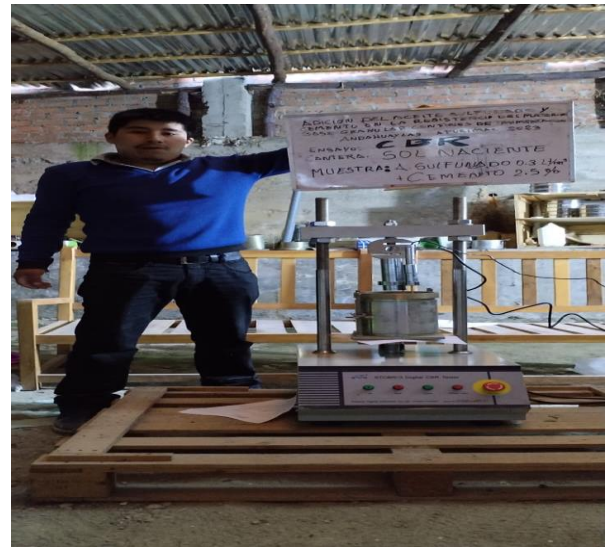










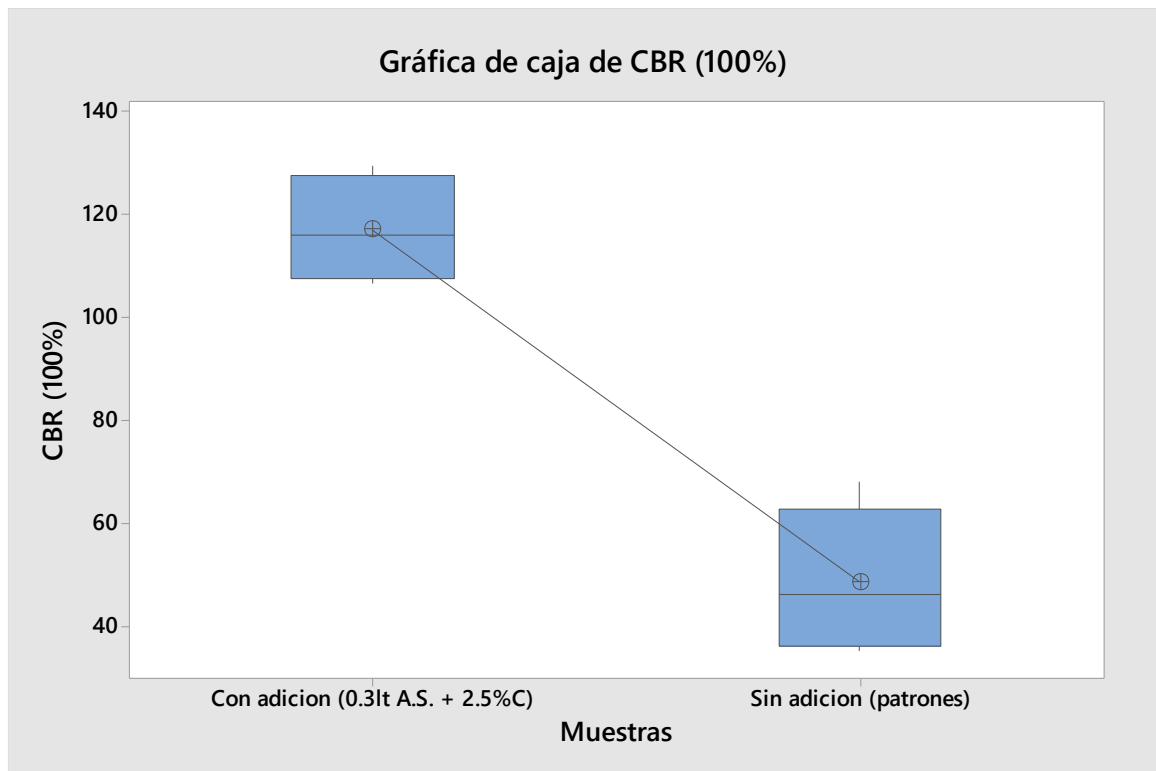
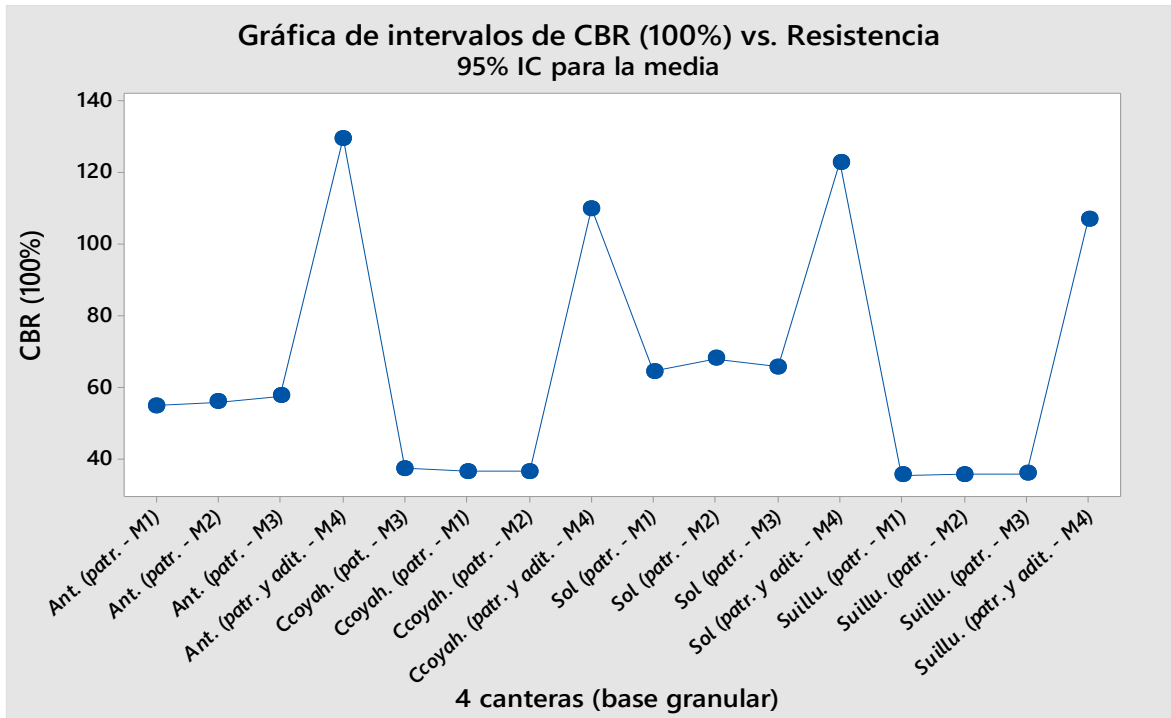




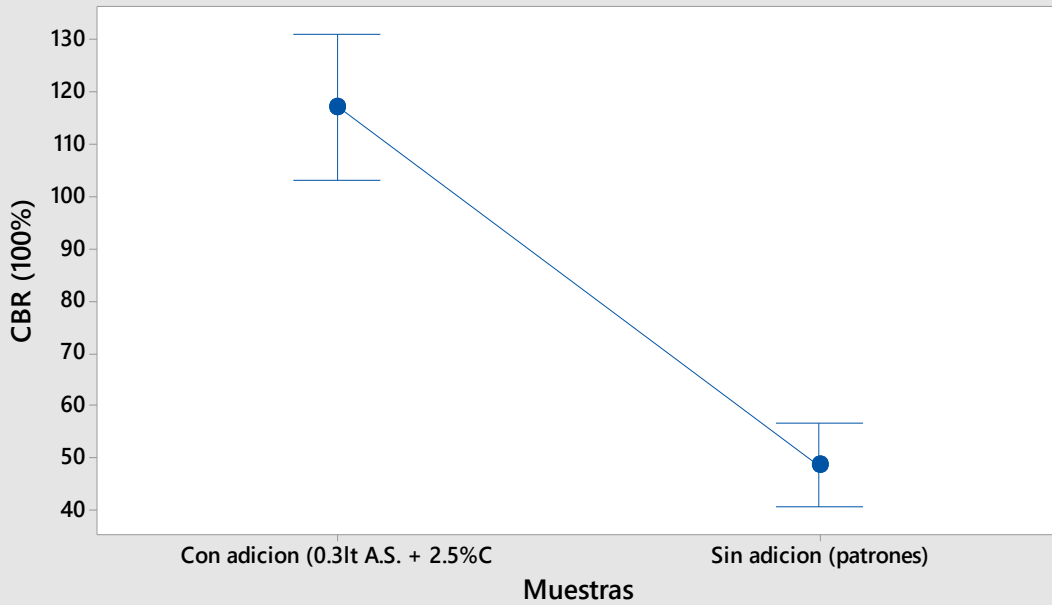


Anexo de contrastación de hipótesis

Interpretación de CBR



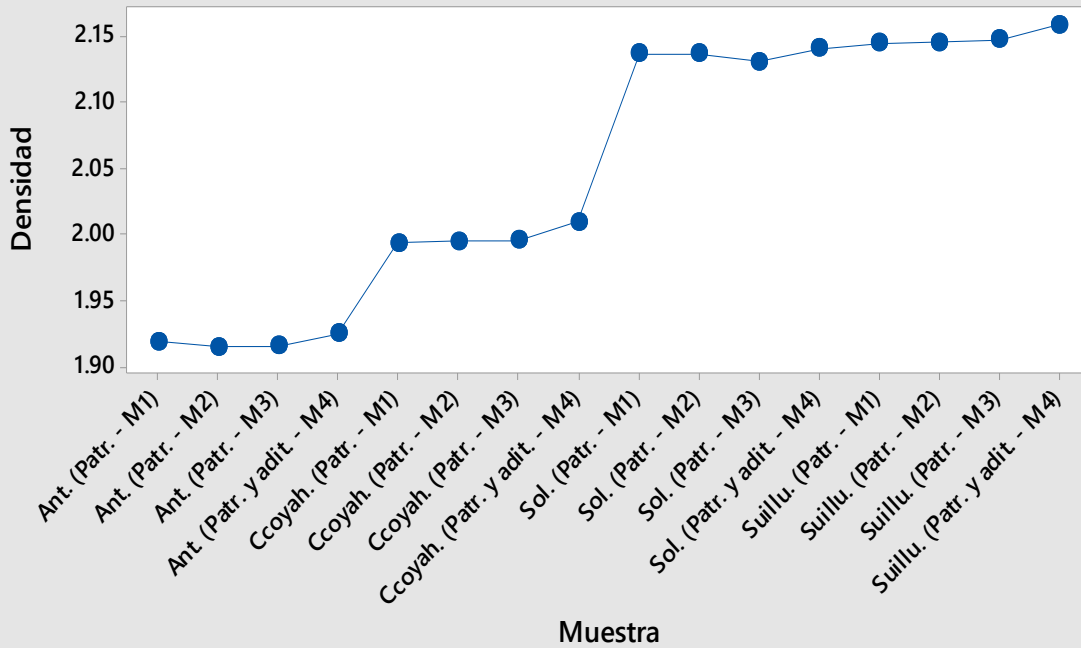
Gráfica de intervalos de CBR (100%) vs. Muestras
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

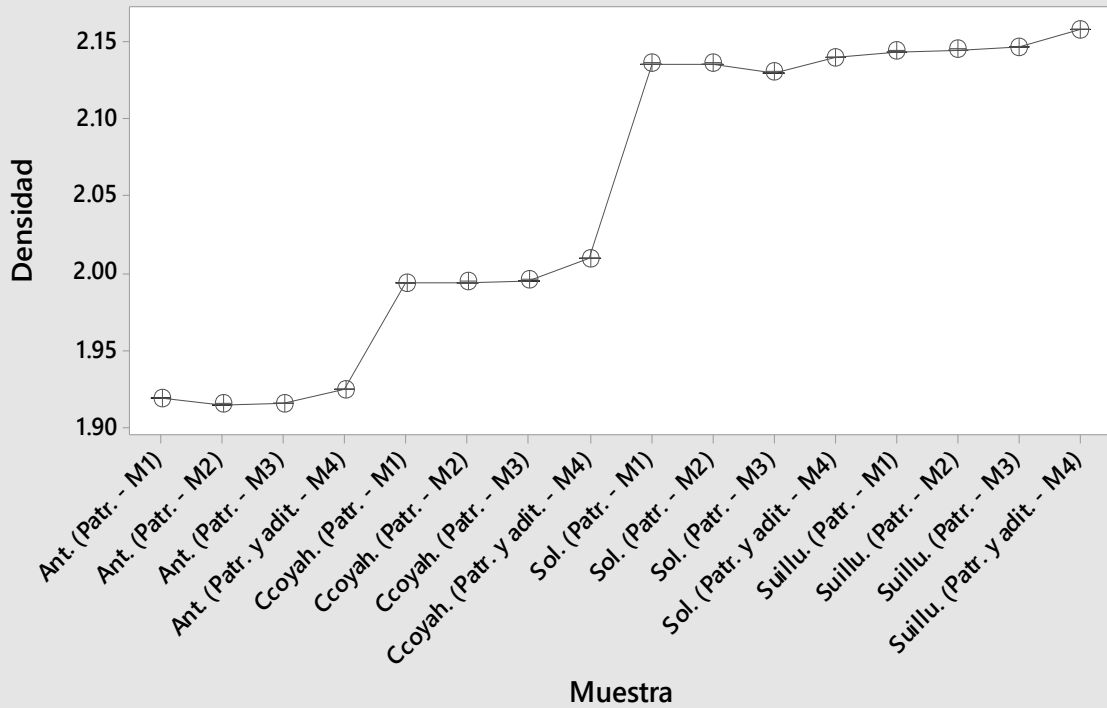
Interpretación de Proctor

Gráfica de intervalos de Densidad vs. Muestra
95% IC para la media



La desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Gráfica de caja de Densidad



Gráfica de valores individuales de Densidad vs. Muestra

