

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“INFLUENCIA DE CENIZA DE ESCAMA DE
PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS
MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023”**

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Lod Rogelio De la Cruz Espinoza

Asesor:

Mg. Julio Quesada Llanto

<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima - Perú

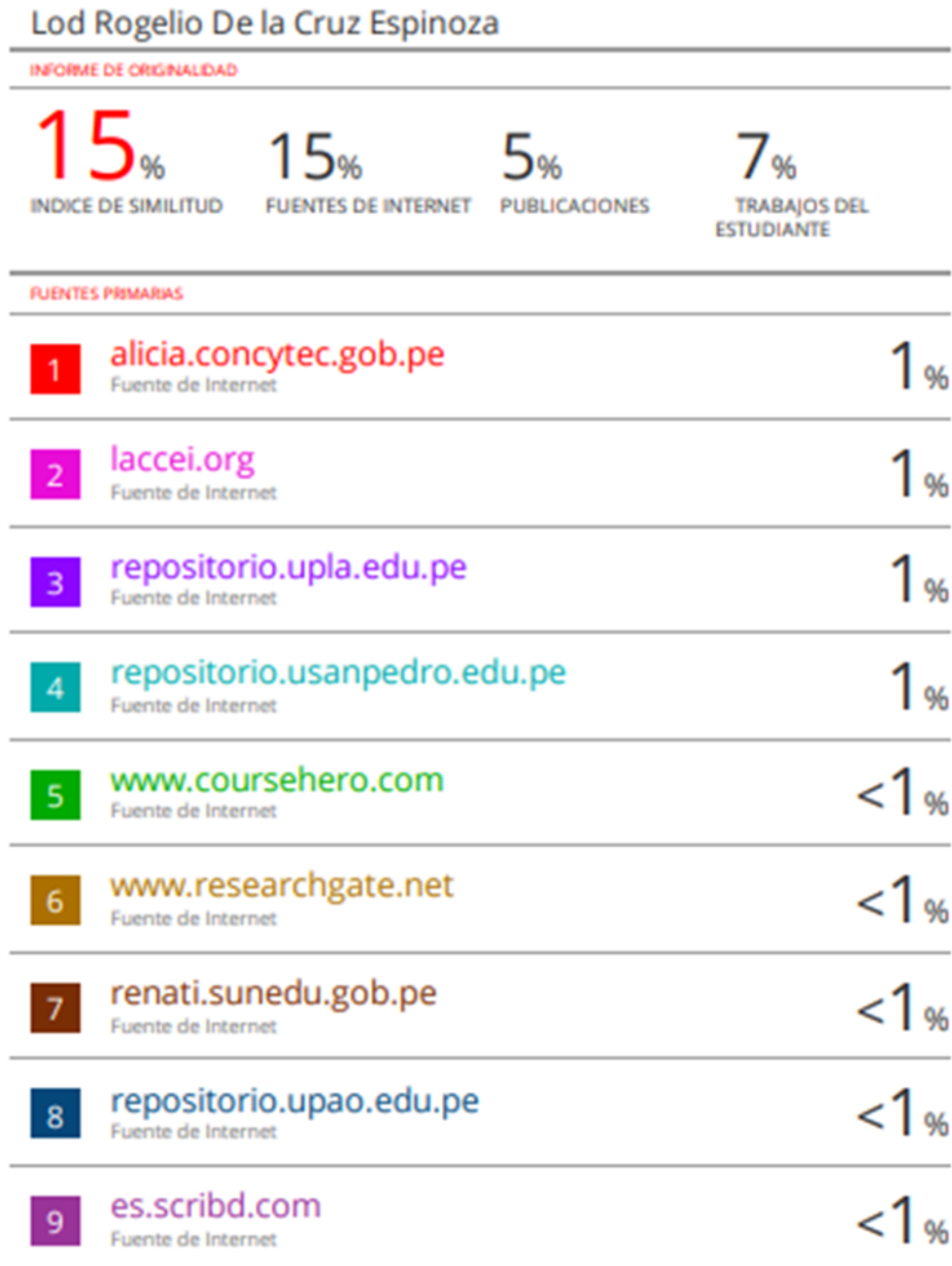
JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Wilder Alexander Calixtro Calixtro	06803344
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	Christian Araujo Choque	44759840
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	Gerson Elias Vega Rivera	10390118
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	N.º DNI

RESUMEN DEL INFORME DE SIMILITUD



DEDICATORIA

. A Dios.

Por darme salud y fuerza para lograr realizar mis objetivos el cual se ha logrado.

A mis padres.

Yolanda Espinoza Penadillo y Rogelio De La Cruz Callan, por haberme criado con mucho amor y con valores fundamentales, dándome mucho apoyo y ese coraje de seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Privada del Norte, por abrirme sus puertas para poder estudiar y prepararme en la carrera profesional deseado, como también, a los diferentes docentes que estuvieron guiándome y compartiendo sus conocimientos a lo largo de mi formación académica, también agradezco a mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado en este transcurso universitario.

Agradezco también a mi asesor Mg. Ing. Julio C. Quezada Llanto por haberme compartido sus enseñanzas, conocimiento profesional y experiencia a lo largo de la elaboración de la tesis.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Antecedentes	15
1.2.1. Antecedentes Internacionales	15
1.2.2. Antecedentes Nacionales.....	18
1.2.3. Antecedentes Locales	21
1.3. Marco Conceptual	24
1.4. Formulación del problema.....	35
1.4.1. Problema General.....	35
1.4.2. Problemas Específicos.....	35
1.5. Objetivos	35
1.5.1. Objetivo General	35
1.5.2. Objetivos Específicos	35
1.6. Justificación.....	36
1.6.1. Justificación técnica	36
1.6.2. Justificación práctica	36
1.6.3. Justificación teórica.....	37
1.6.4. Justificación metodológica.....	37
1.6.5. Justificación social	37
1.6.6. Justificación económica	37
1.6.7. Justificación ambiental.....	38
1.7. Hipótesis.....	38
1.7.1. Hipótesis General	38
1.7.2. Hipótesis Específicas.....	38

1.8. Limitaciones	39
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	40
2.1. Tipo y diseño de investigación	40
2.2.1. Según su Enfoque.....	40
2.2.2. Según su Tipo.....	40
2.2.3. Según su Nivel	41
2.2.4. Según su Diseño	41
2.2. Variables y operacionalización	42
2.3. Población, muestra y muestreo.....	44
2.3.1. Población.....	44
2.3.2. Muestra.....	44
2.3.3. Muestreo.....	45
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
2.4.1. Técnica de recolección de datos.....	46
2.4.2. Instrumento de recolección de datos	46
2.5. Procedimientos	46
2.6. Método de análisis de datos	60
2.7. Aspectos éticos.....	60
CAPÍTULO III. RESULTADOS	62
3.1. Trabajo de Laboratorio.....	62
3.2. Resultados por objetivos	74
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	80
4.2. Discusiones.....	80
4.3. Conclusiones	84
4.4. Recomendaciones.....	86
REFERENCIAS	87
ANEXOS.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición química de la escama de pescado</i>	33
Tabla 2. <i>Composición química de la ceniza de escama de pescado</i>	33
Tabla 3. <i>Análisis granulométrico de la muestra 1 C-1</i>	62
Tabla 4. <i>Análisis granulométrico de la muestra 2 C-1</i>	64
Tabla 5. <i>Tamizado de la calicata C-2</i>	66
Tabla 6. <i>Tamizado de la calicata C-3</i>	68
Tabla 7. <i>Límites de Atterberg de la calicata C-1- Muestra natural</i>	70
Tabla 8. <i>Proctor Modificado de la calicata C-1</i>	71
Tabla 9. <i>CBR. de la calicata C-1 – Muestra natural</i>	73
Tabla 10. <i>Ensayo de Límites de Atterberg con la aplicación de CEP</i>	75
Tabla 11. <i>Proctor modificado con la aplicación de CEP</i>	76
Tabla 12. <i>Ensayo de C.B.R. con la incorporación de CEP</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Extracción de la muestra de suelo de la C1, C2 y C3</i>	47
Figura 2. <i>Obtención de la escama de pescado</i>	48
Figura 3. <i>Mezcla de la muestra con la ceniza de la escama de pescado</i>	49
Figura 4. <i>Muestras de las 3 calicatas puestas al horno</i>	50
Figura 5. <i>Cuarteo del material</i>	51
Figura 6. <i>Análisis granulométrico mediante tamizado</i>	52
Figura 7. <i>Determinación del Límite Líquido</i>	54
Figura 8. <i>Determinación del Límite Plástico</i>	55
Figura 9. <i>Ensayo de Proctor Modificado</i>	57
Figura 10. <i>Inmersión de las muestras en agua</i>	58
Figura 11. <i>Ensayo de CBR</i>	59
Figura 12. <i>Curva granulométrica de la muestra 1 de la calicata C-1</i>	63
Figura 13. <i>Curva granulométrica de la muestra 2 de la calicata C-1</i>	65
Figura 14. <i>Curva granulométrica de la calicata C-2</i>	67
Figura 15. <i>Curva granulométrica de la calicata C-3</i>	69
Figura 16. <i>Límites de Atterberg de la calicata C-1- muestra natural</i>	70
Figura 17. <i>Proctor modificado de la calicata C-1</i>	72
Figura 18. <i>Óptimo contenido de humedad de la Muestra natural</i>	72
Figura 19. <i>Máxima densidad seca de la muestra natural</i>	73
Figura 20. <i>C.B.R. vs la máxima densidad seca de la calicata C-1 en su estado natural</i>	74
Figura 21. <i>Ensayo de Límites de Atterberg con la aplicación de CEP</i>	75
Figura 22. <i>Proctor modificado con la incorporación de CEP</i>	77
Figura 23. <i>C.B.R. con la incorporación de CEP</i>	78

RESUMEN

La finalidad de la investigación fue determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado (CEP) en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias en Puente Piedra. Se empleó un estudio de tipo aplicado, enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental. Asimismo, todas las calicatas de la avenida Las Magnolias en el distrito de Puente Piedra comprendieron la población y 3 calicatas conformaron la muestra. También, los ensayos que se realizaron fueron los de Límites de Consistencia, Proctor Modificado y CBR. Por otro lado, los resultados evidenciaron que adicionándole el 2.5% de ceniza de escama de pescado el IP se disminuyó del 8% al 7%, el contenido de humedad óptima fue de 11.4% y la densidad máxima seca de 2.039 gr/cm³; asimismo, se logró un CBR de 40.6% y 29.7%, al 100% y al 95% de la M.D.S respectivamente, con lo cual se consiguió que la muestra pasara de ser una subrasante buena a muy buena. Por último, se llegó a la conclusión de que la incorporación de CEP influye positivamente en las propiedades del suelo de la zona de estudio.

Palabras clave: CBR, ceniza, escama de pescado, límites de consistencia, Proctor modificado, propiedades, subrasante.

ABSTRACT

The purpose of the investigation was to determine the influence of the incorporation of fish scale ash (CEP) on the properties of the subgrade on Las Magnolias avenue in Puente Piedra. An applied type study, quantitative approach and quasi-experimental design was used. Likewise, all the pits of Las Magnolias avenue in the district of Puente Piedra comprised the population and 3 pits with formed the sample. Also, the tests that were carried out were those of Limits of Consistency, Modified Proctor and CBR. On the other hand, the results showed that by adding 2.5% of fish scale ash, the IP decreased from 8% to 7%, the optimum moisture content was 11.4% and the maximum dry density was 2,039 gr/cm³; likewise, a CBR of 40.6% and 29.7% was achieved, at 100% and 95% of the M.D.S respectively, with which the sample went from being a good subgrade to a very good one. Finally, it was concluded that the incorporation of CEP positively influences the soil properties of the study area.

Keywords: CBR, ash, fish scale, consistency limits, modified Proctor, properties, subgrade.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el contexto internacional, el transporte es una de las áreas más importantes que aportan al desarrollo económico y generan un impacto positivo en cada nación, radicando en ese punto la importancia de las carreteras, pues están son vitales para el comercio también, posibilitando la movilidad de un lugar a otro, de manera segura y rápida; en medianos, cortos y largos tramos; además, dependiendo donde están ubicadas las carreteras brindan un mayor aporte de flexibilidad que otros medios de transporte; debido a su relevancia se debe evitar las fallas. Por ello, los países buscan soluciones para los problemas que se identifican y presentan en las carreteras, empleando aditivos obtenidos de manera natural o algunos químicos, con la finalidad de evitar dichos problemas (Fan et al., 2022).

Pese a su importancia, las carreteras presentan continuas fallas y están en permanente estado de renovación, ya sea a causa del proceso de construcción, o las cargas excesivas que no resiste la carpeta asfáltica, así como también, presenta inestabilidad en cuanto a su estructura, de igual manera existen problemas relacionados a la capacidad portante pues esta es de presenta un nivel bajo, todo estos y más factores como los climatológicos traen consecuencias negativas en la estructura de la carretera como fallas superficiales y algunas que penetran al pavimento, convirtiéndolo en una infraestructura no segura, que en vez de beneficiar a la población puede ocasionar contratiempos (Rawat et al., 2021). De igual forma, los países grandes cuentan con carreteras pertenecientes a una lista de espera para poder ser reparadas, o brindarles un mantenimiento oportuno, existen infinidad de carreteras que lo necesitan inclusive poco tiempo después de su inauguración, debido a que en su proceso constructivo no se emplearon buenos materiales y tampoco se cumplió con los lineamientos

exigidos por las normas vigentes, sumado a esto, una mala o inexistente supervisión que impidió cumplir con los parámetros y/o específicos técnicas de calidad (Vinod, 2020).

Asimismo, los países han buscado algunas técnicas que están orientadas a contribuir con la necesidad que surge de erradicar, mitigar, o disminuir los problemas relacionados a las infraestructuras viales, puesto que ya existen diversas soluciones para poder estabilizar tal infraestructura. Sin embargo, las soluciones existentes no son suficientes, es por ello, que han buscado ampliar soluciones técnicas con aditivos naturales obteniendo resultados favorables y evidenciando un buen comportamiento de dichos aditivos al interactuar con la subrasante del pavimento mejorando e incrementando sus propiedades (Zou et al., 2020). Una de las propuestas revolucionarias del mercado, son los productos marinos como modificadores positivos del asfalto, puesto que existen abundantes residuos de pescado, sobre todo la cantidad de escamas, pues estas pueden ser empleadas como un material eficaz y provechoso en la mejora del pavimento logrando beneficios sustanciales en dicha estructura de ello; puesto que, representaría un aditivo económico y que no contamina al medio ambiente (Songtao et al., 2021).

A nivel nacional, la mayoría de pistas, carreteras entre otras infraestructuras viales de Perú son pavimentos flexibles debido a su costo, y duración, pues realizando una introspección al costo – beneficio, se puede entender que se realiza ese tipo de pavimento en base al uso, o al requerimiento de cada pista. Sin embargo, existen pavimentos urbanos que no son diseñados para las cargas que transitan por su carpeta de rodadura, generando un maltrato a las pistas, acortando esto su durabilidad, por ello su capacidad portante baja, su resistencia también, ocasionando problemas en cuanto a su transitabilidad, serviciabilidad entre otros (Apac, 2020).

Asimismo, algunos autores han demostrado que los aditivos químicos mejoran las propiedades de la subrasante, sin embargo, generan contaminación ambiental y tienen costos elevados; puesto que, al considerar productos naturales que sean accesibles se encuentran soluciones técnicas las cuales han logrado ponerle fin a los problemas tradicionales de todo pavimento, incrementando su capacidad de resistencia a las cargas, brindando también una subrasante más compacta y durable, trayendo consecuencias en su estructura en conjunto, llamado pavimento, logrando un aditivo sostenible con el tiempo (Hurtado y Ricra, 2020).

A nivel local, se ha identificado a Puente Piedra, siendo un distrito perteneciente a la capital peruana, es decir, el departamento de Lima, con más de 354 mil habitantes, y registra una densidad poblacional de 4738.63 habitantes por kilómetro cuadrado. Por su parte, la avenida Las Magnolias de dicho distrito tiene 1280 metros de extensión, es decir, 1.28 kilómetros, la cual es una vía urbana que no fue diseñada ni considerada para que transiten vehículos pesados, solamente se diseñó para vehículos menores de los propietarios colindantes a la avenida; puesto que, los vehículos de gran carga generan daños irreversibles en las pistas, maltratando la carpeta asfáltica, de igual forma, los factores climáticos son perjudiciales para estas vías. Por ello, con lo mencionado anteriormente, se vio la necesidad de mejorar las condiciones para confrontar dicha problemática, como la baja resistencia mecánica, también la capacidad portante es casi nula e inexistente, además de fallas en la carpeta de rodadura asfáltica debido a una pobre subrasante que no tiene una resistencia óptima ni mucho menos es compacta, degenerando total su vida útil; por lo que, para solucionar estos problemas y más, se ha propuesto la incorporación de la escama de pescado en forma de ceniza para mejorar y estabilizar la subrasante, dando paso a los ensayos de CBR, Proctor Modificado y límites plásticos, además de realizar calicatas, y ensayos

auxiliares como análisis granulométricos, clasificación de suelos, contenido de humedad, densidad optima y cualquier otro estudio que fuese necesario para encontrar soluciones a los problemas identificados.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Ahmed et al. (2022), en su estudio "Preliminary Investigation on Properties of Novel Sustainable Composite: Fish Scales Reinforced Cement Concrete" tuvieron por finalidad examinar el impacto del refuerzo de escamas de pescado en las características del concreto fresco y endurecido. El estudio fue experimental, en el cual 48 especímenes con y sin la incorporación de escamas de pescado en 1%, 1.5% y 2% constituyeron la muestra. Los resultados evidenciaron que, la resistencia a compresión fue 28.81 MPA en muestra control, 22.56 MPA en la muestra con 1% de escamas de pescado, 23.09 MPA la muestra con 1.5% de escamas de pescado y 28.16 MPA la muestra con 2% de escamas de pescado; asimismo, la resistencia a la tracción fue 3.01 MPA muestra control, 3.42 MPA la muestra con 1% de escamas de pescado, 3.82 MPA la muestra con 1.5% de escamas de pescado y 4.03 MPA la muestra con 2% de escamas de pescado. Se llegó a concluir que mayor concentración de escamas de pescado como refuerzo aditivo, disminuye la trabajabilidad de la mezcla debido a la aparición de una mayor demanda de agua por parte de la mezcla de hormigón. Sin embargo, se observa que, a mayor porcentaje, es decir, 1,5% y 2% de escamas de pescado, mayor resistencia a la tracción del hormigón pudiendo ser usado para estructuras ligeras.

Mezones (2021), en su estudio "Análisis comparativo de un hormigón tradicional con un hormigón utilizando agregados proveniente de concha de mar triturada" tuvo por finalidad comparar el hormigón convencional con el hormigón que utiliza áridos provenientes de conchas marinas trituradas, se trató de una investigación experimental, en la que población se conformó por las probetas de mezcla asfáltica elaboradas con y sin la incorporación de conchas marinas y la muestra fue de 9 de ellas, el instrumento empleado fueron los ensayos de laboratorio. Como resultados se obtuvo que, 238.33 kg/cm² fue el valor obtenido por la muestra patrón en relación a su resistencia a la compresión, en las muestras con incorporación de concha de marina al 10% y 20% fue 295.67 kg/cm² y 258.33 kg/cm² respectivamente. Se llegó a concluir que, la resistencia a la compresión se incrementó en un 24.06% al añadir 10% de conchas marinas respecto a la muestra sin el aditivo.

Kufre et al. (2020), en su estudio "Experimental study on potential of oyster shell ash in structural strength improvement of lateritic soil for road construction" tuvieron por finalidad evaluar el efecto en las propiedades geotécnicas del suelo de las conchas marinas en forma de ceniza en Nigeria, se trató de un estudio experimental, la población se constituyó por todas las muestras de suelo sin y con la incorporación de polvo de ostras en 3, 6, 9, 12 y 15%, el instrumento empleado fueron los ensayos de laboratorio, como resultados se obtuvo, que la muestra con incorporación de 9% de polvo de ostras marinas obtuvo el mejor resultado en CBR consiguiendo un 19% para la muestra húmeda y 54% para la muestra seca los cuales fueron satisfactorios para la subrasante de acuerdo con la especificación de Nigeria; además, su resistencia a compresión fue de 1370.71 kN/m². Se llegó a concluir que, el polvo de ostras marinas logra un mejoramiento significativo de la resistencia en el suelo; además, se demostró que el polvo de ostras puede utilizarse para el mejoramiento de suelos lateríticos;

asimismo, puede ser utilizado en conjunto con aditivos como cal o cemento en la estabilización de suelos lateríticos que presentan deficiencias a fin de optimizarlos para su utilización en construcción de carreteras.

Ongino (2019) en su estudio titulado "Performance Of Compressed Lightweight Concrete Manufactured Using A Blend Of Sawdust, Fish Scales And Sand Aggregates" tuvo por finalidad evaluar el rendimiento de bloques de concreto con sustitución parcial de arena por serrín mezclado con escamas de pescado trituradas y molidas en 5%, 10%, 15% y 20%, el estudio fue experimental. 20 bloques de concreto con y sin la incorporación del aserrín y escama de pescado constituyeron la población de estudio, el instrumento empleado fueron los ensayos de laboratorios. Los resultados evidenciaron que la sustitución óptima de la arena por aserrín y escamas de pescado resultó ser del 5% donde su resistencia a compresión fue 5,7 N/mm², ajustándose a las normas aceptables de los bloques ligeros. Se llegó a concluir que el 5 % del aditivo contribuye a mejorar las propiedades del concreto, porcentajes superiores a este no alcanzan las exigencias mínimas de resistencia.

Varma y Kumar (2019), en su estudio "Effect of Fish Scales on Workability of Concrete for Rigid Pavements" tuvieron como finalidad evaluar el uso de escamas de pescado Labeo rohita como trozos o fibras cortas en hormigón como aditivo, se trató de un estudio experimental, en el que incorporó escamas de pescado en 2.5%, 5%, 7.5% y 10%; el instrumento fueron las fichas técnicas. Los resultados en la prueba del cono de asentamiento fue 32 mm en la muestra control, 26 mm con 2.5% del aditivo, 22 mm con 5% del aditivo, 18 mm con 7.5% del aditivo y 11 mm con 10% del aditivo; por otra parte en la prueba de compactación fue 0.86 para la muestra control, 0.798 con el aditivo al 2.5%, 0.783 con el

aditivo al 5%; 0.776 con el aditivo al 7.5% y 0.752 con el aditivo al 10%; finalmente en la prueba Vee-Bee, la muestra control obtuvo 3 seg, la muestra con 2.5% de escamas obtuvo 5 seg, la muestra con 5% de escamas obtuvo 5 seg, la muestra con 7.5% de escamas obtuvo 7 seg y con 10% de escamas obtuvo 9 seg. Se llegó a concluir que la trabajabilidad del hormigón recién mezclado puede variar según los diferentes porcentajes de escamas de pescado, consiguiendo una trabajabilidad baja que puede utilizarse para pavimentos de carreteras.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Ramos y Trauco (2021), en su estudio “Estabilización de la subrasante empleando ceniza de concha de abanico para pavimentación en el AA.HH. Dunas del Sur, Nuevo Chimbote – 2021” tuvieron por finalidad evaluar el uso de ceniza de concha de abanico como estabilizador de la subrasante para pavimentación en Nuevo Chimbote, el estudio fue experimental. La población se constituyó por las vías del AA. HH Dunas del Sur, al igual que la muestra. El instrumento empleado fue las fichas de laboratorio. Los resultados evidenciaron que, el CBR de la muestra control fue 11.2%, en la muestra con incorporación de conchas de abanico al 5% fue 24.2%, al 8% de incorporación fue 16.4% y al 11% de incorporación fue 19.8%. Se llegó a concluir que, al añadir cenizas de concha de abanico al suelo, la subrasante se ve influenciada de forma positiva en relación a sus propiedades, logrando incrementar el CBR con cada porcentaje, alcanzando con la incorporación del 11% su valor CBR más alto.

Apac (2020), en su estudio “Estabilización de suelos blandos con valva de conchas de abanico para la subrasante tramo 0+0.6 km Cañete 2020” tuvo por finalidad analizar el

efecto de las conchas de abanico en las propiedades de la subrasante, se trató de una investigación aplicada y diseño experimental. Asimismo, la vía anexo San Isidro en Cañete conformó la población del estudio y la muestra se constituyó por el km. 0+000 al km 0+600 de la vía. Empleó como instrumento los ensayos de laboratorio, los resultados evidenciaron que la densidad seca de la muestra control fue 2.140 gr/cm³, con incorporación de valva de conchas al 15%, fue 2.158 gr/cm³, al 35% fue 2.171 gr/cm³ y 55% fue 2.187 gr/cm³; con respecto al contenido de humedad fue 5.8% en la muestra control, 6.5% con 15% del aditivo, 6.6% con 35% del aditivo y 6.7% con 55%; por otro lado, el CBR fue 34.9% en la muestra control, 43.2% con 15% del aditivo, 49.3% con el 35% del aditivo y 58.3% con 55% del aditivo; finalmente, la resistencia de la muestra control fue 1.49 kg/cm², con 15% del aditivo fue 3.04 kg/cm², con 35% del aditivo fue 3.84 kg/cm² y con 55 % del aditivo fue 4.36 kg/cm². Se llegó a concluir que, la incorporación de valvas de conchas abanico afecta positivamente a la subrasante mejorando su resistencia y CBR siendo la incorporación de al 55% la de mejor desempeño.

Peralta y Velásquez (2020), en su estudio "Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote – Tangay - Áncash 2020" tuvieron por finalidad evaluar la influencia de la adición de concha de abanico en la estabilidad de la subrasante en la zona Chimbote-Tangay-Ancash, se trató de un estudio experimental, de enfoque cuantitativo. La no pavimentada carretera de Chimbote-Tangay constituyó la población y la muestra fue 7km de la misma, las fichas de laboratorio fueron empleadas como instrumento para la recogida de datos. Por otro lado, los resultados evidenciaron que, la concha de abanico posee componentes como el óxido de aluminio en un 15.47%; además, al adicionar 5% de concha de abanico el CBR fue 9.49%, al 7% fue 12.67% y al 9% fue 11.47%

para el adobe patrón fue 5.72%; asimismo el Proctor con incorporación al 5% obtuvo 1.8, con 7% obtuvo 1.9 y al 9% obtuvo 1.8. Se llegó a concluir que el porcentaje de A12 O3 de las conchas de abanico consiguen un efecto beneficioso en las propiedades del suelo, asimismo, el porcentaje óptimo fue el 7% ya que consigue incrementar el CBR a 12.67%.

Carnero y Martos (2019), en su estudio "Influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo Chepate, distrito de Cascas, La Libertad" tuvieron por finalidad conocer el efecto de las conchas de moluscos bivalvos triturados sobre el CBR de subrasantes arcillosas. Se trató de un estudio exploratorio, experimental y descriptivo, en el que emplearon los ensayos de laboratorio como instrumento. Los hallazgos evidenciaron que, la máxima densidad seca fue 1.85 gr/cm² en la muestra control, 1.90 gr/cm², 2.03 gr/cm², 2.13 gr/cm² y 2.24 gr/cm² con incorporación de conchas marinas al 25%, 35%, 45% y 55% respectivamente; el valor CBR fue 4.6% en la muestra control, 14.0%, 21.5%, 30.2% y 53.5% con incorporación de conchas marinas al 25%, 35%, 45% y 55% respectivamente. Se llegó a concluir por la muestra control que la subrasante era deficiente, por lo que luego de ser estabilizada con las conchas marinas obtuvo una mejora sustancial, consiguiendo una subrasante clasificada como excelente según el manual de carreteras.

Estrada y Ventura (2019), en su estudio "Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019" tuvieron como finalidad analizar si la adición de la ceniza de concha de abanico permite estabilizar la subrasante, la investigación fue experimental, en la que el terreno del poblado de San Ignacio constituyó la población y la muestra fue 6 calicatas de las vías no pavimentadas. Asimismo, el instrumento fue las fichas

técnicas. Los resultados evidenciaron que el suelo de la muestra control es adecuado con un CBR de 13.19% al 95% (0.1") y 22.76% al 100% (0.1"); la muestra con 4% obtuvo un CBR de 23.02%, con 9% de incorporación obtuvo 24.89% en CBR y con incorporación de 8% obtuvo 26.7% CBR; asimismo la densidad máxima seca para la muestra con 4% de concha de abanico fue 2.22 gr/cm³, con incorporación al 6% fue 2.04 gr/cm³ y con incorporación al 8% fue 2.82. gr/cm³ Se llegó a concluir que, la incorporación de concha de abanico como ceniza consigue incrementar las propiedades de la subrasante progresivamente con cada porcentaje de incorporación.

1.2.3. Antecedentes Locales

Delgado (2021), en su estudio "Estabilización del suelo no pavimentado adicionando conchas de abanico en la avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021" tuvo como finalidad evaluar la estabilización del suelo no pavimentado de la avenida Naranjal de San Martín de Porres al adicionar concha de abanico; el estudio fue experimental, cuantitativo, en el que todas las muestras de suelo tomadas del terreno de la avenida Naranjal constituyeron la población y muestra, a modo de el instrumento las fichas de observación. Los resultados de la muestra control fueron: CBR 17,9%, 17 gr/cm³ en densidad seca máxima, humedad óptima 13.70%, la muestra con 2% de incorporación de conchas de abanico: CBR 20.3%, densidad seca 19.2 gr/cm³, humedad óptima 13.7%; a muestra con 4% de conchas de abanico: CBR 23%, densidad seca 21.8 gr/cm³, humedad óptima 13.60%; finalmente la muestra con 5% de incorporación de conchas de abanico: CBR 17.6 %, densidad seca 16,7 gr/cm³, humedad óptima 13.60%. Se llegó a concluir que la incorporación de conchas de abanico para estabilizar el suelo no pavimentado tiene un efecto positivo consiguiendo con la dosis de 4% del aditivo incrementar el CBR un 4% por encima de la muestra natural.

Santibáñez (2021) en su estudio "Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, Lima 2021" tuvo por finalidad analizar la resistencia a la compresión de bloques estructurales de concreto al adicionar ceniza de concha de abanico y ceniza de cascara de arroz. El estudio fue aplicado y experimental, teniendo por población a el total de unidades de concreto elaborados para el estudio, y 12 unidades integraron la muestra; a modo de instrumento empleo las fichas técnicas. Los resultados evidenciaron que, la resistencia a compresión de la muestra control fue 85.21 kg/cm, con incorporación de 8% de conchas de abanico fue 76.80 kg/cm² y con incorporación de ceniza de cascarilla de arroz fue 75.02 kg/cm². Se llegó a concluir que la incorporación de conchas de abanico supera la resistencia a compresión del bloque con ceniza de cascarilla de arroz en un 1.85%; sin embargo, no logra superar a la muestra patrón, a pesar de ello es posible utilizarse como bloques de concreto estructural ya que sobrepasan el mínimo de 50 kg/cm² que exige la norma técnica.

Ramírez (2020), en su estudio "Estabilización de suelos blandos con adición de valvas de conchas de abanico en la subrasante de la Av. Carapongo – Lurigancho – Chosica 2020" buscó evaluar cómo la incorporación de conchas de abanico a la subrasante impacta en la estabilidad de suelos frágiles a lo largo de la avenida Carapongo - Lurigancho-Chosica, se trató de un estudio tipo aplicado, experimental y explicativo, en el que la población se constituyó por la av. Carapongo en Lurigancho y la muestra los Km 1+200 al Km 2+200 de la mencionada avenida. Los ensayos y fichas de laboratorio fueron los instrumentos empleados. Como resultados se obtuvo que, la máxima densidad seca de la muestra natural fue 2.132 gr/cm³, con incorporación de conchas de abanico triturado al 20% fue 2.158gr/cm³, al 40% fue 2.168gr/cm³ y al 60% fue 2.187gr/cm³; por otro lado el CBR de la

muestra control fue 33.9% con el aditivo al 20% fue 40.3%, al 40% fue 48.9% y al 60% fue 56.8%; su resistencia a compresión fue 1.44 kg/cm² en la muestra control, 2.57 kg/cm² con aditivo al 20%, 3.67 kg/cm² con 40% del aditivo y 4.24kg/cm² con 60% del aditivo. Se llegó a concluir que el adicionar valvas de conchas de abanico trituradas influye positivamente en las propiedades del suelo, siendo el porcentaje óptimo el 60% ya que logra incrementar un 2.58% la densidad seca máxima, un 294.4% su resistencia a compresión y 67.6% el CBR en contraste con la muestra control.

Anticona (2020), en su estudio "Adición de concha de abanico triturado como elemento estabilizador en suelos arenosos en la Avenida Umanmarca, Villa el Salvador 2020" tuvo por finalidad conocer el potencial de la concha de abanico triturada como aditivo estabilizador de los suelos arenosos de la subrasante de la Av. Umanmarca en Villa el Salvador. El estudio fue tipo aplicado y observacional, en el que la Av. Umanmarca constituyó la población y la muestra el tramo paradero brisas hasta el Jr. José Olaya. El instrumento fueron las fichas de técnicas, como resultados obtuvo que, el CBR de la muestra patrón fue 35.2%, en la muestra con incorporación de conchas de abanico al 10% fue 61.5%, al 25% de incorporación fue 88.8%, al 50% de incorporación fue 49.2% y al 70% de incorporación fue 62.4%; por otra parte, la máxima densidad seca en la muestra control fue 1.66 gr/cm², con 10% de incorporación fue 1.69 gr/cm², con 25% fue 1.72 gr/cm², con 50% fue de 1.80 gr/cm² y con 70% fue 1.85 gr/cm². Se llegó a concluir que, la incorporación de conchas de abanico trituradas influye de forma positiva en las propiedades del suelo, la dosificación óptima el 25% el cual alcanzó un CBR de 88.8 y 1.72 gr/cm² en su máxima densidad seca.

1.3. Marco Conceptual

Suelo

Este término comprende la capa superficial de la corteza de la tierra, originada por la desintegración de las rocas puesto que a la acción de los factores externos de la intemperie. Además, los agentes de ataque en cuanto a las rocas se pueden clasificar en químicos y mecánicos. Considerando los diversos minerales generalmente la presencia de silicatos que abundan en las rocas de origen metamórficas e ígneas, la descomposición después de un proceso de agentes químicos da como resultado a la arcilla (Tique et al., 2019).

Por otro lado, Burbano (2016) menciona que los suelos son los desagregados finitos de las rocas del planeta tierra, puesto que está compuestos del producto de la erosión y de todos los procesos transformacionales que ha sufrido el planeta tierra debido a la actividad natural del dicho planeta, por ello, existen diversos tipos de suelos y cada suelo contiene diversas propiedades y características; en algunos casos dependerá también de las capas ya que en algunos suelos existe todo un ecosistema de microorganismos, como en otros casos, que se puede encontrar aguas subterráneas, entre otras peculiaridades.

Composición del suelo

A. Composición sólida del suelo

Los suelos pueden presentar diferentes componentes como gases, líquidos y sólidos, dentro de su composición solida se puede encontrar rocas, minerales, humus, y entre otros solidos orgánicos, asimismo se pueden apreciar algunos silicatos, como los feldspatos, micas y cuarzos, además de encontrar óxidos de hierro, como la goetita y limonita, encontrar estos diversos compuestos dependerá del nivel de profundidad que se estudie, ya que también

se pueden encontrar óxidos de aluminio como el boehmita y la gibbsita, además de encontrar nitratos y cloruros, carbonatos como la dolomita y calcita; finalmente, se puede encontrar también sulfatos como el aljez (Tique et al., 2019).

B. Composición líquida del suelo

En cuanto a los líquidos presentes en el suelo, suelen encontrarse sales, minerales, y abundante agua, en algunos casos, el agua contiene también iones, en algunos casos en el suelo el agua se transporta mediante los vacíos, o capilares del suelo, y en otros casos, el transporte de agua es casi nulo puesto que son permeables por naturaleza, es decir, no permite el paso del agua (Burbano, 2016).

C. Composición gaseosa

Como señala Tique et al. (2019) el suelo presenta ciertos gases que son importantes para la vida de los vegetales y animales, como el óxido nitroso, dióxido de carbono, hidrocarburos gaseosos, metano, oxígeno, entre otros gases que permiten que el suelo se conserve de una u otra manera son vitales para la subsistencia de los ecosistemas.

Características del suelo

El suelo tiene gran importancia para los seres ya que de cosechar el suelo se producen y generan algunos alimentos que pertenecen a la cadena alimenticia, puesto que los seres vivos consumen algunos productos, generando de esta forma, el constante ciclo de vida, recordando que el suelo es un recurso que no se renueva y es limitado, es por ello que, se debe identificar las características de cada suelo, dentro de las más comunes son la fertilidad, mutabilidad, variabilidad, y solidez (Burbano, 2016).

Subrasante

Según Ospina et al. (2022) consideran que la subrasante es parte esencial y vital para toda vía, indistintamente de su clasificación y uso, juega un rol importante para el correcto funcionamiento y pleno desarrollo de la vida útil del mismo, puesto que, si la subrasante se encuentra en pésimas condiciones, esto se evidenciará en el parte superficial del pavimento, siendo la carpeta de rodadura la que presente y refleje todas las consecuencias tanto negativas como positivas. Por lo que, dentro de los parámetros considerados para la evaluación de la subrasante, se considera la capacidad de resistencia a cargas o soporte, a esfuerzos cortantes, deformación entre otras especificaciones. La subrasante habitualmente está conformada por los suelos sin ningún tipo de mejora, ya sea las condiciones naturales originales, sin embargo, también se le puede adicionar para mejorar sus propiedades logrando una estabilización químico física como la cal, cemento, entre otros aditivos químicos o naturales que permitan dicha estabilización.

MEF (2015) Define como un camino posteriormente que se ha movido la tierra ("corte y relleno") y previo a instalación del pavimento. pertenece a la ubicación correcta de una estructura de suelo y se adjunta tanto en el paisaje circundante como en la carretera. Por otro lado, MTC (2014) Señala que es una capa incorporada al suelo la carretera, que está expuesta a procedimiento de corte, en determinados casos en compactación y relleno. En relación a pavimentos es la superficie expuesta a cargas estructurales generando deformaciones. Es la capa base del terreno natural, que resiste las demás capas que están sobre ella.

Tensar (2013) Señala como variables que se deben analizar y evaluar en el momento de construir una estructura de pavimento. Las propiedades físicas se someten a tratamientos como compactación, homogenización, etc. Tener en consideración, que dichas propiedades

se modifican según procedimientos de estabilización, mediante el mezclado con otros materiales, asimismo García (2015) Define la subrasante como la capa superficial, de terreno en estado natural. Para ejecución de caminos se evaluará hasta 0.45 m de espesor. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, el tránsito y características de materiales de elaboración de la superficie de rodadura, conforman las variables fundamentales para el desarrollo de pavimento.

Estabilización del suelo

Para aprovechar sus mejores cualidades y crear un suelo más sólido que pueda soportar los efectos del tráfico y el mal tiempo, los suelos en su estado natural deben someterse primero a un proceso conocido como estabilización. Mediante este proceso se mejora la estabilidad volumétrica del suelo, así como su permeabilidad, durabilidad y resistencia al agua; asimismo, aumenta las posibilidades de circulación por lugares impracticables y refuerza su resistencia a la erosión, las heladas y otras variables ambientales (Rivera et al., 2020).

Como menciona Ospina et al. (2012) la estabilización de suelo es necesaria para poder aprovechar todas las propiedades del suelo, es decir, emplear su máximo rendimiento para que de esta forma sea más estable y así poder resistir a las cargas a las que serán sometidas según la infraestructura vial que se diseñe y ejecute; de esta forma, se pueden usar suelos de baja calidad mejorándolos con ciertos aditivos que refuercen y mejoren sus propiedades.

A. Estabilización física

Este método es uno de los más empleados, puesto que se considera la compactación con maquinaria pesada, el cual contribuye a la cohesión del suelo, sin embargo, si no se realiza una compactación adecuada los resultados de estabilización no serán óptimos (Rivera et al., 2020).

B. Estabilización química

En este método se emplean elementos químicos que alteran de forma beneficiosa la composición del suelo, incrementando su capacidad en cuanto a durabilidad y sostenibilidad, se puede estabilizar con cal, ya que es la más común por su bajo costo, cemento, productos de asfalto, cloruro de sodio, de calcio y polímeros (Rivera et al., 2020).

Límites de consistencia

Estos límites están basados fundamentalmente en el hecho de que los suelos finos en su estado natural se hallan en diversos estados en función de su composición y contenido de agua (Hernández, 2019).

Compactación

La compactación pone el material en una condición lo suficientemente compacta como para que un asentamiento posterior sea imposible o insignificante. Los movimientos relativos se reducen o eliminan, lo que disminuye el desgaste. Al reducir el volumen de los vacíos, la compactación aumenta la densidad aparente seca y disminuye la permeabilidad, que es función del índice de vacíos. La compactación conduce a un aumento de las características mecánicas. De hecho, el endurecimiento de las partículas incrementa la cantidad de contactos entre ellas y, en consecuencia, su fricción. En efecto, aumenta la cohesión y el ángulo de fricción interna (Eboukou y Manguet, 2022).

Ensayo de Proctor modificado

Es empleado para establecer la densidad seca y el contenido de humedad de la muestra con el fin de controlar la compactación y garantizar su calidad in situ del suelo y de aquellos materiales que se puedan emplear para una base granular o pavimentos. Asimismo, posibilita la evaluación de la estabilidad y la capacidad portante del pavimento y los cimientos. Por último, permite reducir los asentamientos, la penetrabilidad del agua, la compresibilidad y la proporción de vacíos (López, 2017).

Ensayo de California Bearing Ratio

Es un criterio geotécnico clave utilizado en la determinación del espesor adecuado de un pavimento flexible compuesto por subrasantes. El ensayo CBR (California Bearing Ratio) es el método más utilizado en países en desarrollo para el diseño de pavimentos (Eboukou y Manguet, 2022).

De igual forma, según De la Cruz et al. (2022) hacen referencia al CBR como la evaluación de un material proveniente del suelo basado en su resistencia de corte y carga. Además, se puede definir también como la interacción entre la carga o presión necesariamente requerida para que la llanta o pistón logre penetrar al suelo una profundidad identificada, teniendo otra también donde se pueda aproximar dicha penetración a una misma profundidad en una muestra considerada como inicial o patrón considerado la escala porcentual como la forma de expresar dicho resultado.

Pescado

El pescado es un animal marino alto en proteínas que pertenece al ciclo de vida, el cual contiene también ácidos grasos, abundantes minerales, y vitaminas; además, es una

importantísima fuente del Omega 3, además su consumo favorece a la salud, a nivel cardiovascular (Sociedad Nacional de Pesquería, 2018).

Pescado Lisa

Es una especie pequeña de pescado, oscilan entre los 25 a 65 centímetros de tamaño, su color entre gris y plateado. Proviene de los Mugilidae teleósteos, quienes habitan en la costa subtropical y tropical, son altamente resistentes a la salinidad, abundan durante los 12 meses del año (Sociedad Nacional de Pesquería, 2018).

Pescado Corvina

Dicho pescado es una especie marina caracterizado por su adaptación debido a que es un pescado blanco, esto incrementa su valor nutricional, además, tiene escamas más gruesas y de mayor tamaño que otros, contiene otolitos los cuales contribuyen a su sobrevivencia, entre otros minerales, aminoácidos, ácidos grasos y vitaminas que conforman sus componentes (Sociedad Nacional de Pesquería, 2018).

Pescado Dorada

Este pescado conforma a la familia Sparidae, conocido también como los Sparus aurata, considerados como peces de gran supervivencia pese a que su hábitat es en los litorales, hasta 150 metros de profundidad, considerando su gran tamaño de casi 1 metro, y pueden llegar a pesar hasta 7 kilos en su adultez (Sociedad Nacional de Pesquería, 2018).

Escama de pescado

Se trata de un material inflexible que recubre la piel de los peces. Siempre se eliminan cantidades colosales de residuos de pescado. Hemos decidido utilizar estas escamas de pescado para producir un polímero biodegradable. Las escamas de pescado se suelen utilizar como biopolímero en diferentes empresas debido a sus increíbles propiedades de biocompatibilidad y biodegradabilidad (Varma y Kumar, 2019).

La epidermis y la superficie externa de pieles de pescado tienen características únicas que las hacen adecuadas para diseños resistentes a la penetración en el medio marino. Los principales constituyentes de las escamas de pescado son la hidroxiapatita carente de calcio (HAP) y la matriz extracelular (fibras de colágeno de tipo I). Ambos constituyentes forman una estructura tridimensional muy ordenada (Rawat, et al., 2021).

Visto desde una perspectiva técnica, la piel de pescado (con escamas) puede actuar como inspiración para diseñar nuevos materiales de ingeniería o estructuras] con alto rendimiento mecánico bajo diferentes condiciones de carga. Los bloques de construcción o constituyentes de estas estructuras jerárquicas (peces, hueso y nácar) muestran combinaciones únicas y atractivas de resistencia mecánica y tenacidad (Rawat, et al., 2021).

Asimismo, las escamas de pescado constituyen un tipo de proteína de desecho que no se puede utilizar como alimento para animales y que los microbios no degradan fácilmente por lo que es difícil de eliminar y tratar. Como desecho producido localmente, las escamas de pescado representan un biomaterial sostenible y rentable en comparación con los materiales poliméricos convencionales. El reciclaje y la reutilización de este material también

pueden reducir la necesidad de áreas de relleno sanitario y la contaminación ambiental (Songtao et al., 2021).

Las escamas de pescado son uno de los desechos naturales que produce la industria pesquera en todo el mundo (Torres et al. 2008). El tamaño, la cantidad e incluso la forma de las escamas de cada especie de pez pueden ser únicos y variar según la especie y la edad del pez (Ahmed et al., 2022).

Las escamas de pescado son un material orgánico y no reactivo por naturaleza, por lo que no reaccionará con los constituyentes del material cementante o aditivos de ninguna manera negativa. Asimismo, puede considerarse un material ecológico y respetuoso con el medio ambiente, ya que es fácil de conseguir y se utiliza sin necesidad de procesamiento adicional, por lo que no aumentará la huella de carbono. Además, es un material muy barato. Por otro lado, las escamas de pescado son buenas en resistencia a la tracción y el módulo de Young de las escamas de pescado del Arapaima Gigas (Paiche) y de las especies Teleost (Ahmed et al., 2022).

De igual forma, las escamas de pescado se pueden utilizar como compuestos de polímero de fibra y son una fuente abundante de biopolímeros que contienen entre un 30% y un 40% de proteínas (colágeno), entre un 30% y un 50% de carbonato cálcico y potásico y entre un 20% y un 30% de quitina, que son extraídos y valiosos. Asimismo, estos residuos de pescado pueden utilizarse en diversas industrias (Varma y Kumar, 2019).

Tabla 1

Composición química de la escama de pescado

COMPOSICION QUIMICA	PORCENTAJES
S	3.90%
P	5.10%
Ca	5.80%
K	8.40%
Fe	12.40%
Mg	20.80%
Mn	44.10%

Fuente: Damián y Moreno (2015)

Tabla 2

Composición química de la ceniza de escama de pescado

COMPOSICION QUIMICA	PORCENTAJES
Al ₂ O ₃	7.40%
CaO	6.40%
SiO ₂	22.70%
CaCO ₃	48.70%
MgCO ₃	14.80%
Mv	6.8%
Cf	85.4%

S	0.9%
Fe	2.8%

Fuente: Damián y Moreno (2015)

Aditivo similar

Conchas de abanico

Es un producto que se consume en Latinoamérica, además, Perú es reconocido por ser uno de los países con mayor producción de dicho producto marino. Perú se caracteriza por ejercer la acuicultura en cuanto a renovación, cuidado y protección de recursos marinos biológicos, puesto que empiezan con crustáceos, moluscos, entre otras especies marinas (Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo, 2021).

Como menciona FONDEPES (2018) el nombre científico de la concha de abanico es "Argopecten purpuratus" las cuales son especies que se ubican y residen en el submareal, puesto que habitan a 30 metros de profundidad, y resisten temperaturas hasta de 28°C como máximo y 13°C como mínimo, su fisionomía es particular, puesto que cuentan con 2 placas unidas que cuidan su sistema interior.

Composición de conchas de abanico

Su composición consta de calcita, proteínas, quitina, ácidos polisacáridos, glicoproteínas, en cuanto a su estructura física consta de 3 capas, siendo la capa externa la encargada de proteger su cubierta y estructura interna, seguida de la capa media y la llamada

capa de nácar, en su interior, se pueden encontrar su musculo aductor, la gónada masculina, la masa visceral, el manto, y las branquias (FONDEPES, 2018).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?

1.4.2. Problemas Específicos

¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?

¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?

¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

1.5.2. Objetivos Específicos

Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación técnica

Con esta investigación se pretenderá crear un diseño innovador de los pavimentos flexibles, con el fin de mejorar sus propiedades, por lo que se expondrá las propuestas que pueden ser tomadas para poner fin a los problemas identificados en dichos pavimentos, empleando aditivos tanto naturales, en la investigación se tomó a la ceniza de escama de pescado.

1.6.2. Justificación práctica

La investigación se justifica de forma práctica, ya que se analizará experimentalmente las propiedades de la subrasante adicionando un aditivo poco convencional como es el caso de las ceniza de escamas de pescado, teniendo como finalidad acrecentar la durabilidad; es decir, la vida útil del pavimento, centrándose en que el pavimento sea más resistente a cargas y pueda tener la capacidad de resistir los fenómenos climáticos, o condiciones externas a las cuales el pavimento se encuentre expuesto, cumpliendo también con la normativa actual, y poder sobrepasar los niveles de calidad establecidos.

1.6.3. Justificación teórica

El estudio se puede justificar de forma teórica, puesto que se realizará con el objetivo de conseguir resultados de utilidad y sean aplicables, a la vez que complementen los conocimientos sobre la utilización de las cenizas de escamas de pescado para mejorar las propiedades de la subrasante.

1.6.4. Justificación metodológica

El estudio se justifica metodológicamente, dado que pretende constituir una referencia para las investigaciones y estudios futuros que presenten o identifiquen realidades problemáticas similares, teniendo en cuenta los resultados del estudio.

1.6.5. Justificación social

La justificación social de la presente investigación está ligada a que, gracias a su desarrollo se logrará establecer una posible y novedosa alternativa que servirá como modelo de solución para los problemas identificados en el estudio, que tendrá beneficios sustanciales para los ciudadanos del distrito de Puente Piedra y Lima en general, dado que, permitirá mejorar la calidad de vida al incluir las habilidades y conocimientos necesarios en la búsqueda de soluciones a los fallos de los pavimentos, por medio de la incorporación de la ceniza de escamas de pescado en la subrasante, mejorando así sus propiedades, obteniendo pavimentos más estables y con mayor durabilidad.

1.6.6. Justificación económica

También cuenta con justificación económica, ya que con el presente estudio se evidenciará la problemática actual que ocurre en el distrito de Puente Piedra, teniendo en consideración que existen soluciones que cuestan más y que son realizadas por medio de

procesos industriales u otro que hace que incremente el precio de la solución; por lo que, en la presente investigación se empleará las escamas de pescado, ya que es un aditivo desechable económico y de adquisición fácil, además de estar al alcance de la ciudadanía, contribuyendo a la optimización de las propiedades de la subrasante, evidenciando que este estudio podría ser replicado en diversas ciudades con problemas similares.

1.6.7. Justificación ambiental

La justificación ambiental, el uso de las escamas de pescado tiene como finalidad primordial evidenciar como este producto, que usualmente son tomados como desperdicio, y son desechados por la sociedad, debido a que no se considera como aditivo porque se desconoce totalmente sus beneficios o las consecuencias que pueda tener al interactuar con la subrasante, por lo que la presente busca el aprovechamiento máximo de dichos desechos evitando de esta forma la contaminación ambiental, contribuyendo a la preservación del medio ambiente y ecosistemas existentes.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis General

La incorporación de cenizas de escama de pescado influirá en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

1.7.2. Hipótesis Específicas

Ha. La incorporación de ceniza de escama de pescado influirá en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Ho. La incorporación de ceniza de escama de pescado no influirá en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Ha. La incorporación de ceniza de escama de pescado influirá en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Ho. La incorporación de ceniza de escama de pescado no influirá en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Ha. La incorporación de ceniza de escama de pescado influirá en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Ho. La incorporación de ceniza de escama de pescado no influirá en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

1.8. Limitaciones

Se logró identificar limitaciones como la escasa información acerca del aditivo propuesto en la presente investigación, debido a que, es un aditivo novedoso en cuanto a infraestructura vial, siendo tomado como estabilizador de la mezcla asfáltica. Por tal motivo, se indagó en bases de datos considerando términos claves en inglés, asimismo, se tomó como sustento teórico aditivos similares.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.2.1. Según su Enfoque

El enfoque cuantitativo recibe este nombre así por tratar casos medibles a través del uso de métodos estadísticos destinados al análisis de los datos recogidos. Su propósito fundamental es el de explicar, describir, predecir y controlar de forma objetiva el origen y la predicción de su ocurrencia desde su divulgación, basando para ello sus conclusiones en el empleo de métricas o cuantificaciones rigurosas, ya sea en la recolección de sus resultados o en la interpretación de los mismos (Sánchez, 2019)

En el caso de este estudio, se utilizó un enfoque cuantitativo, ya que, en el contexto de la investigación prevista, se ofrecían aspectos cuantificables que permitían contrastar las hipótesis planteadas.

2.2.2. Según su Tipo

Según Gutiérrez (2021), la investigación aplicada se orienta a metas prácticas y concretas que logran solucionar una problemática a corto plazo y en la cual sus beneficios se aprecian en ese mismo periodo de tiempo. En este sentido, permite el uso de los conceptos adquiridos durante la praxis para implementarlos en beneficio de los actores sociales que hacen parte de la problemática o el fenómeno, así como la profundización que se hace sobre nuevos conocimientos que fortalecen las áreas del saber, siendo el propósito de la investigación utilizar de manera inmediata el conocimiento adquirido.

Por ello, partiendo de dicha concepción, el estudio que nos ocupa será de tipo aplicado, pues pretende conseguir la mejora de las propiedades de la subrasante de la Avenida de las Magnolias de Puente Piedra, mediante la incorporación de cenizas de escamas de pescado. Se tomarán como referencia sobre el tema las investigaciones existentes más destacadas, con el fin de seleccionar adecuadamente la dosificación del aditivo que mejore las propiedades de la subrasante. Asimismo, se basará el estudio en pruebas de laboratorio, siendo éstas el CBR, Proctor modificado y contenido de humedad.

2.2.3. Según su Nivel

El estudio es de nivel descriptivo no correlacional, ya que estudian los fenómenos en base a la literatura que pueda existir acerca de cada variable, sea dependiente o independiente, describiendo aspectos generales y específicos permitiendo ampliar información del fenómeno que pueda ocurrir de acuerdo al espacio, y tiempo; considerando que no se relacionan las variables puesto que son causales distintas, no se estudiarán ambas en una sola muestra (Supo, 2012).

Asimismo, describirá la interacción de la variable independiente sobre la dependiente, es decir, del aditivo sobre las propiedades de la subrasante, se verán cuan influyente es, más no se estudiará su relación entre ambas, porque no se relación, debido a que el análisis será cuestionado por la variable independiente en diversos porcentajes.

2.2.4. Según su Diseño

El diseño experimental se centra en la manipulación de los fenómenos objeto de estudio. Los investigadores pueden manipular una o varias variables del estudio, con el fin de analizar su incremento o disminución y su impacto en el comportamiento observado. Para esta forma de estudio es crucial demostrar el origen y el efecto de un fenómeno; debe ser

evidente que las consecuencias observadas de un experimento son el resultado de la causa (Guevara et al., 2020).

Por consiguiente, la investigación es experimental, puesto que en el proceso se manipularán las variables con el propósito de analizar de que forma la ceniza de escama de pescado tiene un efecto sobre la subrasante y de ese modo establecer su influencia en las propiedades de la misma.

Asimismo, los métodos cuasi experimentales son un sub-diseño de la investigación experimental, en este diseño, la variable independiente es subdividida en dos grupos: experimental y control en ese grupo no existe manipulación. La variable dependiente debe evaluarse de forma similar en ambos grupos, es decir, deben utilizarse los mismos instrumentos para ambos grupos en el pretest. Al término de la intervención, se administra una prueba posterior a ambos grupos y se compara y evalúa el rendimiento de la variable dependiente entre el grupo experimental y de control (Ramos, 2021).

Por lo que, el presente estudio, tiene un diseño cuasi experimental, ya que en el desarrollo de la investigación se realizará pruebas en un grupo experimental con la incorporación de la escama de pescado en forma de ceniza en distintas proporciones y un grupo de control sin la incorporación de dicho aditivo.

2.2. Variables y operacionalización

Operacionalizar una variable implica transformar la definición conceptual de la variable, que permite una comprensión abstracta del fenómeno, en una definición operacional (indicador) basada en protocolos, normas y procesos de medición de la noción observable mediante instrumentos (Rodríguez et al., 2021).

En la investigación, las variables constituyen las cualidades de los objetos de investigación abstractos o tangibles. En términos más generales, una variable es un atributo mensurable que puede fluctuar a lo largo de un experimento; pueden dividirse en dos categorías: variables independientes, que representan las causas, y variables dependientes, que representan los resultados o variables de respuesta (Rodríguez et al., 2021).

En el estudio se empleó las variables indicadas a continuación:

Variable Independiente: Ceniza de Escama de pescado

Definición conceptual: Las escamas de pescado son un material inflexible que recubre la piel de los peces. Siempre se eliminan cantidades colosales de residuos de pescado. Hemos decidido utilizar estas escamas de pescado para producir un polímero biodegradable. Las escamas de pescado se suelen utilizar como biopolímero en diferentes empresas debido a sus increíbles propiedades de biocompatibilidad y biodegradabilidad (Varma y Kumar, 2019).

Definición operacional: La escama de pescado se incorporará en forma de ceniza a la mezcla proporcionalmente en dosis de 2.5%, 3% y 3.5% con respecto al volumen de la muestra, de modo que se incremente la compactación y la capacidad portante de la subrasante y disminuir la plasticidad. En un primer momento, se realizarán calicatas con el fin de realizar la clasificación del suelo y preparar las pruebas ya mencionadas.

Variable Dependiente: Subrasante

Definición conceptual: Según Ospina et al. (2022) consideran que la subrasante es parte esencial y vital para toda vía, indistintamente de su clasificación y uso, juega un rol importante para el correcto funcionamiento y pleno desarrollo de la vida útil del mismo, puesto que, si la subrasante se encuentra en pésimas condiciones, esto se evidenciará en el

parte superficial del pavimento, siendo la carpeta de rodadura la que presente y refleje todas las consecuencias tanto negativas como positivas.

Definición conceptual: Para que se mejore las propiedades de la subrasante se realizará la incorporación de la ceniza de escama de pescado (0%, 2.5%, 3% y 3.5%) y se buscará medir sus variaciones por medio del CBR, Proctor modificado y de plasticidad.

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Constituye un conglomerado de todos los componentes o unidades experimentales, formados por organismos vivos u objetos, que comparten uno o varios rasgos cuantificables. En estadística, es el conjunto de mediciones de una variable realizadas sobre todos los miembros de una población. Una población puede ser limitada, cuyos miembros son fáciles de contar o una población infinita, cuyos miembros son difíciles de contar (Gavilánez, 2021).

Para el estudio se ha tomado como población a todas las calicatas realizadas en la avenida Las Magnolias en Puente Piedra.

2.3.2. Muestra

El concepto estadístico de muestra se refiere a una porción de la población que incluye información sobre ella. En otras palabras, es una colección de medidas que comprenden una porción de una población. Podemos sacar conclusiones sobre la población basándonos en la información obtenida de la muestra. Para garantizar que la muestra es representativa de la población, deben utilizarse procedimientos de muestreo (Gavilánez, 2021).

En consideración de lo anterior expuesto, por ser el IMDA de la avenida menor o igual a 200 unidades vehiculares diarias de una sola carretera, el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos señala que, por cada km se debe realizar una calicata como mínimo y con una profundidad no menor a 1.50 m.

Por lo cual, para obtener resultados precisos se realizará 3 calicatas para la avenida Las Magnolias en Puente Piedra.

2.3.3. Muestreo

Es una técnica necesaria que ayuda al investigador a seleccionar una muestra representativa y orienta sobre el tamaño que debe tener la muestra para garantizar el grado de confianza deseado en las conclusiones y la generalizabilidad. Los métodos de muestreo no probabilístico utilizan un enfoque en el que la muestra se selecciona en función del juicio subjetivo del investigador (Berndt, 2020).

De acuerdo con la definición anterior, el muestreo será no probabilístico intencional, pues no requiere del uso de ninguna formulación estadística, puesto que, lo que dirige el procedimiento de toma de decisiones del tesista, es el tipo de ensayo, la particularidad del estudio y el propio criterio del investigador. Siendo, el número de calicatas de 3, las cuales serán incorporadas con la ceniza de escama de pescado (0%, 2.5%, 3%, 3.5%) para la avenida Las Magnolias en Puente Piedra.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnica de recolección de datos

Por técnica prospectiva se entiende aquella en la que el investigador establece un planeamiento futuro de sus ensayos de laboratorio en función tanto de los parámetros como de las magnitudes propias de los antecedentes recogidos en la investigación, consiguiendo con ello una mayor capacidad analítica y de dominio sobre los hallazgos (Hernández y Mendoza, 2018).

La técnica que se empleará en este estudio es la observación directa ya que gracias a ella se podrá conocer con mayor detalle y precisión los resultados que serán obtenidos mediante los ensayos que serán realizados en el laboratorio, los ensayos serán según los porcentajes de dosificación planteados para alcanzar los objetivos planteados llegando a conocer su plasticidad, Proctor y CBR.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos son esencial para todo estudio, por lo que, para este estudio se elaboró fichas técnicas y ensayos de laboratorio que permitió la descripción de los resultados.

2.5. Procedimientos

En esta sección se presenta y describe las materias primas, los materiales utilizados y sus respectivos orígenes, así como los procedimientos de ensayo realizados a las mezclas elaboradas en esta investigación.

2.5.1. Exploración, muestreo y obtención del material

En primer lugar, se realizó la exploración e inspección visual de la avenida Las Magnolias en Puente Piedra, visualizando los problemas presentes.

En segundo lugar, para que se obtenga las muestras de estudio se consideró 1 km de la avenida las Magnolias en Puente Piedra, realizándose tres calicatas, puesto que el Manual de Carreteras señala que como mínimo debe ser una calicata por cada 1 km. Las dimensiones de cada una de las calicatas con la incorporación de la escama de pescado en forma de ceniza serán de 1.5m de profundidad.

La muestra obtenida fue colocada en sacos para luego ser llevada al laboratorio y ser analizada

Figura 1

Extracción de la muestra de suelo de la C1, C2 y C3



Nota. La figura muestra las calicatas codificadas como C1, C2, C3 realizadas en la investigación para la extracción de la muestra de suelo.

2.5.1.2. Obtención de la escama de pescado

Asimismo, se llevó a cabo la recolección del aditivo escama de pescado el cual será mezclado en distintas dosificaciones con la muestra de suelo; para ello se recolectó la escama de diversos mercados. El material recolectado se colocará en un recipiente y seguidamente será trasladado al laboratorio.

Figura 2

Obtención de la escama de pescado



Nota. La figura muestra la escama de pescado que fue recolectada de los mercados.

2.5.1.3. Mezcla de la muestra de suelo con la escama de pescado en forma de ceniza

Se realiza la combinación de la muestra de suelo con el aditivo natural para proceder a realizar los ensayos pertinentes.

Figura 3

Mezcla de la muestra con la ceniza de la escama de pescado



Nota. La figura muestra la mezcla de las muestras con el aditivo natural.

2.5.1.4. Análisis granulométrico mediante tamizado

En primer lugar, se selecciona una porción de la muestra de cada calicata para que de ese modo se determine su porcentaje de contenido de humedad y posteriormente llevarlo al horno por 24 horas.

Figura 4

Muestras de las 3 calicatas puestas al horno



Nota. La figura muestra las muestras en una tara puestas al horno por un tiempo de 24 horas para determinar el contenido de humedad del material.

Posteriormente, el análisis granulométrico fue realizado. El objetivo de esta prueba consiste en obtener por tamizado la distribución de la granulometría de los áridos de acuerdo con los criterios técnicos, con el fin de efectuar una clasificación específica de los materiales extraídos de cada calicata.

Para lo cual, con el fin de obtener de la muestra proporciones representativas de tamaño suficiente para realizar el análisis granulométrico, se realiza el procedimiento del cuarteo del material. Para ello, primero se vierte el material sobre una superficie limpia y horizontal y se mezcla utilizando una pala, moviendo la tierra de un extremo al otro, hasta que presente un aspecto homogéneo. Seguidamente, una vez la tierra se encuentre homogenizada se junta al centro formando un cono, con ayuda de la pala se procede a aplastar el cono de tierra de forma uniforme, para luego con un listón o regleta dividir la muestra en 4 partes iguales. Se debe seleccionar dos porciones opuestas las cuales serán nuevamente mezcladas, siguiendo los pasos anteriores hasta obtener la proporción necesaria para el ensayo.

Figura 5

Cuarteo del material



Nota. En la figura se observa el cuarteo del material extraído.

El ensayo granulométrico se realiza con la muestra seca W_s de un peso promedio de 400 gr que será tamizado por las mallas que especifica la norma ASTM D 422 y la NTP-339.128. Entre los aparatos a emplear para este ensayo se tiene a la balanza, los tamices y el horno. Luego de pasar por la maya N° 200, el material retenido será puesto al horno dentro de un recipiente para ser secado y continuar el tamizado por el resto de mayas; seguidamente, se pesa el material que permanece retenido en los tamices y, finalmente, se establece en los cálculos la clase de material que contiene cada muestra.

Figura 6

Análisis granulométrico mediante tamizado



Nota. La figura muestra el análisis granulométrico mediante tamizado.

2.5.1.5. Límites de Atterberg

Posteriormente, se realizó los límites de Atterberg o de consistencia mediante la NTP 339.129. Por lo cual, primero se halla el límite líquido de cada muestra.

Para ello, se pesó 250 gramos de la muestra la cual fue tamizada por el tamiz #40 y se mezcla con agua en un recipiente hasta que esté homogénea y así se llegue a los rangos establecidos por la ASTM, posteriormente la mezcla es colocada en la copa de Casagrande la cual se encuentra previamente calibrada. Consiguiente a ello se da los golpes necesarios para que la ranura se cierre a 12.7 mm (1/2"). Al cerrar la ranura, se registra el número de golpes y se extrae la muestra en la parte central para la determinación de su contenido de humedad durante 24 h.

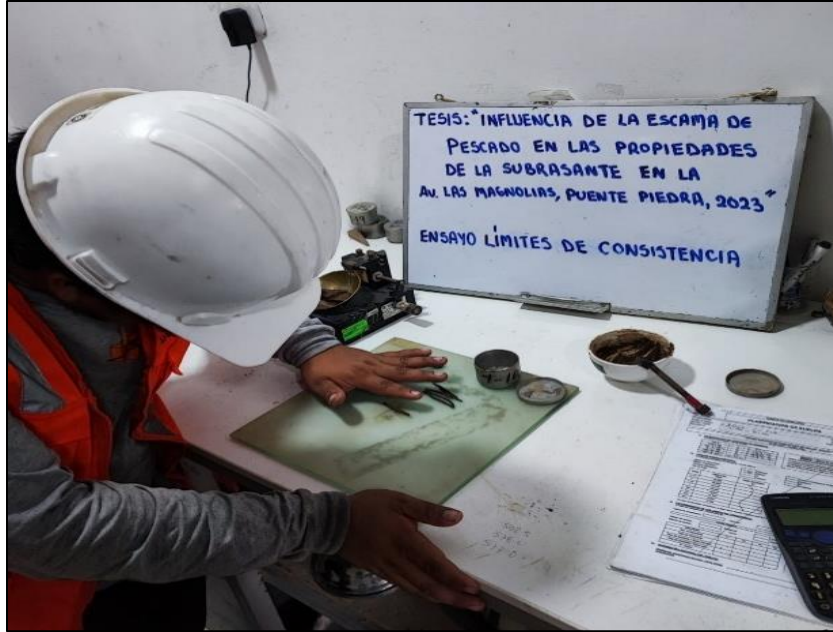
Entre los aparatos a emplear para determinar el límite líquido se tiene a la balanza, el tamiz o malla #40, la espátula de hoja flexible, la copa de Casagrande, el ranurador y la probeta de 100 ml.

Figura 7*Determinación del Límite Líquido*

Nota. En la figura se observa el ensayo de límite líquido, para lo cual se empleó la copa de Casagrande.

También, paralelamente, se determinó el Límite Plástico, tomando el material preparado para el límite líquido, se tomaron aproximadamente 20 gramos, fue amasado hasta que perdiera humedad y se pudiera enrollar sin que se pegara en las manos en una placa de vidrio, este rollo debe tener 3.2 mm (1/8 pulg.) de diámetro, se siguió así hasta que comenzara a agrietarse y deshacerse a fin de colocarlo en una tara, pesarla y llevarla al horno durante 24 horas. Esto se realizó dos veces para determinar el promedio.

Entre los aparatos a emplear se tiene a la balanza, el tamiz #40, la espátula, el recipiente para almacenar la muestra, horno, agua, superficie lisa de vidrio.

Figura 8*Determinación del Límite Plástico*

Nota. En la figura se aprecia el ensayo de límite plástico.

La determinación del Límite Líquido y Plástico se realizó con la finalidad de que se determine el Índice de Plasticidad, que resulta de la diferencia del LL con el LP.

2.5.1.6. Clasificación de suelos por el método SUCS (ASTM D2487)

Seguidamente, teniendo los valores del Análisis Granulométrico y de los Límites de Atterberg obtenidos de las muestras, se realizó la clasificación de los suelos mediante el método AASHTO y SUCS, con las tablas proporcionadas por la norma ASTM, según los parámetros y requerimientos que en ellas se indican.

El método SUCS es el que más se emplea en la mecánica de suelos, el cual establece mediante diferentes símbolos según el tipo de suelo (gruesos, inorgánicos, finos y orgánicos). Para realizar la clasificación SUCS es necesario efectuar pruebas de análisis granulométrico

y límites de consistencia. Con dichos ensayos es posible realizar una descripción del carácter del terreno estudiado, tal clasificación será realizada en la carta de plasticidad.

2.5.1.7. Clasificación de suelos por el método AASHTO (ASTM D4328)

Se utiliza para la clasificación de suelos destinados a obras de infraestructura vial. En primer lugar, se procede a establecer si se trata de suelos con partículas granulares o finas, lo cual se determina en función de la proporción que atraviesa la malla n.º 200, y a continuación se verifica de qué clase de suelo se trata. Asimismo, para calcular el índice de grupo (IG) se tienen en cuenta los ensayos de límite líquido (LL) y límite plástico (LP).

2.5.1.8. Ensayo de Proctor Modificado (NTP 339.141)

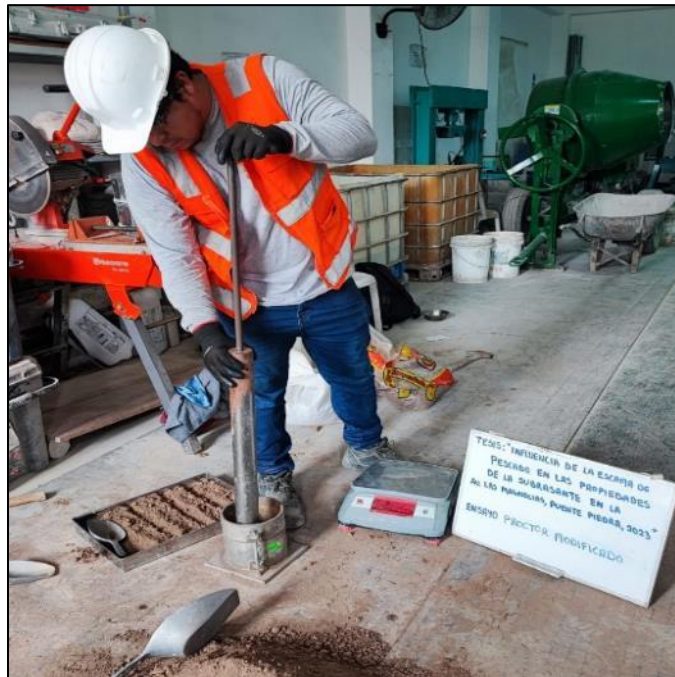
Por lo tanto, se procedió a realizar el ensayo Proctor Modificado mediante el método "A" indicado en la MTC E 115, el mismo consistió en la colocación de una muestra del suelo con proporciones de agua a partir del 6% a criterio, dentro de un molde en forma de cilindro con las medidas indicadas en el método "A", formando 5 capas. Se compactó a 25 golpes cada capa con un martillo que pesaba 10 libras y se dejó caer a una distancia de 18 pulg.

Previamente, la muestra ha de pasar por la malla #4. Tras la compactación, se pesó y se extrajo mediante una gata hidráulica con el fin de extraer una muestra del núcleo y pesarla a fin de conocer el peso unitario seco en relación al contenido de agua del suelo. A partir de esta información, se trazó la curva de compactación para obtener los valores de contenido óptimo de agua y densidad máxima seca. Asimismo, con estos resultados se efectuó el ensayo CBR.

Entre los aparatos a emplear se tiene a la balanza, el pisón o martillo, molde cilíndrico de 4 o 6 pulgadas, horno, tamices, regla metálica, cucharas, pipeta, espátula, fuentes y probetas.

Figura 9.

Ensayo de Proctor Modificado



Nota. En la figura se observa el ensayo de Proctor Modificado

2.5.1.9. Ensayo California Bearing Ratio (NTP 339.143)

Esta prueba, que utiliza una muestra de suelo con determinados requisitos de humedad y densidad, se realiza en un laboratorio con la finalidad de conocer el índice de resistencia -también conocido como coeficiente de soporte- del suelo investigado.

Para la investigación se realizará los cálculos correspondientes a los porcentajes (%) del material a incorporar el cual es la ceniza de la escama de pescado en dosificaciones de 2.5%, 3% y 3.5%. Para comenzar se realizará el mezclado del suelo natural incorporando la ceniza, luego se empezará a incorporar agua hasta conseguir la compactación necesaria, teniendo siempre presente el grado de humedad óptimo de la muestra y las humedades correspondientes.

Compactación: La primera parte del ensayo consta de presentar 3 moldes a ensayo los cuales cada uno tendrá 5 capas, el número de golpes en cada capa serán distintos en los 3 moldes, de modo que cada capa recibirá: 12 golpes en el primer molde, 25 en el segundo y 56 en el tercero.

Expansión o hinchamiento: Luego, realizada la compactación se procede a sumergir los moldes dentro de un contenedor con agua, en el que reposaran por 4 días, para determinar la variación entre las muestras antes y después de la inmersión en agua.

Figura 10

Inmersión de las muestras en agua



Nota. En la figura se observa las muestras sumergidas en agua.

Penetración: Por último, pasado el plazo, se efectúan los ensayos de carga a fin de conocer la resistencia a la penetración de las muestras para ello se procederá a retirar las muestras del recipiente con agua, se debe dejar escurrir el agua alrededor de 15 min; a continuación, a cada molde se le coloca la sobrecarga y se lleva a la prensa hidráulica, donde se utiliza un pistón para realizar una prueba de penetración a un ritmo de 0,05 pulgadas por minuto.

Figura 11

Ensayo de CBR



Nota. En la figura se observa el ensayo de CBR.

Entre los aparatos a emplear se tiene a el molde de metal cilíndrico, la prensa de compresión, la placa de base perforada, el disco espaciador de metal y el pistón de penetración.

Asimismo, cabe mencionar que el laboratorio en el que se llevaran a cabo los ensayos contará con certificación del INACAL, garantizando que dichos ensayos se realicen con lo exigido por la normativa vigente y así se obtenga resultados fiables y verídicos para luego ser analizados en base a los hallazgos más importantes en el estudio llegando a plantear conclusiones y comprobando la hipótesis planteada y posteriormente plantear recomendaciones de la investigación.

2.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos, que implica ordenar meticulosamente los datos recopilados para delimitar las partes y analizarlas y desarrollar vínculos entre estas unidades cruciales y el tema de estudio, es uno de los pasos más cruciales del proceso de investigación (Crespo et al., 2019).

Para ello, junto a la información producida por los ensayos de plasticidad, Proctor y CBR conforme a la NTP 339.129, ASTM D1557 y el ASTM 1883 respectivamente, se utilizará Word y Excel para plasmar el comportamiento y las características de la muestra.

2.7. Aspectos éticos

La ética se ocupa de estudiar los comportamientos moralmente correctos o incorrectos. Más allá de designar las acciones como incorrectas o correctas dentro de una profesión, la ética es crucial para el desarrollo de cada persona y se considera la piedra angular del éxito o, si se pierde, el primer paso hacia el fracaso (Taggart y Zenor, 2022).

Considero que como estudiante de ingeniería civil en la UPN estoy obligado a realizar mi investigación con total honestidad y franqueza, subrayando mi compromiso y lealtad a las políticas de la Universidad.

Igualmente, declaro que el material utilizado en el estudio estará debidamente identificado a través de citas bibliográficas; es por ello que, todos los documentos presentados en la investigación se evaluarán utilizando un software especializado para identificación y prevención del plagio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Trabajo de Laboratorio

Como parte de esta investigación, se excavaron tres calicatas en la avenida Las Magnolias, en Puente Piedra para la extracción del material; posterior a ello, el material fue trasladado al laboratorio de suelos donde se sometieron a diversos ensayos (análisis granulométrico, límites de consistencia, Proctor Modificado y CBR. Tras el ensayo de análisis granulométrico, se optó por utilizar la muestra con contenido mayor en finos para aplicar 2,5%, 3% y 3,5% de ceniza de escama de pescado.

Análisis granulométrico

Este análisis permitió conocer el porcentaje de muestra que pasó a través de las mallas conformes a la norma ASTM D422. Seguidamente, la muestra de cada calicata se dividió en cuartos y se calculó el porcentaje retenido en cada malla.

Tabla 3

Análisis granulométrico de la muestra 1 C-1

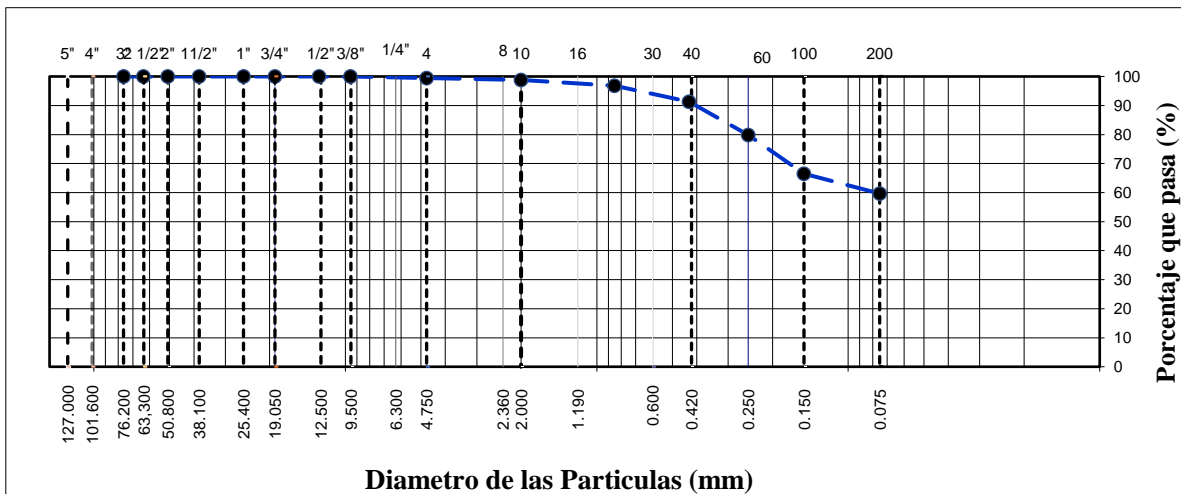
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	98.08

N° 10	2.000	97.46
N° 20	0.850	95.84
N° 40	0.430	90.92
N° 60	0.250	80.67
N° 100	0.150	68.39
N° 200	0.075	61.73

Nota. En la tabla se evidencian los porcentajes registrados tras el tamizado de la muestra 1 de calicata C-1, la cual tuvo una profundidad de 1 metro.

Figura 12

Curva granulométrica de la muestra 1 de la calicata C-1



Nota. En el gráfico se visualiza la curva granulométrica de la muestra 1 de la C1.

Según la tabla 3 y figura 12 el análisis granulométrico mostró que el material obtenido de la muestra 1 de la calicata C-1, el porcentaje de finos que atravesó la malla n.º 200 fue del 61,7%, el de arena alcanzó el 36,3% y el de grava fue 1,9%. De acuerdo con la prueba realizada en la muestra 1 de la calicata C-1 extraída de la avenida Las Magnolias, se trata de un suelo arcilloso limo arenoso (CL-ML) de acuerdo con la clasificación SUCS; además, según la categoría AASHTO la muestra corresponde al grupo A-4 (1).

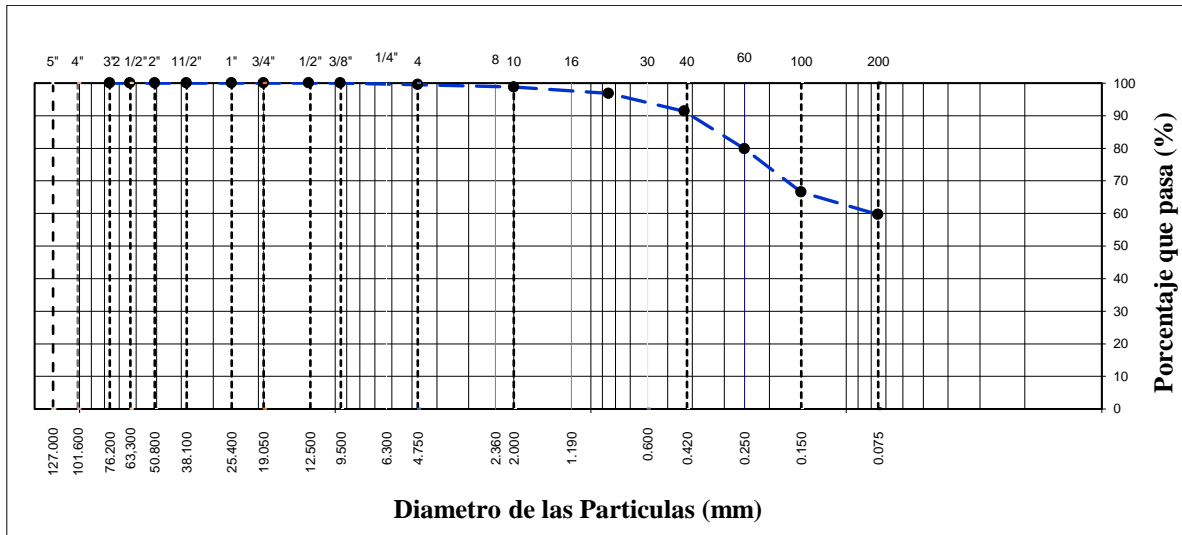
Tabla 4
Análisis granulométrico de la muestra 2 C-1

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	99.51
N° 10	2.000	98.81
N° 20	0.850	96.84
N° 40	0.430	91.36
N° 60	0.250	79.86
N° 100	0.150	66.55
N° 200	0.075	59.66

Nota. En la tabla se evidencian los porcentajes registrados tras tamizado de la muestra 2 de calicata C-1, la cual tuvo una profundidad de 1.50 metros.

Figura 13

Curva granulométrica de la muestra 2 de la calicata C-1



Nota. En el gráfico se visualiza la curva granulométrica de la muestra 2 de la C1.

Según la tabla 4 y figura 13 el análisis granulométrico mostró que el material obtenido de la muestra 2 de la calicata C-1, presenta 59.7% de finos que atravesó la malla n.º 200, el de arena alcanzó el 39.8% y el de grava fue 0.5%. De acuerdo con la prueba realizada en la muestra 2 de la calicata C-1 extraída de la avenida Las Magnolias, se trata de un suelo arcilla arenosa de baja plasticidad (CL) de acuerdo con la clasificación SUCS; además, según la categoría AASHTO la muestra corresponde al grupo A-4 (2).

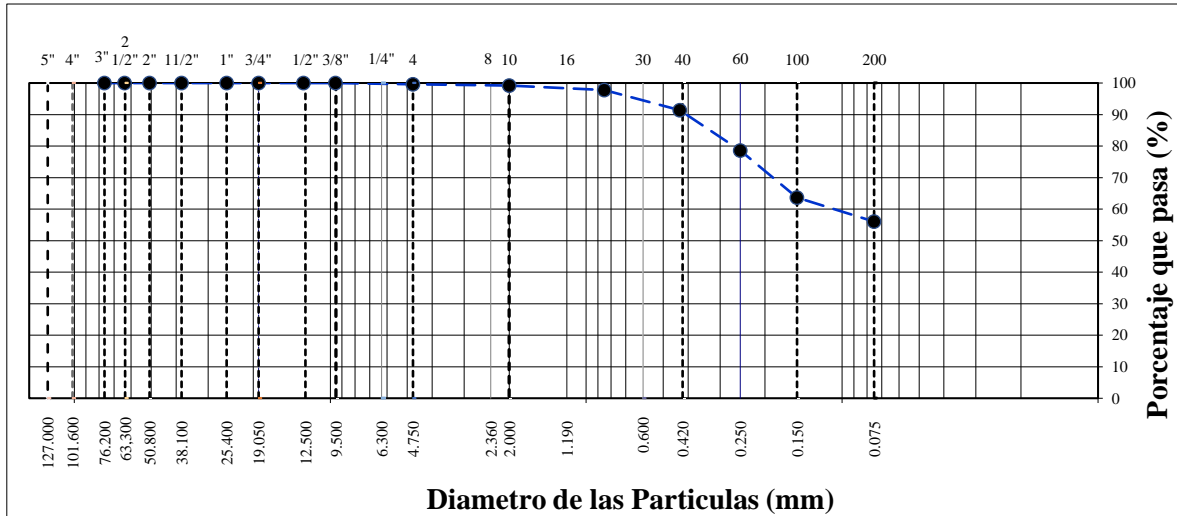
Tabla 5
Tamizado de la calicata C-2

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	99.62
N° 10	2.000	99.21
N° 20	0.850	97.78
N° 40	0.430	91.39
N° 60	0.250	78.59
N° 100	0.150	63.63
N° 200	0.075	56.05

Nota. En la tabla se evidencian los resultados del tamizado de la calicata C-2

Figura 14

Curva granulométrica de la calicata C-2



Nota. En el gráfico se visualiza la curva granulométrica de la muestra de la C2.

Según la tabla 5 y figura 14 el análisis granulométrico mostró que, el porcentaje de finos del material extraído de la calicata C-3 que atravesó la malla n.º 200 fue del 56.0%, el de arena alcanzó el 43.6% y el de grava fue 0.4%. Según los valores registrados en este ensayo efectuado en la muestra de calicata C-2 extraída la avenida Las Magnolias, se trata de un suelo arcilla arenosa de baja plasticidad (CL) de acuerdo con la clasificación SUCS; además, según la categoría AASHTO pertenece al grupo A-4 (1).

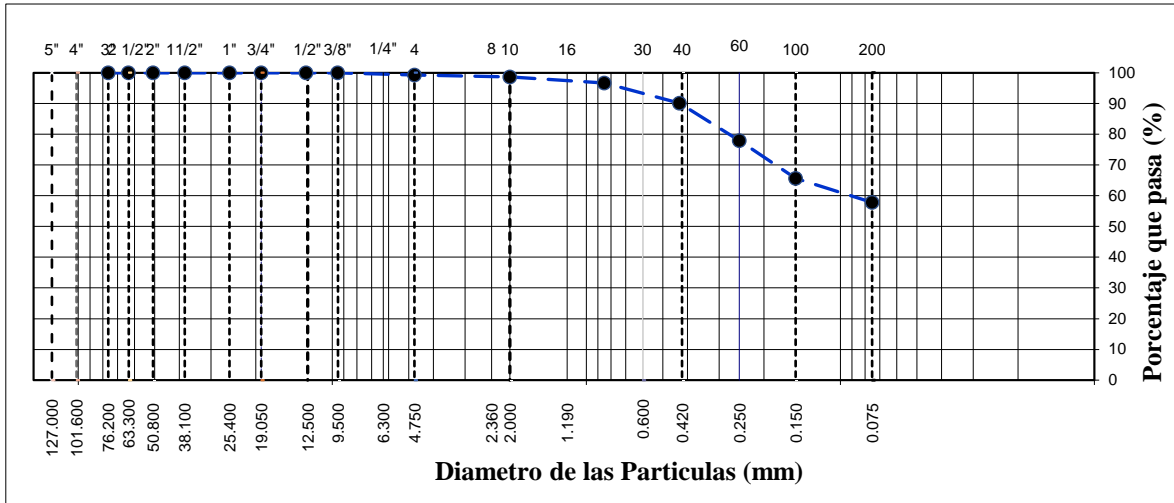
Tabla 6
Tamizado de la calicata C-3

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	76.200	100.00
2 1/2"	63.500	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.050	100.00
1/2"	12.700	100.00
3/8"	9.530	100.00
N° 4	4.750	99.30
N° 10	2.000	98.63
N° 20	0.850	96.68
N° 40	0.430	90.09
N° 60	0.250	77.93
N° 100	0.150	65.62
N° 200	0.075	57.84

Nota. En la tabla se evidencian los resultados del tamizado de la calicata C-3

Figura 15

Curva granulométrica de la calicata C-3



Nota. En el gráfico se visualiza la curva granulométrica de la muestra de la C3.

Según la tabla 6 y figura 15 el análisis granulométrico mostró que, el porcentaje de finos que atravesó la malla n.º 200 del material extraído de la calicata C-3, fue del 57.8%, el de arena alcanzó el 41.5% y el de grava fue 0.7%. Según los valores registrados en este ensayo efectuado en la calicata C-3 de la Av. Las Magnolias, la muestra se trata de un suelo arcilla arenosa de baja plasticidad (CL) de acuerdo con la clasificación SUCS; además, según la categoría AASHTO pertenece al grupo A-4 (1).

Finalmente, tras examinar las muestras de las calicatas C-1, C-2 y C-3 se decidió seleccionar la muestra 2 de la calicata C-1 ya que las propiedades físicas son similares entre las muestras. Seguidamente realizaron los ensayos de límites de consistencia, Proctor modificado y CBR en la calicata seleccionada con la incorporación.

Límites de Atterberg – C-1 muestra natural

La muestra extraída de la Calicata C-1, se sometió a pruebas de límite de consistencia a fin obtener los valores porcentuales del límite plástico (LP) y límite líquido (LL), así como para determinar el índice de plasticidad (IP) con el fin de comprender mejor las propiedades de la muestra. Para garantizar la exactitud de los resultados, primero se analizó la muestra de suelo.

Tabla 7

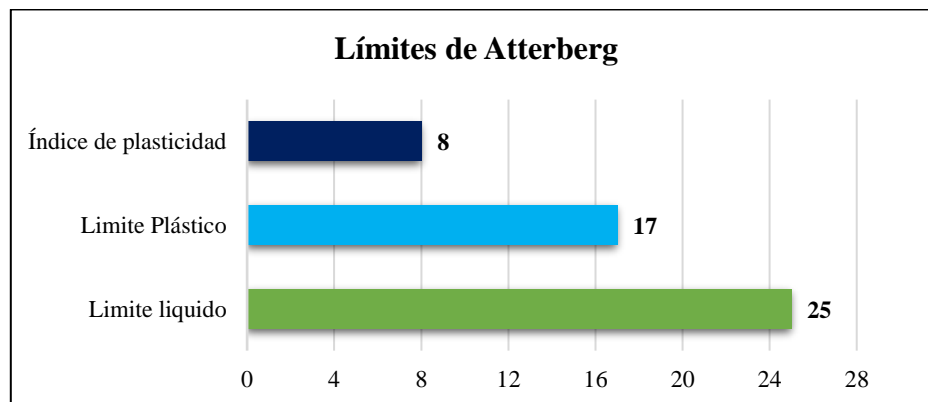
Límites de Atterberg de la calicata C-1- Muestra natural

CALICATA	LÍMITES DE ATTERBERG	
C-1	LL	25%
	LP	17%
	IP	8%

Nota. La tabla presenta los valores correspondientes al límite plástico y líquido, junto con el índice de plasticidad, el cual permite reconocer la plasticidad del suelo.

Figura 16

Límites de Atterberg de la calicata C-1- muestra natural



Nota. El gráfico muestra los límites de Atterberg de la muestra natural de la calicata C1.

Según la tabla 7 y figura 16 la muestra de la calicata C-1 presento un LL igual a 25%; asimismo, su LP fue igual a 17% y finalmente, el IP fue de 8%. Por lo que, pudo inferirse que dicha muestra se clasifica como arcilla arenosa de baja plasticidad, puesto que de acuerdo a lo que especifica la norma MTC se considera de baja plasticidad a un suelo cuyo IP es igual a 8.

Ensayo de Proctor Modificado – C1 - Muestra natural

Con el fin de valorar la curva de compactación del suelo extraído de la calicata C-1 sin ninguna modificación, es decir, en su estado natural, se empleó la técnica A del ensayo Proctor Modificado, mediante la cual se determinó el contenido de humedad proporcionalmente a su densidad seca.

Tabla 8

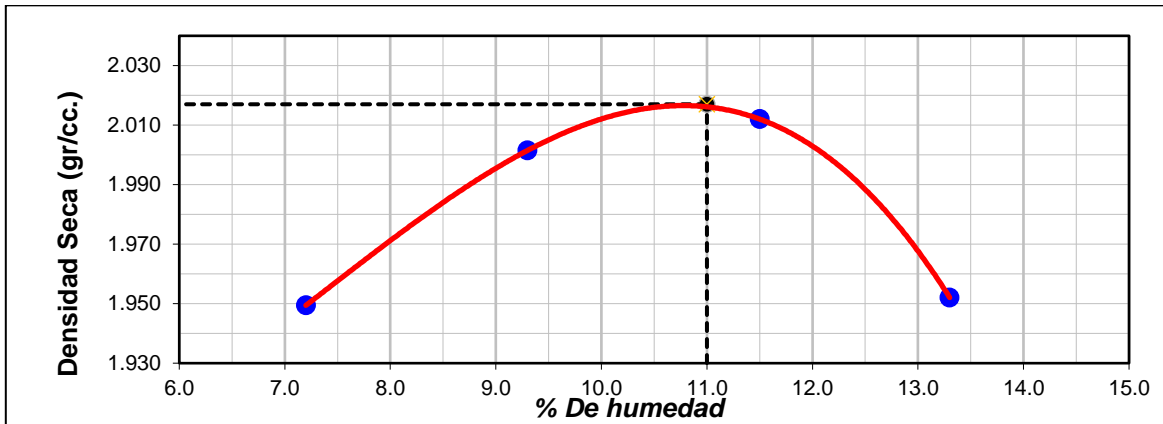
Proctor Modificado de la calicata C-1

PROCTOR MODIFICADO - CALICATA C-1					
Densidad seca	gr/cm ³	1.949	2.001	2.012	1.952
Contenido de humedad	%	7.2	9.3	11.5	13.3
Densidad máxima seca (gr/cm ³)					2.017
Humedad óptima (%)					11.0

Nota. En la tabla se puede visualizar los valores registrados del ensayo Proctor modificado de la C-1.

Figura 17

Proctor modificado de la calicata C-1

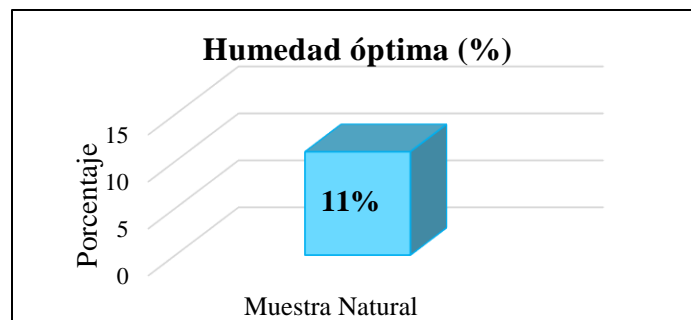


Nota. En el gráfico se visualiza la curva de la densidad seca con la humedad de compactación de la muestra de la calicata C1.

Se visualizan, en la tabla 8 y figura 17 los valores registrados del ensayo Proctor Modificado efectuado a la muestra extraída de la C-1 sin ninguna modificación, en el que se obtuvo 11.0% como óptimo contenido de humedad en proporción del 2.017 gr/cm³ de su densidad máxima seca.

Figura 18

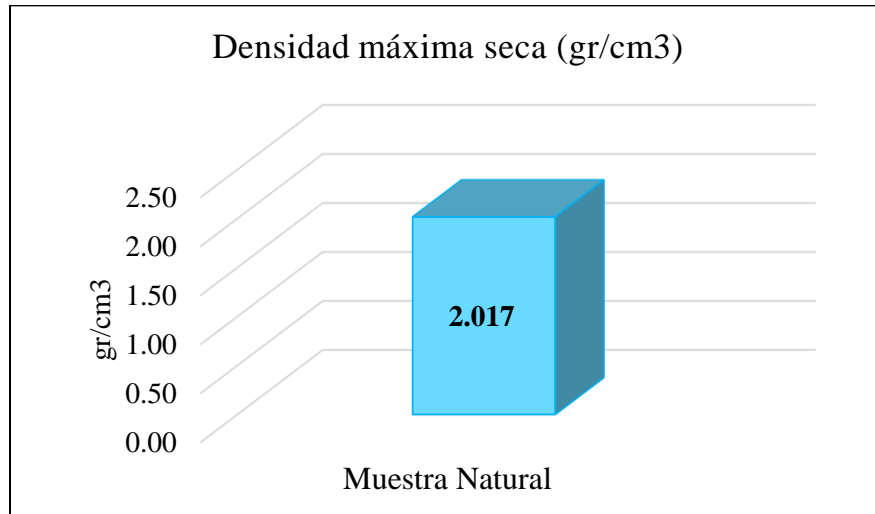
Óptimo contenido de humedad de la Muestra natural



Nota. En la gráfica se observa el contenido de humedad de la calicata C-1 en su estado natural, el cual fue 11%.

Figura 19

Máxima densidad seca de la muestra natural



Nota. En la figura se observa la densidad máxima seca de la muestra extraída de calicata C-1 sin ningún tipo de modificación, el cual fue 2.017%.

CBR - Muestra Natural

Con la finalidad de determinar la capacidad portante inicial de la muestra natural de la calicata C-1, fue realizado el ensayo CBR.

Tabla 9

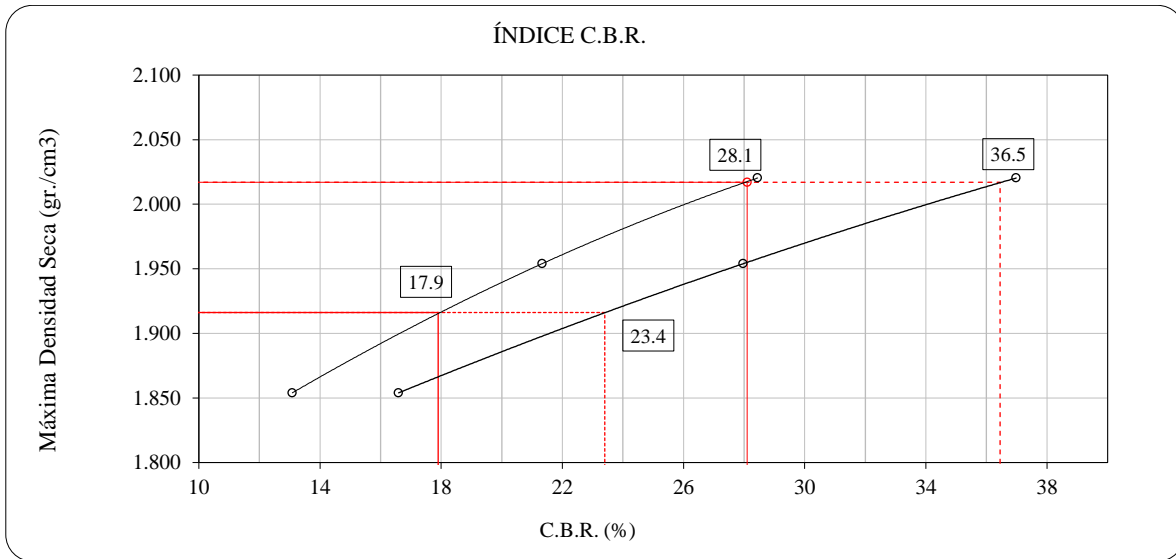
CBR. de la calicata C-1 – Muestra natural

CBR Para el 100% de la M.D.S.	0.1''	28.1%
CBR Para el 95% de la M.D.S.		17.9%
CBR Para el 100% de la M.D.S.	0.2''	36.5%
CBR Para el 95% de la M.D.S.		23.4%

Nota. En la tabla se describen los valores registrados del ensayo CBR de la muestra natural extraída de la calicata C-1.

Figura 20

C.B.R. vs la máxima densidad seca de la calicata C-1 en su estado natural



Nota. En el gráfico se observa la curva de % de CBR al 95% y 100% MDS a 0.2''

En el gráfico 9 y figura 20 es posible visualizar los valores del C.B.R. de la calicata C1, el cual al 100% de la MDS a 0.1'' de penetración dio como resultado 28.1%; asimismo, al 95% de la MDS a 0.1'' de penetración obtuvo un valor de 17.9%; por otro lado, al 0.2'' de penetración el CBR al 100% de la MDS dio como valor 36.5% y finalmente, al 0.2'' de penetración el CBR al 95% de la MDS dio como valor 23.4%.

3.2. Resultados por objetivos

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

A fin de determinar el propósito anterior se efectuaron las pruebas de Límites de consistencia a través del cual se pudo conocer el LP, LL y el IP del suelo de la calicata C-1

adicionando la ceniza de escama de pescado la cual será denominada CEP, esta será añadida en las siguientes dosificaciones: 2,5%, 3% y 3,5%.

Tabla 10

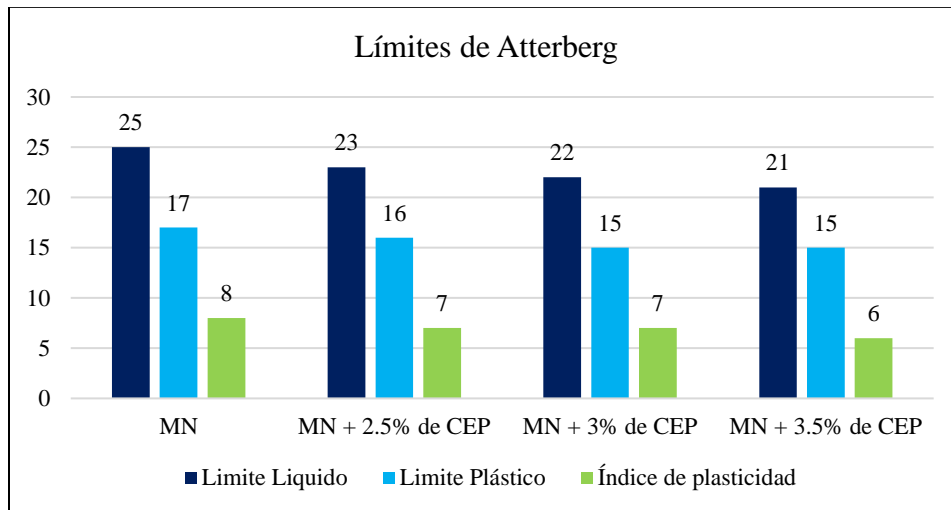
Ensayo de Límites de Atterberg con la aplicación de CEP

CALICATA C1	LL	LP	IP
Muestra natural (MN)	25%	17%	8%
MN + 2.5% de CEP	23%	16%	7%
MN + 3% de CEP	22%	15%	7%
MN + 3.5% de CEP	21%	15%	6%

Nota. En la tabla se visualiza los valores registrados en el ensayo de límites de consistencia para cada muestra, tanto la natural como las que incorporan CEP.

Figura 21

Ensayo de Límites de Atterberg con la aplicación de CEP



Nota. En el gráfico se visualiza los valores registrados en el ensayo de límites de consistencia para cada muestra, tanto la natural como las tres incorporaciones de ceniza de escama de pescado.

En la tabla 10 y figura 21, se evidencia que la muestra natural presenta un IP igual a 8%. En tanto, la muestra que incorpora el 2.5% de CEP presenta un IP igual a 7%; del mismo modo, la muestra con 3% de CEP presenta un IP igual a 7%; finalmente, la muestra con 3.5% de CEP presenta un IP igual a 6%.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Para cumplir con esta finalidad se efectuaron los ensayos de Proctor modificado siguiendo para ello el método "A", lo que posibilitó determinar de forma precisa la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca de las muestras con incorporación de CEP.

Tabla 11

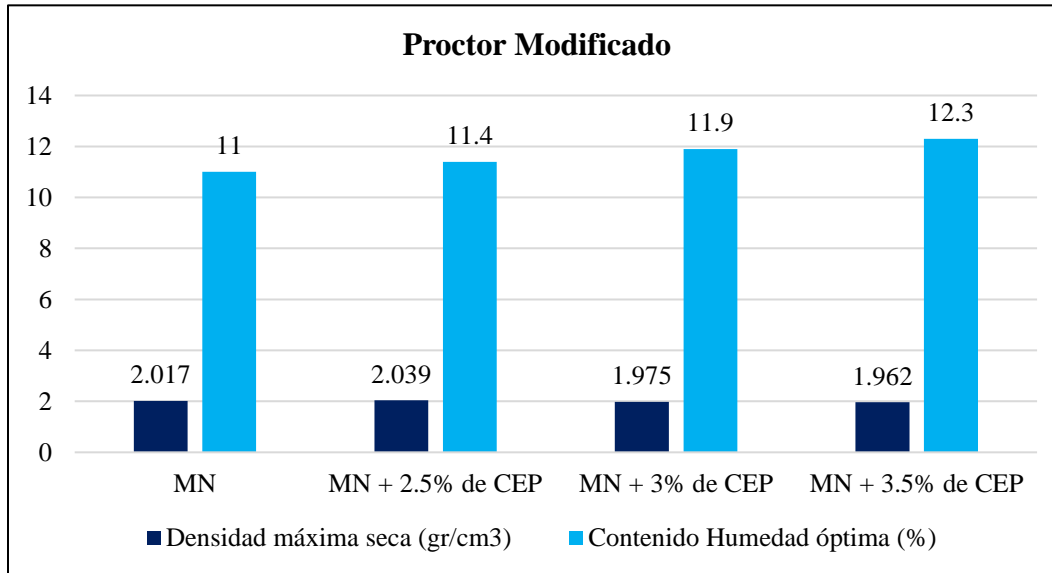
Proctor modificado con la aplicación de CEP

CALICATA C-1	DENSIDAD MÁXIMA SECA (gr/cm ³)	CONTENIDO HUMEDAD ÓPTIMA (%)
Muestra natural (MN)	2.017	11.0
MN + 2.5% de CEP	2.039	11.4
MN + 3% de CEP	1.975	11.9
MN + 3.5% de CEP	1.962	12.3

Nota. En la tabla se visualiza los valores registrados en el ensayo de Proctor modificado de cada muestra.

Figura 22

Proctor modificado con la incorporación de CEP



Nota. En el gráfico se visualizan los valores registrados en el ensayo de Proctor Modificado por la muestra natural, así como también por las 3 incorporaciones de ceniza de escama de pescado.

En el gráfico se ilustran los valores registrados del ensayo Proctor modificado efectuado a la calicata C1 sin ninguna modificación, el que se comprobó que su densidad máxima seca fue de 2.017gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 11%. Del mismo modo, al incorporar 2.5% de ceniza de escama de pescado su densidad máxima seca fue de 2.039 gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 11.4%; asimismo, al adicionar 3% de ceniza de escama pescado su densidad máxima seca fue de 1.975 gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 11.9%; finalmente, al incorporar 3.5% de ceniza de escama de pescado su densidad máxima seca fue de 1.962 gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 12.3%.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.

Con este propósito se efectuó el ensayo de CBR a fin de conocer el valor de resistencia al esfuerzo cortante del suelo, del mismo modo se realizó dicho ensayo en las muestras que incorporan la CEP.

Tabla 12

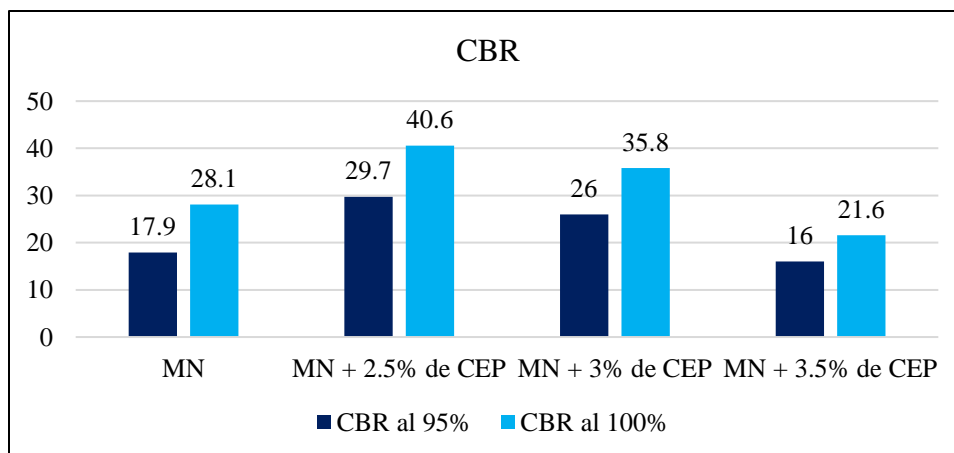
Ensayo de C.B.R. con la incorporación de CEP

	CBR al 95%	CBR al 100%
Muestra natural (MN)	17.9	28.1
MN + 2.5% de CEP	29.7	40.6
MN + 3% de CEP	26.0	35.8
MN + 3.5% de CEP	16.0	21.6

Nota. En la tabla se visualiza los valores registrados en el ensayo CBR para cada muestra.

Figura 23

C.B.R. con la incorporación de CEP



Nota. El gráfico muestra el porcentaje de CBR al 95% y 100% MDS a 2''

La tabla 12 y figura 23 evidencia las pruebas CBR en la que es posible notar la variación entre su estado natural y con la adición la ceniza de escama de pescado, la muestra natural obtuvo 17.9% al 95% de CBR y 28.1% al 100% de CBR, luego de la incorporación de 2.5% de CEP estos valores se incrementan consiguiendo 29.7% al 95% de CBR y 40.6% al 100% de CBR; del mismo modo, al incorporar 3% de CEP se obtuvo 26% al 95% de CBR y 35.8% al 100% de CBR; Finalmente, la incorporación de 3.5% de CEP consigue 16% al 95% de CBR y 21.6% al 100% de CBR. Evidenciando de esta forma su efectividad desde el adicionamiento de 2,5% de CEP, pues se obtuvo una subrasante de calidad bastante óptima teniendo como referencia el valor del CBR sugerido por el MTC.

Por ello, con todos los hallazgos expuestos se logró evidenciar que la ceniza de escama de pescado en sus tres porcentajes se puede emplear como estabilizador de la subrasante, siendo el 2.5% de ceniza el óptimo. Asimismo, puesto que la subrasante posee gran importancia en la ejecución correcta de un pavimento, se debe optimizar sus propiedades para poder tener un alto rendimiento y aprovechar al máximo este material, obteniendo uno con mejores propiedades, pues se ven influenciadas de manera positiva como la plasticidad, compactación y resistencia de la subrasante.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.2 Discusiones

Objetivo Específico 1: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

Otro estudio que coincide es el realizado por Peralta y Velásquez (2020) en su investigación "*Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote – Tangay - Áncash 2020*" los resultados fueron que la concha de abanico influye positivamente en los límites de consistencia para la estabilización del suelo, llegando a concluir que la incorporación de este material influye positivamente en la estabilización del suelo.

Así como también, en la presente investigación se determina la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, en la cual se obtuvo resultados favorables para cada uno de los porcentajes puesto que, inicialmente para la muestra natural se obtuvo un LL de 25% y un LP de 17%, e IP de 8%, puesto que con el 2.5% de ceniza de escama de pescado, se obtuvo un LL de 23% y un LP de 16%, y IP de 7%; seguido del 3% de ceniza de escama de pescado teniendo un LL de 22% y un LP de 15%, e IP de 7%; finalmente, con el 3.5% de ceniza de escama de pescado, se obtuvo un LL de 21% y un LP de 15%, e IP de 6%; evidenciando que la ceniza de escama de pescado influye de forma significativa y favorable en la plasticidad del suelo.

Objetivo Especifico 2: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

Asimismo, Ramírez (2020) en su investigación *“Estabilización de suelos blandos con adición de valvas de conchas de abanico en la subrasante de la Av. Carapongo – Lurigancho – Chosica 2020”* los resultados obtenidos muestran que, la máxima densidad seca de la muestra natural fue 2.132 gr/cm³, con incorporación de conchas de abanico triturado al 20% fue 2.158gr/cm³, al 40% fue 2.168gr/cm³ y al 60% fue 2.187gr/cm³; por otro lado el CBR de la muestra control fue 33.9% con el aditivo al 20% fue 40.3%, al 40% fue 48.9% y al 60% fue 56.8%; concluyendo que, la incorporación de las conchas de abanico triturado inciden de forma significativa en la compactación del CBR de la subrasante.

De la misma manera, en el presente estudio se determina la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, en la cual se obtuvo resultados favorables para cada uno de los porcentajes puesto que para la muestra natural se apreció que su densidad máxima seca fue de 2.017gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 11%. Del mismo modo, al incorporar 2.5% de ceniza de escama de pescado su densidad máxima seca fue de 2.039 gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 11.4%; asimismo, al adicionar 3% de ceniza de escama pescado su densidad máxima seca fue de 1.975 gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 11.9%; finalmente, al incorporar 3.5% de ceniza de escama de pescado su densidad máxima seca fue de 1.962 gr/cm³ y su contenido de humedad fue de 12.3%, evidenciando

que la ceniza de escama de pescado influye de forma significativa y favorable en la compactación en el CBR de la subrasante.

Objetivo Específico 3: Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023.

También, Apac (2020) en su investigación *“Estabilización de suelos blandos con valva de conchas de abanico para la subrasante tramo 0+0.6 km Cañete 2020”* los resultados fueron para la resistencia de la muestra control 1.49 kg/cm², con 15% del aditivo fue 3.04 kg/cm², con 35% del aditivo fue 3.84 kg/cm² y con 55 % del aditivo fue 4.36 kg/cm², concluyendo que la valva de conchas de abanico es un aditivo muy favorable para estabilizar la subrasante, puesto que mejora su resistencia de forma abismal.

Del mismo modo que, en el presente estudio, se determinó la incidencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia del suelo en la Av. Las Magnolias, Puente Piedra, en la cual se obtuvo resultados favorables para cada uno de los porcentajes puesto que, la muestra natural obtuvo 17.9% al 95% de CBR y 28.1% al 100% de CBR, luego de la incorporación de 2.5% de CEP estos valores se incrementan consiguiendo 29.7% al 95% de CBR y 40.6% al 100% de CBR; del mismo modo, al incorporar 3% de CEP se obtuvo 26% al 95% de CBR y 35.8% al 100% de CBR; Finalmente, la incorporación de 3.5% de CEP consigue 16% al 95% de CBR y 21.6% al 100% de CBR. Evidenciando de esta forma su efectividad desde el adicionamiento de 2,5% de CEP, pues se obtuvo una subrasante de calidad bastante óptima teniendo como referencia el valor del CBR

sugerido por el MTC, demostrando que la incorporación de la CEP influye de manera positiva en la resistencia de la subrasante.

4.3 Conclusiones

Respecto al objetivo general, se determinó la influencia al incorporar CEP en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023, teniendo una influencia positiva en cada uno de sus porcentajes, se obtuvo resultado favorable con el 2.5% de incorporación de CEP puesto que, ese sería el porcentaje óptimo de incorporación.

Acerca del primer objetivo específico, se consiguió determinar una influencia positiva al incorporar CEP en la plasticidad del suelo en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023; puesto que se obtuvieron resultados sumamente favorables, teniendo como dosificación óptima el 2.5% de ceniza de escama de pescado, ya que se obtuvo un Límite Plástico de 16%, un Límite Líquido de 23% y un Índice de Plasticidad de 7%; considerado como un porcentaje de incorporación óptimo puesto que, se obtuvo un IP de 7, lo cual lo define como un suelo de baja plasticidad.

En consideración del segundo objetivo específico, se logró determinar una influencia positiva al incorporar CEP en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023; puesto que se obtuvieron resultados sumamente favorables, teniendo por dosificación óptima el 2.5% de CEP, ya que se obtuvo con esta, una densidad máxima seca de 2.039 gr/cm³ y 11.4% como contenido de humedad, evidenciando que la CEP influye de forma significativa y favorable en la compactación en el CBR de la subrasante.

Con relación al tercer objetivo específico, se pudo determinar una influencia positiva con la adición de ceniza de escama de pescado sobre la resistencia de la subrasante de la Av. Las Magnolias, Puente Piedra, 2023; puesto que se obtuvieron resultados sumamente

favorables, teniendo el 2.5% de CEP como la dosificación óptima, ya que se obtuvo resultados favorables consiguiendo 29.7% al 95% de CBR y 40.6% al 100% de CBR. Evidenciando de esta forma su efectividad desde el adicionamiento de 2.5% de CEP, pues se obtuvo una subrasante de calidad bastante óptima teniendo como referencia el valor del CBR sugerido por el MTC.

4.4 Recomendaciones

En cuanto al objetivo general, en la presente investigación se logró determinar una influencia positiva en las propiedades de la subrasante al incorporar ceniza de escama de pescado en sus distintas dosificaciones, siendo la más favorable el 2.5%, es por ello que se recomienda para futuras investigaciones usar porcentajes iguales o menores a este.

En relación al primer objetivo específico, el presente estudio mediante adiciones de ceniza de escama de pescado en dosis de 2.5%, 3% y 3.5%, se consigue reducir la plasticidad del suelo en cada una de las muestras, es así que se recomienda para futuras investigaciones incorporar dosificaciones de ceniza de pescado similares o menores a estos ya que se obtuvo valores de IP menores a la muestra patrón.

Asimismo, según el segundo objetivo específico, se pudo demostrar que, al aumentar las cantidades de ceniza de escama de pescado, se incrementó el contenido de humedad óptimo en comparación con el del suelo natural; por consiguiente, es recomendable que los próximos estudiosos disminuyan el porcentaje de ceniza de escama de pescado hasta alcanzar un valor medio del contenido de humedad óptimo.

Finalmente, para el tercer objetivo específico, en el presente estudio al incorporar ceniza de escama de pescado en dosis de 2.5%, 3% y 3.5%, se consigue aumentar la capacidad portante e todas las muestras elaboradas, a excepción del 3.5% de ceniza de escama de pescado, cuyos resultados mostraron valores inferiores a la C.B.R. del suelo natural, es así que es recomendable para investigaciones sucesivas utilizar ceniza de escama de pescado en porcentajes menores o igual al 2.5%, ya de ese modo se producirá el máximo C.B.R de 40.6%.

REFERENCIAS

- Ahmed, F., Ali, M., Saleem, M., Ali, F. (2022). Preliminary Investigation on Properties of Novel Sustainable Composite: Fish Scales Reinforced Cement Concrete. *Jurnal Kejuruteraan*, 34(2), 309-315. [http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2022-34\(2\)-14](http://dx.doi.org/10.17576/jkukm-2022-34(2)-14)
- Anticona, J. (2020). *Adición de concha de abanico triturado como elemento estabilizador en suelos arenosos en la Avenida Umanmarca, Villa el Salvador 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51315>
- Apac, J. (2020). *Estabilización de suelos blandos con valva de conchas de abanico para la subrasante tramo 0+0.6 km Cañete 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64395>
- Berndt, A. (2020). Sampling Methods. *Journal of Human Lactation*, 36(2). <https://doi.org/10.1177/0890334420906850>
- Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios eco sistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de ciencias agrícolas*, 33(2), 117-124. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Carnero, D., y Martos, J. (2019). *Influencia de las partículas granulares de la valva del molusco bivalvo en el CBR de subrasantes arcillosas del pueblo chepate, distrito de cascás, la libertad* [Tesis de pregrado, Universidad privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4618>

Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (15 de abril de 2021).

Súper conchas de abanico. Súper Foods Perú.

<https://peru.info/espe/superfoods/detalle/super-conchas-de-abanico>

Crespo, L., Molina, T., y Lizcano, C. (2019). Relación entre análisis de datos y producción de conocimientos en los estudios de cuarto nivel. *Revista espacios*, 40(19).

<https://www.revistaespacios.com/a19v40n19/19401901.html>

Damián, R., & Moreno, J. (2015). Efecto de la adición de ceniza de escama de pescado en la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente (Doctoral dissertation, Tesis para optar título de ingeniero civil) Universidad San Pedro, Chimbote, Perú).

De La Cruz, S., Ibañez, C., y Coaquira, D. (2022). Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Revista Infraestructura Vial*, 24(43). <https://doi.org/10.15517/iv.v24i43.48563>

Delgado, P. (2021). Estabilización del suelo no pavimentado adicionando conchas de abanico en la avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97921>

Eboukou, R., y Manguet, D. (2022). California Bearing Ratio Test on the Bearing Capacity of a Foundation in Unsaturated Soil. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 10, 12-25. <https://doi.org/10.4236/gep.2022.106002>

Estrada, D., y Ventura, P. (2019). *Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación*,

- distrito de Guadalupe – La Libertad, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56947>
- Fan, G., Liu, H., Liu, C., Xue, Y., Ju, Z., Ding, S., Zhang, Y., & Li, Y. (2022). Analysis of the Influence of Waste Seashell as Modified Materials on Asphalt Pavement Performance. *Materials*, 15(6788), 2-19. <https://doi.org/10.3390/ma15196788>
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (2018). *Manual de concha de abanico*. FONDEPES. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2500065/Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf>
- García (2015) Determinación De La Resistencia De La Subrasante Incorporando Cal Estructural En El Suelo Limo Arcilloso. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7327/Garc% c3% ada% 20Gon zales% 20Anabel% c3% a9n.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7327/Garc%c3%ada%20Gonzales%20Anabel%c3%a9n.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- Gavilánez, F. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas*. Editorial Diaz de Santos. <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788490523193.pdf>
- Guevara, G., Verdesoto, A., y Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Gongora, C. (2019). Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, provincia de Pataz – 2019 [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56947>

- Gutierrez, Y. (2021). Nociones de la investigación y el potencial de la investigación aplicada como estrategia de innovación. *Encuentro Sennova Del Oriente Antioqueño*, 7(1), 21-44. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/3720>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill educación. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Hernández-Sánchez, J. (2019). Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(22), 53-61. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000900053
- Hurtado, E., y Ricra, R. (2020). *Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Wiracocha, distrito y provincia de Andahuaylas, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59175>
- Kufre, R., Attah, I., & Yohanna, P. (2020). Experimental study on potential of oyster shell ash in structural strength improvement of lateritic soil for road construction. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 13(11),1-11. https://www.researchgate.net/publication/339544399_Experimental_study_on_potential_of_oyster_shell_ash_in_structural_strength_improvement_of_lateritic_soil_for_road_construction

López, G. (2017). Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado.

Universitat Politècnica de Valencia. 1–8.

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/139866/L%C3%B3pez%20-%20Ensayos%20de%20compactaci%C3%B3n%20en%20carreteras%3A%20Proctor%20Normal%20y%20Modificado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MEF. 2015. Pautas Metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima : Servicios Gráficos JMD, 2015.

MTC. (2014). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos R.D. N° 10 - 2014 -MTC/14. Lima.

Mezones, Y. (2021). *Análisis comparativo de un hormigón tradicional con un hormigón utilizando agregados provenientes de concha de mar triturada* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabi]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3491>

Ongino, T. (2019). Performance Of Compressed Lightweight Concrete Manufactured Using A Blend Of Sawdust, Fish Scales And Sand Aggregates. *International Journal of Advanced Research and Publications*, 3(10), <http://www.ijarp.org/published-research-papers/oct2019/Performance-Of-Compressed-Lightweight-Concrete-Manufactured-Using-A-Blend-Of-Sawdust-Fish-Scales-And-Sand-Aggregates.pdf>

Ospina- García, M., Chaves-Pabón, S., y Jiménez-Sicachá, L. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Revista de*

Investigación, Desarrollo e Innovación, 11(1), 185-196.

<http://www.scielo.org.co/pdf/ridi/v11n1/2389-9417-ridi-11-01-185.pdf>

Peralta, P., y Velasquez, H. (2020). *Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote – Tangay - Áncash 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50443>

Ramírez, J. (2020). *Estabilización de suelos blandos con adición de valvas de conchas de abanico en la subrasante de la Av. Carapongo – Lurigancho – Chosica 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69711>

Ramos, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1-8.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>

Ramos, Y., y Trauco, F. (2021). *Estabilización de la subrasante empleando ceniza de concha de abanico para pavimentación en el AA.HH. Dunas del Sur, Nuevo Chimbote – 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88107>

Rawat, P., Zhu, D., Rahman, Z., y Barthelat, F. (2021). Structural and mechanical properties of fish scales for the bio-inspired design of flexible body armors: A review. *Acta Biomaterialia*, 121, 41-67.

<https://www.colorado.edu/lab/barthelat/sites/default/files/attached-files/ab2021.pdf>

- Rivera, J., Aguirre-Guerrero, A., Mejía, R. y Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico*, 84(2), 202-226. <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- Rodríguez, C., Breña, J., y Esenarro, D. (2021). *Las variables, en la metodología de la investigación científica*. 3Ciencias Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L. <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2021/10/Las-Variables.pdf>
- Rojas, R. Guía para realizar investigaciones sociales. [en línea]. 38va ed. México, D. F: Plaza y Váldes Editores, 2013. [fecha de consulta: 18 marzo 2022]. ISBN: 968-856-262-5.
- Sánchez, F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(1), 102-122. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-25162019000100008
- Santivañez, I. (2021). *Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, lima 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27701>
- Sociedad Nacional de Pesquería. (2018). *Harina de pescado: Perú lidera su producción mundial*. Ministerio de la producción. <https://www.snp.org.pe/harina-de-pescado/>
- Songtao, L., Long, H., Chengdong, X., Borges, M., Guo, Y., Liu, C., & Lingyun, Y. (2021). Recycling fish scale powder in improving the performance of asphalt: A sustainable utilization of fish scale waste in asphalt. *Journal of Cleaner Production*, 288. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620357280>

- Supo, J. (2012). Seminarios de la investigación científica. Bioestadístico. <http://red.unal.edu.co/cursos/ciencias/1000012/un3/pdf/seminv-sinopsis.pdf>
- Taggart, G. y Jen, Z. (2022). Evaluation as a moral practice: The case of virtue ethics. *Evaluation and Program Planning*, 94. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149718922000945>
- Taherdoost, H. (2021). Data Collection Methods and Tools for Research; A Step-by-Step Guide to Choose Data Collection Technique for Academic and Business Research Projects. *International Journal of Academic Research in Management*, 10(1), 10-38. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03741847/document>
- Tensar International Corporation (2013). Propiedades y ventajas en el desempeño de las Geomallas Tensar Triax
- Tique, J., Mora, R., Díaz, S., y Magaña, F. (2019). Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. *Revista digital de la universidad Autónoma de Chiapas*, 8(20). <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/183>
- Varma, A., y Kumar, N. (2019). Effect of Fish Scales on Workability of Concrete for Rigid Pavements. *IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development*, 7(6), 463-467. <https://www.ijssrd.com/articles/IJSRDV7I60280.pdf>
- Vinod, B., Shobha, R., Raghavendra, A., Rakesh, M., y Pallavi, S. (2020). Stabilization on Expansive soil using sea shell powder and Rubber Powder Stabilization on Expansive soil using sea shell powder and Rubber powder. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 814, 1-12.

https://www.researchgate.net/publication/342305035_Stabilization_on_Expansive_soil_using_sea_shell_powder_and_Rubber_powder_Stabilization_on_Expansive_soil_using_sea_shell_powder_and_Rubber_powder

Zou, G., Sun, X., Lui, X., y Zhang, J. (2020). Influence factors on using recycled concrete aggregate in foamed asphalt mixtures based on tensile strength and moisture resistance. *Construction and Building Materials*, 265. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820323680>

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Influencia de Ceniza de Escama de Pescado en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN METODOLOGICA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INPENDIENTE: Ceniza de escama de pescado			Método: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativo) Diseño: (Cuasi-Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: La avenida Las Magnolias, Puente Piedra. Muestra: 3 calicatas de la avenida Las Magnolias, Puente Piedra. Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación directa y experimental Instrumentos: Formatos de los ensayos realizados.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V. DEPENDIENTE: Subrasante			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?	Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	La incorporación de ceniza de escama de pescado influye en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	Dosificación de la ceniza de escama de pescado	Muestra patrón.	Formatos de laboratorio.	
				Muestra con 2.5% de ceniza de escama de pescado.		
				Muestra con 3% de ceniza de escama de pescado.		
				Muestra con 3.5% de ceniza de escama de pescado.		
¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?	Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la plasticidad del suelo de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	La incorporación de ceniza de escama de pescado influirá en la plasticidad de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	Plasticidad del suelo	Límite líquido. Límite plástico. Índice de plasticidad.	Formatos de laboratorio para el ensayo de límites de Atterberg. NTP 339.129:1999	
¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra- 2023?	Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	La incorporación de ceniza de escama de pescado influirá en la compactación en el CBR de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	Compactación del suelo	Óptimo Contenido de Humedad. Máxima Densidad Seca.	Formatos de laboratorio. NTP 339.128:1999	
¿Cuánto influye la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra-2023?	Determinar la influencia de la incorporación de ceniza de escama de pescado en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	La incorporación de ceniza de escama de pescado influirá en la resistencia de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023.	Resistencia del suelo	Capacidad portante CBR.	Formatos de laboratorio. ASTM 1883	

Anexo 2. Matriz de operacionalización

Título: Influencia de ceniza de escama de pescado en las propiedades de la subrasante en la avenida Las Magnolias, Puente Piedra, 2023					
DEFINICIÓN OPERACIONAL					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE Ceniza de escama de pescado	Las escamas de pescado son un material inflexible que recubre la piel de los peces. Siempre se eliminan cantidades colosales de residuos de pescado. Hemos decidido utilizar estas escamas de pescado para producir un polímero biodegradable. Las escamas de pescado se suelen utilizar como biopolímero en diferentes empresas debido a sus increíbles propiedades de biocompatibilidad y biodegradabilidad (Varma y Kumar, 2019).	La escama de pescado se incorporará como ceniza a la mezcla proporcionalmente en dosis de 2.5%, 3% y 3.5% con respecto al volumen de la muestra, de modo que se incremente la compactación y la capacidad portante de la subrasante y disminuir la plasticidad. En un primer momento, se realizarán calicatas con el fin de realizar la clasificación del suelo y preparar las pruebas ya mencionadas.	Dosisificación de la ceniza de escama de pescado	Muestra patrón.	Formato de laboratorio
				Muestra con 2.5% de ceniza de escama de pescado.	
				Muestra con 3% de ceniza de escama de pescado.	
				Muestra con 3.5% de ceniza de escama de pescado.	
VARIABLE DEPENDIENTE Subrasante	Según Ospina et al. (2022) consideran que la subrasante es parte esencial y vital para toda vía, indistintamente de su clasificación y uso, juega un rol importante para el correcto funcionamiento y pleno desarrollo de la vida útil del mismo, puesto que, si la subrasante se encuentra en pésimas condiciones, esto se evidenciará en el parte superficial del pavimento, siendo la carpeta de rodadura la que presente y refleje todas las consecuencias tanto negativas como positivas.	Para que se mejore las propiedades de la subrasante se realizará la incorporación de la ceniza de escama de pescado (0%, 2.5%, 3% y 3.5%) y se buscará medir sus variaciones por medio del CBR, Proctor modificado y de plasticidad.	Plasticidad	L.L. L.P. I.P.	Formato de laboratorio NTP 339.129.
			Compactación	Rango de humedad. Máxima densidad seca.	Formato de laboratorio ASTM D1557.
			Resistencia del suelo	Capacidad de soporte CBR.	Formato de laboratorio ASTM 1883.

Anexo 3. Certificado del ensayo para la clasificación de suelos C1, muestra 1



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	20/1/2023

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"
SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA
UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.
Cantera : C-1
Muestra : M-1
Profundidad : 0.10 - 1.00 **Fecha de ensayo:** 14/03/2023

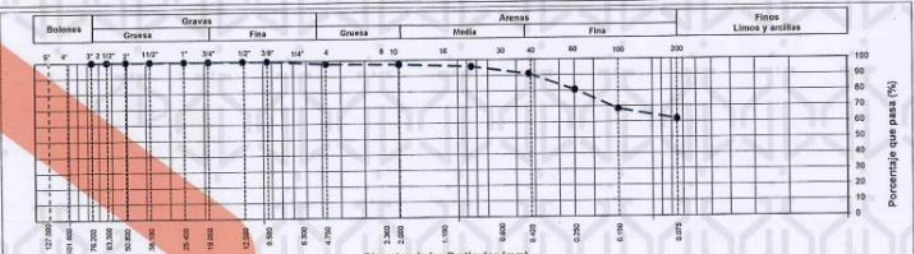
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 6.5 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 24 Limite Plástico (LP) 18 Indice Plástico (IP) 6 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913) Grava (%) 1.9 Arena (%) 36.3 Finos (%) 61.7 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL - ML Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-4 (1) Nombre del Grupo Arcilla limo arenosa
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	100.00		
N° 4	4.750	98.08		
N° 10	2.000	97.46		
N° 20	0.850	95.84		
N° 40	0.430	90.92		
N° 60	0.250	80.67		
N° 100	0.150	68.39		
N° 200	0.075	61.73		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2498 CL - ML Arcilla limo arenosa

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:




- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.

CURVA GRANULOMÉTRICA




OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 4. Certificado del ensayo para la clasificación de suelos C1, muestra 2



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"

SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA

UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.

Cantera : C-1

Muestra : M-2

Profundidad : 1.00 - 1.50 **Fecha de ensayo:** 14/03/2023


TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%)	7.0
2"	50.800	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL)	25
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP)	17
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP)	8
1/2"	12.700	100.00		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913)	
3/8"	9.530	100.00		Grava (%)	0.5
N° 4	4.750	99.51		Arena (%)	39.8
N° 10	2.000	98.81		Finos (%)	59.7
N° 20	0.850	96.84		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
N° 40	0.430	91.36		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
N° 60	0.250	79.86		Clasificación AASHTO (ASTM D3282)	A-4 (2)
N° 100	0.150	66.55		Nombre del Grupo	
N° 200	0.075	59.66		<i>Arcilla arenosa de baja plasticidad</i>	

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

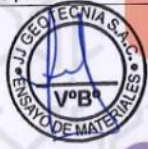
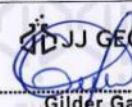
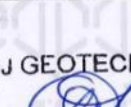
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.

CURVA GRANULOMÉTRICA




OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 VPB Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 5. Certificado del ensayo para la clasificación de suelos C2



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"
SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA
UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.
Cantera : C-2
Muestra : M-1
Profundidad : 1.50 **Fecha de ensayo:** 14/03/2023


TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 7.0 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 24 Límite Plástico (LP) 17 Índice Plástico (IP) 7 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913) Grava (%) 0.4 Arena (%) 43.6 Finos (%) 56.0 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-4 (1) Nombre del Grupo <i>Arcilla arenosa de baja plasticidad</i>
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	100.00		
N° 4	4.750	99.62		
N° 10	2.000	99.21		
N° 20	0.850	97.78		
N° 40	0.430	91.39		
N° 80	0.250	78.59		
N° 100	0.150	63.63		
N° 200	0.075	56.05		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2489 CL Arcilla arenosa de baja plasticidad




INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:

- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110±5°C.


CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 J. J. GEOTECNIA S.A.C. Vº Bº LABORATORIO DE MATERIALES	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 6. Certificado del ensayo para la clasificación de suelos C3



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	4
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"
SOLICITANTE : LOD ROSELIO DE LA CRUZ ESPINOZA
UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.
Cantera : C-3
Muestra : M-1
Profundidad : 1.50 **Fecha de ensayo:** 14/03/2023


TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	100.00	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) : 7.1 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) : 23 Limite Plástico (LP) : 16 Índice Plástico (IP) : 7 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D6913) Grava (%) : 0.7 Arena (%) : 41.5 Finos (%) : 57.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) : CL Clasificación AASHTO (ASTM D3282) : A-4 (1) Nombre del Grupo : Arcilla arenosa de baja plasticidad
2 1/2"	63.500	100.00		
2"	50.800	100.00		
1 1/2"	38.100	100.00		
1"	25.400	100.00		
3/4"	19.050	100.00		
1/2"	12.700	100.00		
3/8"	9.530	100.00		
N° 4	4.750	99.30		
N° 10	2.000	98.63		
N° 20	0.850	96.88		
N° 40	0.430	90.09		
N° 60	0.250	77.93		
N° 100	0.150	65.82		
N° 200	0.075	57.84		

DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA: ASTM 2488 CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:




- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo inorgánico.
- El método de ensayo empleado para el Limite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5°C.

CURVA GRANULOMÉTRICA




OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	---	---

Anexo 7. Certificado del ensayo de límites de consistencia C1, muestra 2



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

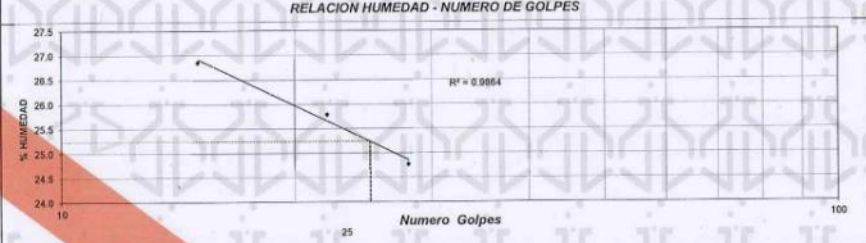
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<p>REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023" UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA Calicata : C-1 Muestra : M-2 Profundidad : 1.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 14/03/2023</p>	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		1	2	3	1	2	3
Nro. de Recipiente		42.35	41.86	42.03	20.32	21.10	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	39.60	39.24	39.62	19.34	20.43	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	29.36	29.08	29.89	13.57	16.43	
Peso de Recipiente (C)	g	2.75	2.82	2.41	0.98	0.67	
Peso del Agua (A-B)	g	10.24	10.16	9.73	5.77	4.00	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	26.86	25.79	24.77	16.98	16.75	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	15	22	28			
Nº De Golpes							




RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	25	17	8

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES




OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 8. Certificado del ensayo de límites de consistencia C1 con incorporación de 2.5% de CEP.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

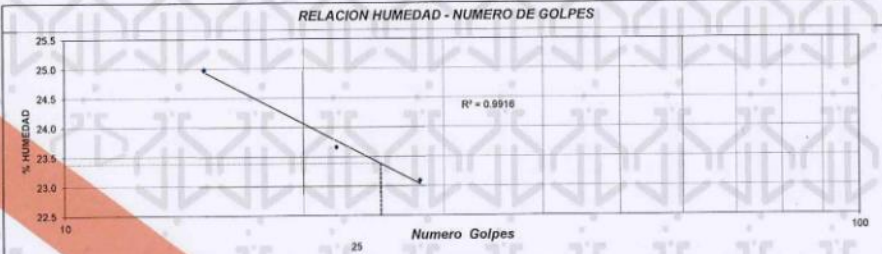
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<p>REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : LOD ROSELIO DE LA CRUZ ESPINOZA PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023" UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA. Calicata : C-1 Muestra : M-2 (+2.5% ceniza de escama de pescado) Profundidad : 1.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 14/03/2023</p>	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	41.76	41.93	42.16	21.54	21.42	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	39.09	39.54	39.26	20.91	20.46	
Peso de Recipiente (C)	g	26.40	29.44	26.70	16.97	14.41	
Peso del Agua (A-B)	g	2.67	2.39	2.90	0.63	0.96	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.69	10.10	12.56	3.94	6.05	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	24.98	23.66	23.09	15.99	15.87	
N° De Golpes		15	22	28			




RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	23	16	7

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 9. Certificado del ensayo de límites de consistencia C1 con incorporación de 3% de CEP.

JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<p>REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023" UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.</p>	
<p>Calicata : C-1 Muestra : M-2 (+3% ceniza de escama de pescado) Profundidad : 1.00 - 1.50 m Fecha de ensayo: 14/03/2023</p>	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.56	39.71	38.85	20.98	21.36	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.61	37.76	36.72	20.15	20.56	
Peso de Recipiente (C)	g	30.33	29.10	26.90	14.81	15.28	
Peso del Agua (A-B)	g	1.95	1.95	2.13	0.83	0.80	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	8.28	8.66	9.82	5.34	5.28	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	23.55	22.52	21.69	15.54	15.15	
N° De Golpes		15	22	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	22	15	7


RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 10. Certificado del ensayo de límites de consistencia C1 con incorporación de 3.5% de CEP.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

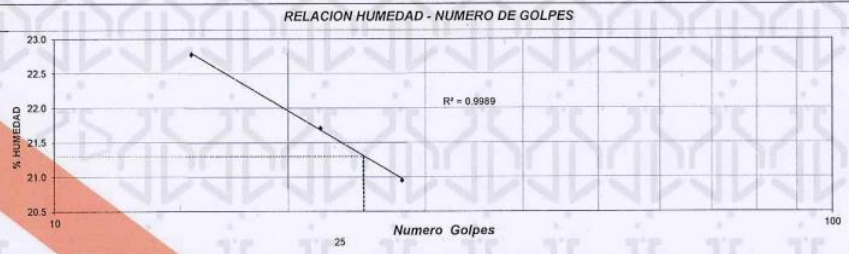
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111	
<p>REFERENCIA : Resultados de Laboratorio SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023" UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA. Calicata : C-1 Muestra : M-2 (+3.5% ceniza de escama de pescado) Profundidad : 1.00 - 1.50 m</p>	
Fecha de ensayo: 14/03/2023	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	40.98	39.45	38.19	23.49	20.63	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	38.60	37.76	36.72	22.61	19.73	
Peso de Recipiente (C)	g	28.16	29.98	29.71	16.78	13.66	
Peso del Agua (A-B)	g	2.38	1.69	1.47	0.88	0.90	
Peso del Suelo Saco (B-C)	g	10.44	7.78	7.01	5.83	6.07	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100$	%	22.78	21.71	20.95	15.09	14.83	
N° De Golpes		15	22	28			




RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	21	15	6

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES




OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIF N° 299741	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 11. Certificado del ensayo de Compactación Proctor Modificado C1 Muestra patrón.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115


REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo:	15/03/2023
SOLICITANTE	: LOD ROGELJO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

	Volumen Molde	2116	cm ³		
	Peso Molde	6513	gr.		

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,935	11,142	11,260	11,193	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,422	4,629	4,747	4,680	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3	2,090	2,188	2,243	2,212	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	598.3	681.2	527.6	561.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	558.1	623.2	473.2	495.5	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	40.2	58.0	54.4	65.9	
Peso del suelo seco	gr.	558	623	473	495	
Contenido de agua	%	7.2	9.3	11.5	13.3	
Densidad Seca	gr/cm3	1.949	2.001	2.012	1.952	




Densidad Máxima Seca:	2.017	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	11.0	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA




OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 12. Certificado del ensayo de Compactación Proctor Modificado C1 Muestra con 2.5% de CEP.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

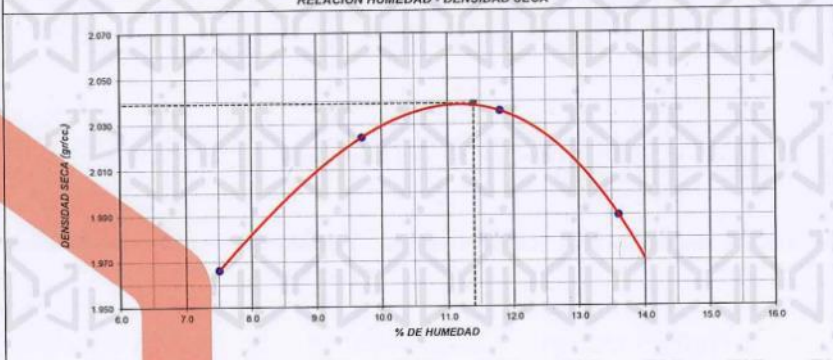
REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"
UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.
CALICATA : C-1 **Fecha de ensayo:** 15/03/2023
MUESTRA : M-2 + 2.5% de ceniza de escama de pescado
PROFUNDIDAD : 1.50 m

	Volumen Molde	2116	cm ³	
	Peso Molde	6513	gr.	




NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,986	11,212	11,329	11,296	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,473	4,699	4,816	4,783	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	2.114	2.221	2.276	2.280	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	512.1	587.0	497.2	587.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	476.4	535.1	444.7	516.7	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	35.7	51.9	52.5	70.3	
Peso del suelo seco	gr.	476	535	445	517	
Contenido de agua	%	7.5	9.7	11.8	13.6	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.966	2.024	2.036	1.990	

Densidad Máxima Seca: 2.039 gr/cm³. **Contenido Humedad Optima:** 11.4 %


RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e Identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIF N° 299741 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIF N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

**Anexo 13. Certificado del ensayo de Compactación Proctor Modificado C1
Muestra con 3% de CEP.**



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

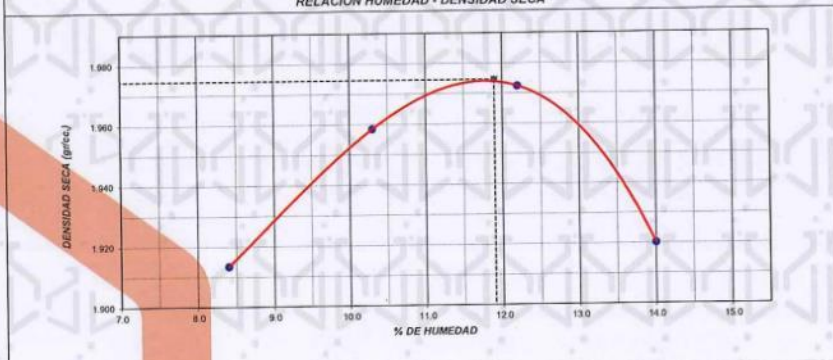
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023" UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA. CALICATA : C-1 Fecha de ensayo: 15/03/2023 MUESTRA : M-2 + 3% de ceniza de escama de pescado PROFUNDIDAD : 1.50 m

	Volumen Molde	2116	cm ³	
	Peso Molde	6513	gr.	


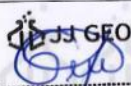
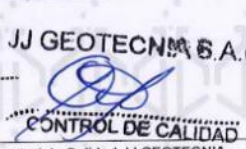
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr. 10,902	11,084	11,196	11,145	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr. 4,389	4,571	4,683	4,632	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm3 2,074	2,160	2,213	2,189	
Recipiente Numero	A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr. 436.1	516.9	611.4	498.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr. 402.3	468.6	544.9	437.1	
Peso de la Tara	gr.				
Peso del agua	gr. 33.8	48.3	66.5	61.2	
Peso del suelo seco	gr. 402	469	545	437	
Contenido de agua	% 8.4	10.3	12.2	14.0	
Densidad Seca	gr/cm3 1.913	1.958	1.972	1.920	

Densidad Máxima Seca:	1.975 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Óptima:	11.9 %
------------------------------	----------------------------	----------------------------------	--------


RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. LABORATORIO DE MATERIALES VºBº Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

**Anexo 14. Certificado del ensayo de Compactación Proctor Modificado C1
Muestra con 3.5% de CEP.**



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

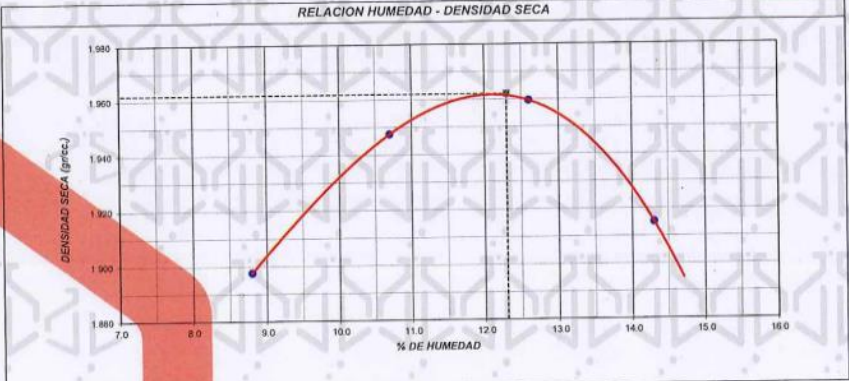
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo:	15/03/2023
MUESTRA	: M-2 + 3.5% de ceniza de escama de pescado		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

	Volumen Molde	2116	cm ³
	Peso Molde	6513	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,882	11,075	11,182	11,145	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,369	4,562	4,669	4,632	
Peso Volumetrico Humedo	gr/cm ³	2,065	2,156	2,207	2,189	
Recipiente Numero		A	B	C	D	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	513.4	647.2	642.6	543.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	471.9	584.6	570.7	475.2	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	41.5	62.6	71.9	67.9	
Peso del suelo seco	gr.	472	585	571	475	
Contenido de agua	%	8.8	10.7	12.6	14.3	
Densidad Seca	gr/cm ³	1.898	1.948	1.960	1.915	




Densidad Máxima Seca:	1.962 gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	12.3 %
-----------------------	----------------------------	---------------------------	--------

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 15. Certificado del ensayo de CBR C1 Muestra patrón.

JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, lt 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	19/03/2023
MUESTRA	: M-2		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	4	10	2			
Número de capas	5	5	5			
Número de golpes	56	25	12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,627		12,975		12,154	
Peso molde (gr.)	7,873		8,336		7,804	
Peso suelo compactado (gr.)	4,754		4,639		4,350	
Volumen del molde (cm³)	2,118		2,135		2,110	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,245		2,173		2,062	
Humedad (%)	11.1		11.2		11.2	
Densidad Seca (gr./cm³)	2,020		1,954		1,854	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara+suelo húmedo (gr.)	532.8	561.2	593.4
Tara+suelo seco (gr.)	479.6	504.7	533.6
Peso de agua (gr.)	53.2	56.5	59.8
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	479.6	504.7	533.6
Humedad (%)	11.1	11.2	11.2

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 4				Molde N° 10				Molde N° 2			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		36	1.8			27	1.4			16	0.8		
0.050		91	4.6			68	3.5			41	2.1		
0.075		170	8.6			127	6.5			76	3.9		
0.100	70.307	263	13.4	20.0	28.4	197	10.0	15.0	21.3	118	6.0	9.2	13.1
0.150		470	23.8			352	17.9			211	10.7		
0.200	105.460	668	33.9	39.0	37.0	501	25.5	29.5	28.0	301	15.3	17.5	16.6
0.300		1027	52.2			771	39.1			462	23.5		
0.400		1306	66.3			979	49.7			588	29.8		
0.500		1568	79.6			1176	59.7			705	35.8		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA SAC Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 JJ GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de Laboratorio SOLICITANTE : LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA PROYECTO : "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023" UBICACIÓN : AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.			
CALICATA : C-1		Fecha de ensayo : 19/03/2023	
MUESTRA : M-2			
PROFUNDIDAD : 1,50 m			

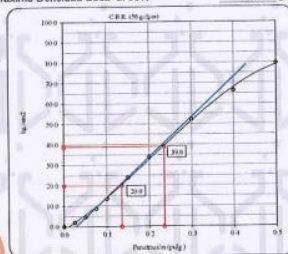
Datos de muestra

Máxima Densidad Seca
Máxima Densidad Seca al 95%

2.017 gr/cm³
1.916 gr/cm³

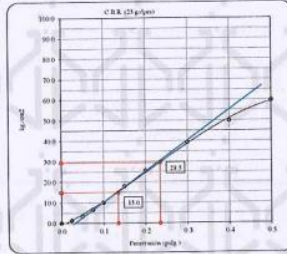
Óptimo Contenido de Humedad

11.0 %



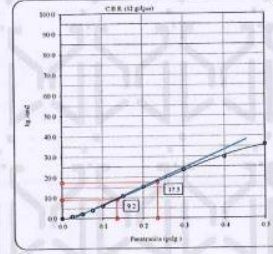
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES:

28.4 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES:

21.3 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES:

13.1 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1': 28.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1': 17.9 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2': 36.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2': 23.4 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA SAC Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 16. Certificado del ensayo de CBR C1 Muestra con 2.5% de CEP.

JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: LOD ROJEJO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	19/03/2023
MUESTRA	: M-2 + 2.5% de ceniza de escama de pescado		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	14		11		18								
Número de capas	5		5		5								
Número de golpes	56		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso suelo + molde (gr.)	11,995		13,156		11,834								
Peso molde (gr.)	7,429		8,507		7,787								
Peso suelo compactado (gr.)	4,566		4,649		4,067								
Volumen del molde (cm³)	2,005		2,135		2,005								
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,277		2,178		2,028								
Humedad (%)	11.4		11.5		11.5								
Densidad Seca (gr./cm³)	2,044		1,953		1,819								
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	631.8		599.2		605.3								
Tara+suelo seco (gr.)	567.1		528.4		542.9								
Peso de agua (gr.)	64.7		60.8		62.4								
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	567.1		528.4		542.9								
Humedad (%)	11.4		11.5		11.5								
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión		Expansión								
			Dial	mm %	Dial	mm %							
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 14				Molde N° 11				Molde N° 18			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección				
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		69	3.5			51	2.6			31	1.6		
0.050		262	13.3			196	10.0			118	6.0		
0.075		426	21.6			319	16.2			192	9.7		
0.100	70.307	580	29.4	29.0	41.2	435	22.1	22.0	31.3	261	13.2	13.0	18.5
0.150		874	44.4			656	33.3			393	20.0		
0.200	105.460	1096	55.8	55.5	52.6	822	41.7	41.5	39.4	493	25.0	25.0	23.7
0.300		1506	76.5			1129	57.4			678	34.4		
0.400		1844	93.7			1383	70.3			830	42.2		
0.500		2178	110.6			1633	83.0			980	49.8		

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JJ GEOTECNIA S.A.C. VºBº Jefe de Laboratorio	 JJ GEOTECNIA S.A.C. Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

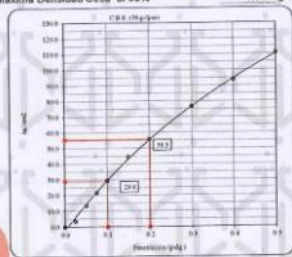


Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

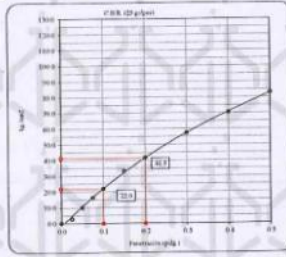
www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	19/03/2023
MUESTRA	: M-2 + 2.5% de ceniza de escama de pescado		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

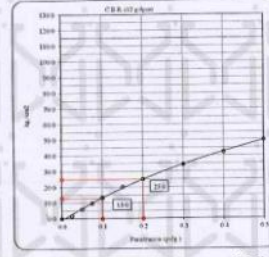
Datos de muestra
Máxima Densidad Seca : 2.039 gr/cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.937 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad : 11.4 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 41.2 %

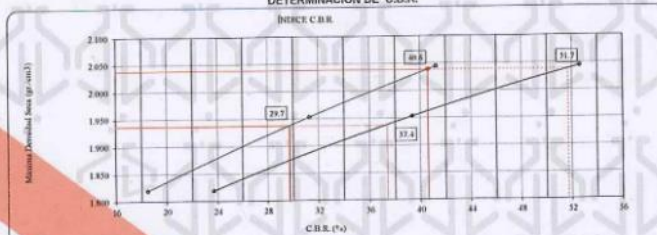


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 31.3 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 18.5 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.




C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 40.6 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 29.7 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 51.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 37.4 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 VºBº Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 17. Certificado del ensayo de CBR C1 Muestra con 3% de CEP.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo	: 19/03/2023
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-2 + 3% de ceniza de escama de pescado		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	5		12		1	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.447		13.021		12.091	
Peso molde (gr.)	7.777		8.510		7.888	
Peso suelo compactado (gr.)	4.670		4.511		4.203	
Volumen del molde (cm³)	2.112		2.140		2.133	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.211		2.108		1.970	
Humedad (%)	12.1		12.2		12.1	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.973		1.879		1.758	




CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	546.2		563.4		598.7	
Tara+suelo seco (gr.)	487.2		502.1		534.1	
Peso de agua (gr.)	59.0		61.3		64.6	
Peso de tara (gr.)					534.1	
Peso de suelo seco (gr.)	487.2		502.1		534.1	
Humedad (%)	12.1		12.2		12.1	

EXPANSIÓN										
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
			mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 5				Molde N° 12				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		64	3.2			48	2.4			29	1.5		
0.050		147	7.5			110	5.6			66	3.4		
0.075		258	13.1			193	9.8			116	5.9		
0.100	70.307	378	19.2	25.0	35.6	283	14.4	18.5	26.3	170	8.6	11.0	15.6
0.150		632	32.1			474	24.1			285	14.5		
0.200	105.460	890	45.2	53.5	50.7	667	33.9	40.0	37.9	400	20.3	24.0	22.8
0.300		1513	76.8			1135	57.6			681	34.6		
0.400		2003	101.7			1502	76.3			901	45.8		
0.500		2383	121.0			1787	90.8			1072	54.5		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	---	--



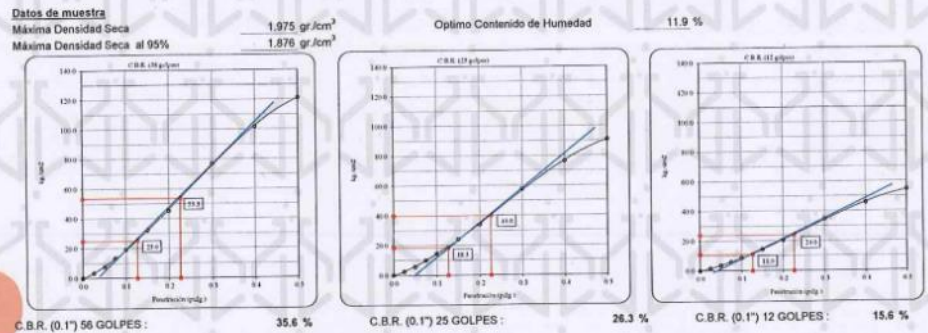
Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132


REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo : 19/03/2023
MUESTRA	: M-2 + 3% de ceniza de escama de pescado
PROFUNDIDAD	: 1.50 m



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 JJ GEOTECNIA S.A.C CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

Anexo 18. Certificado del ensayo de CBR C1 Muestra con 3.5% de CEP.



JJ GEOTECNIA SAC
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	2/01/2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACIÓN	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo :	19/03/2023
MUESTRA	: M-2 + 3.5% de ceniza de escama de pescado		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		




CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	17		15		13	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,177		12,631		12,127	
Peso molde (gr.)	7,748		8,129		7,893	
Peso suelo compactado (gr.)	4,429		4,502		4,284	
Volumen del molde (cm ³)	2,905		2,141		2,123	
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,209		2,103		2,008	
Humedad (%)	12.4		12.5		12.6	
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,965		1,899		1,784	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	742.3		679.5		658.2	
Tara+suelo seco (gr.)	660.4		604.0		584.5	
Peso de agua (gr.)	81.9		75.5		73.7	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	660.4		604.0		584.5	
Humedad (%)	12.4		12.5		12.6	

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	Molde N° 17				Molde N° 15				Molde N° 13			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		69	3.5			52	2.6			31	1.6		
0.050		134	6.8			101	5.1			61	3.1		
0.075		220	11.2			165	8.4			99	5.0		
0.100	70.307	303	15.4	15.3	21.8	228	11.6	11.5	16.4	137	6.9	6.7	9.5
0.150		448	22.7			336	17.1			202	10.2		
0.200	105.460	568	28.8	28.1	26.6	426	21.6	21.2	20.1	256	13.0	12.7	12.0
0.300		768	39.0			576	29.2			346	17.5		
0.400		924	46.9			693	35.2			416	21.1		
0.500		1100	55.8			825	41.9			495	25.1		

OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
--	--	--

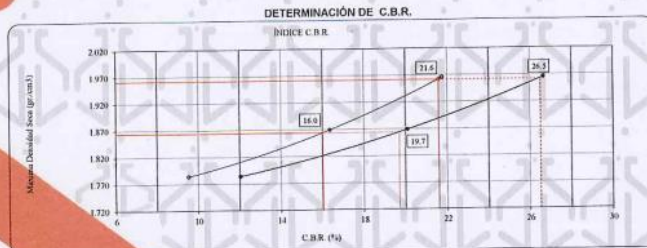
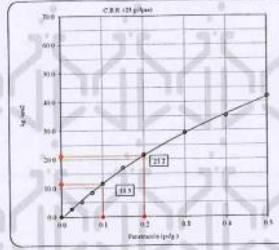
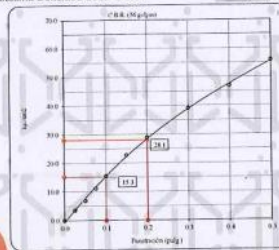


Tel: (01) 480-8019
Cel: 980703014 / 933846839
Calle 21, Los Rosales de Pro mz B, It 57, Los Olivos
Email: informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	3/01/2022
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: LOD ROGELIO DE LA CRUZ ESPINOZA		
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LA ESCAMA DE PESCADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, 2023"		
UBICACION	: AVENIDA LAS MAGNOLIAS, PUENTE PIEDRA, LIMA.		
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo : 19/03/2023		
MUESTRA	: M-2 + 3.5% de ceniza de escama de pescado		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra
Máxima Densidad Seca 1.962 gr/cm³
Máxima Densidad Geca al 95% 1.864 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad 12.3 %



OBSERVACIONES:
* Muestra provista e identificada por el solicitante.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Gilder García Guzmán INGENIERO CIVIL CIP N° 299741 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA
---	---	---