



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización
de una subrasante, Moyobamba, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Diaz Tuesta, Jennifer Del Pilar

(Orcid. Org/0000-0001-9872-3335)

Linares Herrera, José Alexander

(Orcid.org/0000-0002-1525-4439)

ASESOR:

Mg. Guevara Bustamante, Walter (Orcid:0000-0002-2150-2785)

(orcid.org/0000-0002-7673-5148)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño de Infraestructura Vial

MOYOBAMBA – PERÚ

2021

Dedicatoria

El trabajo de investigacion se lo dedico a mi familia quienes han estado durante todo el proceso de mi carrera, alentandome a poder continuar y poder desarrollarme profesionalmente, los sacrificios que hicieron para yo continuar en esta estapa universitaria y poder lograr una meta de muchas trazadas.

Diaz Tuesta Jennifer del Pilar

El trabajo de investigacion se lo dedico a mis queridos padres, quienes siempre supieron amarme,guiarme y apoyarme incondicionalmente, a mis hermanos quienes son mi motor de inspiracion y la razon de mi dia a dia, a mis abuelos, a quienes admiro y quiero infinitamente.A mi siempre,cariño; quien me ha acompañado hasta ahora y mucho mas, a mis mejores amigos, amistad inagotable.

Linares Herrera José Alexander

Agradecimiento

Agradezco a mi papá por el gran apoyo incondicional que me ha dado siendo un gran pilar en mi vida personal .Asi mismo al asesor Ing. Gustavo Cornejo Saavedra por la orientacion en el proceso de investigacion .

Diaz Tuesta Jennifer del Pilar

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y estímulo a lo largo de mi carrera, a mi fiel acompañante de cuatro patas, A nuestro asesor: Ing. Gustavo Cornejo Saavedra por su orientación y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación.

Linares Herrera José Alexander

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de tablas.....	iv
Índice de figuras	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRAC.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	19
3.1.Tipo y diseño de investigación	19
3.2.Variables y operacionalización.....	20
3.3.Población, muestra y muestreo.....	22
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	22
3.5.Procedimientos.	24
3.6.Métodos de análisis de datos.....	31
3.7.Aspectos éticos.....	31
IV. RESULTADOS.....	32
4.1.Analisis de Resultados del Suelo Natural	32
4.2.Analisis de la Incorporacion de aridos gruesos reciclados para la estabilizacion de una subrasante 10%, 15% y 20%.....	42
4.3.Analisis del costo unitarios para la fabricacion de un m ² de subrasan te mejorada con la incorporacion de aridos gruesos reciclados 0%,10% ,15% y	51
V. DISCUSION.....	55
VI. CONCLUSIONES	63
VII. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas.

Tabla 1. Clasificación de categoría de CBR.....	18
Tabla 2. Esquema de experimento y variables.....	19
Tabla 3. Técnicas Instrumentos y Fuentes	23
Tabla 4. Tamices y Aberturas según el MTC E 107	27
Tabla 5.1 Tamaño de Partículas según el tipo de Material.....	27
Tabla 6. Especificaciones técnicas del ensayo de compactación Proctor según método ASTM.....	29
Tabla 7: Contenido de Húmedad	32
Tabla 8: Análisis Granulométrico por tamizado	33
Tabla 9: Resultados de Límites de Consistencia.....	36
Tabla 10: Clasificación de Suelos.....	37
Tabla 11: Resultados de Proctor Modificado SN.....	37
Tabla 12: Resultados de CBR SN.....	39
Tabla 13: Resultados del ensayo Proctor Modificado del SN más el % de incorporación del Árido grueso Reciclado C-1.....	42
Tabla 14: Resultados del ensayo Proctor Modificado del SN más el % de incorporación del Árido grueso Reciclado C-2.....	44
Tabla 15: Resultados del ensayo CBR del SN más el % de dosificación del Árido grueso Reciclado C-1.....	46
Tabla 16: Resultados del ensayo CBR del SN más el % de dosificación del Árido grueso Reciclado C-2.....	49
Tabla 17: Cuadro de Resultados.....	54

Índice de figuras

Figura 1. Numero de Calicatas para exploracion de suelo.....	13
Figura 2. Numero de Ensayos Mr y CBR.....	14
Figura 3. Correlacion de tipo de suelo.....	16
Figura 4. Clasificacion de Suelos AASHTO.....	17
Figura 5. Extraccion de Muestra C-1.....	24
Figura 6. Extraccion de Muestra C-2.....	24
Figura 7. Lugar de Recoleccion del Material de demolición.....	25
Figura 8. Trituracion del material Reciclado.....	25
Figura 9. Ensayo de Contenido de Humedad C-1 y C-2.....	26
Figura 10. Ensayo de Granulometria.....	28
Figura 11. Ensayo Proctor Modificado.....	29
Figura 11. Ensayo de CBR.....	30
Figura 12. Diagrama de Barras de Contenido de Humedad.....	32
Figura 13. Curva Granulometrica.....	34
Figura 15. Distribucion de Muestras.....	35
Figura 16. Ensayo de Limites de Consistencia.....	36
Figura 17. Ensayo de densidad máxima seca y Optimo contenido de Humedad % C-1 y C-2.....	38
Figura 18. Ensayo de CBR al 100% C-1.....	40
Figura 19 Ensayo de CBR al 100% C-2.....	40
Figura 20. Ensayo de Mxima Densidad Seca C-1.....	43
Figura 21. Optimo Contenido de Humedad C-1.....	43
Figura 22. Ensayo de Mxima Densidad Seca C-2.....	45
Figura 23. Optimo Contenido de Humedad C-2.....	45
Figura 24. Ensayo de CBR al 100% C-1.....	47
Figura 25. Ensayo de CBR al 95% C-1.....	47
Figura 26. Ensayo de CBR al 100% C-2.....	50
Figura 27. Ensayo de CBR al 95% C-2.....	50

Figura 28. Análisis de costos unitarios por m2 de Material de Cantera 0% de incorporación.....	51
Figura 29. Análisis de costos unitarios por m2 de Suelo Natural +10% de incorporación.....	51
Figura 30. Análisis de costos unitarios por m2 de Suelo Natural +15% de incorporación.....	52

RESUMEN

La tesis titulada “Incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización de una subrasante, Moyobamba, 2021” tiene como objetivo la estabilización de una subrasante mediante la incorporación de áridos gruesos reciclados, la investigación de tipo aplicada con un nivel descriptivo-explicativo y con un diseño experimental puro contempló la extracción de muestras de 02 calicatas a una profundidad de 1.50m, ubicadas de forma no probabilística por conveniencia en la circunvalación Edmundo del Águila, realizando los ensayos de laboratorio pertinentes tales como granulometría por tamizado (ASTM D-6913 – N.T.P 339.128), contenido de humedad (ASTM D-4959 – N.T.P 339.127), límites de atterberg (ASTM D-4318 – N.T.P 339.129), Proctor modificado (ASTM D-1557 – MTC E-115) y CBR (ASTM D-1883), con el fin de obtener las propiedades físicas y mecánicas del suelo al ser adicionados áridos reciclados en los porcentajes de 10%, 15% y 20% respecto al peso de la muestra, obteniendo una notable mejora en la capacidad de soporte que inicialmente brindó la subrasante de la muestra patrón en la C-1, obteniendo un 4.85% al 95% de la DMS y 8.17% al 100% de la DMS en el ensayo CBR, por otra parte, los resultados la muestra patrón de la C-2 fueron de 6.70% al 95% de la DMS y 7.94% al 100% de la DMS.

El porcentaje de adición óptimo se obtuvo en la adición del 15%, con valores de CBR en la C-1 de 15.75% al 95% de la DMS y 17.07% al 100% de la DMS, por otra parte, los resultados la muestran con adición al 15% de la C-2 fueron de 17.80% al 95% de la DMS y 20.09% al 100% de la DMS. Finalmente se concluye que es posible estabilizar una subrasante mediante la adición de áridos gruesos reciclado, y se recomienda para futuras investigaciones, la adición de un ligante que permita obtener, mejores resultados en combinación con los áridos gruesos reciclados.

Palabras Claves: Subrasante, Estabilización, RCD, propiedades físicas y mecánicas

ABSTRACT

The thesis by the name of "Incorporation of recycled coarse aggregates for the stabilization of a subgrade, Moyobamba, 2021" has the objective to stabilize a subgrade through the incorporation of recycled coarse aggregates.

The applied research, with a descriptive-explanatory level, and with a pure experimental design, contemplated the extraction of samples from 02 pits with the depth of 1.50m, located in a non-probabilistic way for convenience in Edmundo del Águila bypass, performing the pertinent laboratory tests such as: Sieving granulometry (ASTM D-6913 - NTP 339.128), Moisture Content (ASTM D-4959 - NTP 339.127), Atterberg Limits (ASTM D-4318 - NTP 339.129), Modified Proctor (ASTM D-1557 - MTC E-115) and CBR (ASTM D-1883). In order to obtain the physical and mechanical properties of the soil by adding two recycled aggregates in the percentages of 10%, 15% and 20% with respect to the weight of the sample, obtaining a remarkable improvement of the support capacity, initially provided by the subgrade of the standard sample in C-1, obtaining 4.85% at 95% of the DMS and 8.17% at 100% of the DMS in the CBR test. On the other hand, the results of the standard sample of C-2 were 6.70% at 95% of DMS and 7.94% at 100% of DMS. The optimal addition percentage was obtained with the addition of 15%, with CBR values in C-1 of 15.75% to 95% of the DMS and 17.07% to 100% of the DMS.

Furthermore, the results displayed in the addition of 15% of the C-2 they were 17.80% to 95% of the DMS and 20.09% to 100% of the DMS.

Finally, it is concluded that: It is possible to stabilize a subgrade by adding recycled coarse aggregates, and, for future researches, is recommended the addition of a binder that allows obtaining better results in combination with recycled coarse aggregates.

Keywords: Subgrade, Stabilization, RCD, physical and mechanical properties

I. INTRODUCCIÓN.

La existencia de vías que permitan el tránsito liviano o pesado siempre han sido una necesidad recurrente a lo largo del desarrollo de cualquier civilización; siendo la metodología más antigua la empleada en Asia, en el imperio de Hitita, en donde se usaban grandes losas de piedras asentadas en mezclas de arcilla, yeso y piedras. Por otro lado, varios siglos después, en Babilonia se desarrolló el uso de la terracota, las cuales eran dispuestas en hiladas, sumando a ello el asfalto natural como material ligante. No obstante, de entre todas las civilizaciones que se desarrollaron en la edad antigua destacó el Imperio Romano, quienes emplearon métodos constructivos que sirvieron de base para la metodologías que al día de hoy se usan; por ejemplo, en sus vías de mayor categoría el proceso empezaba con la excavación del terreno natural (*Movimiento de tierras*), hasta encontrar una capa de suelo resistente, y desde allí se alzaban distintas capas tales como la mezcla de gravas y arcilla, por encima de ella una capa de hormigón de cal o piedra chancada con granos finos y por ultimo colocaban las losas; es así como su proceso constructivo recuerda mucho al actual (*uso de una subrasante, base y subbase*), recalcando la necesidad de la excavación para poder obtener un cimiento/subrasante de calidad óptima, que permita redistribuir todos los esfuerzos que el pavimento transmite hacia el suelo de fundación, y que estos, a su vez, recepcionan del tráfico.

Estas metodologías empleadas en la antigüedad para la estabilización de un suelo son empíricas, y por lo tanto, se transmiten en forma de conocimiento a lo largo del desarrollo de las civilizaciones, sin embargo, a día de hoy se cuenta con todas las bases teóricas que son producto de las investigaciones científicas desarrolladas a lo largo del tiempo, y que tienen su fundamento en la experimentación; y es de esta forma que para el desarrollo de la tesis: "*Incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización de una subrasante, Moyobamba, 2021*" se aplicaron las bases teóricas aprendidas y obtenidas mediante la recolección de datos referentes a la estabilización de suelos en general; proponiendo el uso de los denominados "*agregados gruesos reciclados*", que son el producto directo de la trituración de residuos de concreto, estos; a su vez, generados mediante el proceso de demolición de cualquier construcción en donde se emplee este material. A día de hoy, el desarrollo socio-económico de las ciudades demanda nuevas vías de comunicación terrestre, *la mejora* y ampliación de las existentes; cumpliendo eficientemente estos puntos se facilitan los intercambios comerciales, se incrementa la competitividad y el nivel de satisfacción de la

población beneficiada, se mejora el ornato y el turismo, entre otros varios beneficios, en síntesis, los beneficios obtenidos justifican la “*inversión*”. Al igual que otras obras de ingeniería civil, la ejecución de obras viales comprende partidas de grandes movimientos de tierras, es decir, excavaciones del suelo natural, con el propósito de encontrar un suelo que garantice el correcto comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Sumado a ello está la importancia de la búsqueda de nuevas metodologías que engloben la reutilización de materiales con características técnicas que cumpla los requisitos que exige la normativa aplicada, con el menor impacto ambiental y que cumpla los estándares de calidad.

Becerra Cely (2019, p. 12), para optar el *título* de especialista en pavimentos, sustentó en la Universidad Católica de Colombia, la tesis: “*Estudio del comportamiento en las arcillas típicas de Bogotá estabilizadas con residuos de construcción y demolición (RCD)*”, expuso el rendimiento deficiente por parte de las estructuras viales existentes, sufriendo ellos una gran variedad de fallas por la baja estabilidad que está presentó frente a la carga de tráfico que las capas del pavimento transmiten a la subrasante, siendo esta conformada por suelos arcillosos altamente expansivos (*CBR deficiente*). Ante esta necesidad el investigador propuso la adición de residuos de construcción y demolición (RCD) de vías y estructuras como método experimental para obtener una subrasante con mejores propiedades físico mecánicas, buscando solucionar las fallencias que presentan las propiedades naturales del suelo, y así, reducir los espesores de las capas estructurales del pavimento (rígido o flexible).

Mamani (2019), para optar el *título* profesional de ingeniero civil, sustentó en la Universidad Andina, la tesis: “Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos con adición de residuos de la construcción y demoliciones para la construcción de la base de pavimentos de la ciudad de Juliaca”, afirmó que el desarrollo de proyectos nuevos que reemplacen a los existentes produjo un gran volumen de residuos de construcción y demolición (RCD), sumado a ello, los especialistas no suelen encontrarse con suelos que presenten buenas características físico-mecánicas, por lo que el investigador propuso el uso de este material reciclado para desarrollar la base de asfalto de las obras viales en la ciudad de Juliaca, destacando la reutilización de un material, que, en otras circunstancias, se hubieran depositado en vertederos clandestinos, fuera de cualquier administración, contaminando el ambiente y afectando el ornato de la ciudad.

Según INDECI (2004), en su informe denominado “*Mapa de peligros de la ciudad de Moyobamba*”, obtuvieron una gama de resultados derivados de la realización de 36 calicatas de dimensiones 1.00 m. x 2.00 m, a un mínimo de profundidad de 2.50 m, las cuales fueron realizadas y distribuidas estratégicamente a lo largo de todo el territorio comprendido en el estudio (Moyobamba), dando como resultado la división del territorio usando la clasificación de los suelos encontrados mediante el uso del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), siendo las arcillas inorgánicas de baja plasticidad (CL), las arenas limosas (SM) y las arenas arcillosas (SC) los suelos predominantes; basados en la población definida (Circunvalación Edmundo Del Águila) el tipo de suelo a estabilizar se trataría de una arena limosa o arena arcillosa según el plano 07 del informe de INDECI (Anexo N°12), en adición a ello, según el plano 08 del informe de INDECI (Anexo N°13) denota todas las zonas que abarca la población de esta investigación que están dentro de la zonificación de “Peligro Alto”; con un nivel freático superior a las 4.00 metros y con una capacidad portante con valores entre 0.50 a 1.00 Kg/cm².

En resumen, en la ciudad de Moyobamba no existe una zona segura de forma predominante, ya que los estudios de mecánica de suelos (EMS) realizados por INDECI, detalla un nivel medio, alto y muy alto de peligro, estas son las zonas de comercio y residencia, formando un anillo que puede ser capaz de entorpecer el crecimiento socio-económico, producto de ello se puede apreciar que dentro de la zonificación de “Peligro Alto” existen fallas estructurales en pavimentos que tienen estrecha relación con la calidad de la subrasante. Por lo mencionado anteriormente se plantea la siguiente formulación del *problema general*: ¿Es posible estabilizar una subrasante empleando áridos gruesos reciclados en la ciudad de Moyobamba 2021?, para poder dar respuesta a dicha incógnita se planteó *problemas específicos* que permitan desarrollar la propuesta, de ello desglosamos: *PE1*: ¿Cómo influyen las propiedades físico-mecánicas de los áridos reciclados en el comportamiento de la subrasante?; *PE2*: ¿Cuáles serán los resultados del ensayo de CBR que se obtendrá con las diferentes muestras?; *PE3*: ¿Cuál es el porcentaje óptimo de incorporación de áridos grueso reciclados para la obtención de una subrasante mejorada en Moyobamba,2021?; *PE4*: ¿A qué grupo/

subgrupo pertenece la subrasante natural según la metodología AASHTO?; *PE5*: ¿Cuál será el costo unitario para la elaboración de una subrasante mejorada con áridos reciclados?. El proyecto de investigación estableció como *justificación teórica*: La investigación se centró en encontrar alternativas y soluciones ante la problemática de fallas estructurales en pavimentos por métodos deficientes en la estabilización de suelos. Esta investigación, se realizó con el propósito de aportar resultados obtenidos de manera aplicativa, en la estabilización de la subrasante (conformado de SM/SC) empleando áridos gruesos reciclados (RCD), proponiendo de esta forma, el uso de nuevas fuentes de obtención de materiales de naturaleza reciclada, con lo cual se estaría abriendo nuevas metodologías que permitan alcanzar los parámetros requeridos en la construcción de una red vial tipo pavimento; prolongando su vida útil y mitigando el impacto ambiental; en la *justificación práctica*: Esta investigación permitió saber la importancia y el porcentaje de incorporación óptima de áridos gruesos reciclados en la estabilización de suelos tipo SM/SC para la obtención de una subrasante mejorada, resolviendo el problema de las fallas estructurales en pavimentos relacionados al uso de una subrasante que no cumpla con los estándares de calidad, producto de las propiedades físico-mecánicas deficientes del suelo de fundación ; de igual manera, la *justificación por conveniencia*: La investigación realizada es conveniente, a partir del punto de vista técnico, prolongando la vida útil de la estructura vial en general, brindando nuevas fuentes de obtención de materiales, añadiendo a ella una serviciabilidad de calidad. Siendo así la *justificación social*: Esta investigación eleva el nivel de serviciabilidad de un pavimento a largo plazo, evitando el malestar generado por el desgaste gradual de la capa de rodadura (accidentes, mayores de tiempo de conducción, afección a los vehículos, etc.), en adición a ello, se contribuye a la disminución de los RCD, que no están contemplados por el gobierno local como un problema, puesto que no existe ningún programa, y de existirlo no se realiza, que permita administrar este material residual, no existiendo algún punto de disposición final , por lo que existen “RCD” distribuidos en toda la ciudad, incluidos puntos de fauna y flora (Barrancos) ; en resumen, la población tendría una mejora calidad de vida y se mitigaría el daño al ambiente derivado de estos residuos; por último, la *justificación metodológica*: Para la identificación actual del estado de los pavimentos que están dentro de la misma zonificación que la población se recurrió a fichas de elaboración propia y para determinar la estabilización de suelos arcillosos mediante la adición de áridos

reciclados para la obtención de una subrasante mejorada se realizó los ensayos requeridos para cumplir con la normativa en una construcción de un pavimento, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos "LM CECONSE" - Moyobamba. Como *objetivo general* se planteó lo siguiente: incorporación áridos gruesos y finos reciclados para la estabilización de una subrasante en la ciudad de Moyobamba 2021. Como *Objetivos específicos* tenemos: *OE1*: Determinar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla de los áridos gruesos reciclados en la subrasante, Moyobamba 2021, *OE2*: Conocer los resultados del ensayo CBR en las diferentes porcentajes de 0%,10%, 15%, y 20% de adición de áridos gruesos reciclados, *OE3*: Identificar el porcentaje óptimo de la incorporación de áridos gruesos reciclados para la estabilización de la subrasante, *OE4*: Definir el grupo/subgrupo de la subrasante natural utilizando la metodología AASHTO, *OE5*: Calcular el costo unitario para la fabricación de un m² de subrasante mejorada con la incorporación de áridos reciclados 0%,10% 15% y 20%, Moyobamba 2021. Obteniendo las siguientes *hipótesis general*: La incorporación de áridos gruesos reciclados estabilizara adecuadamente la subrasante en la ciudad de Moyobamba 2021. Así mismo se designó la siguiente *hipótesis específicas*.

H1: La adición de áridos reciclados afecta de forma significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante. *H2*: Los resultados de los ensayos de CBR son óptimos respecto a la normativa aplicada, Moyobamba 2021. *H3*: El porcentaje de la incorporación de áridos gruesos reciclados para la obtención de una subrasante mejorada satisface los estándares de calidad que especifica la normativa. *H4*: Se podrá identificar el grupo/subgrupo al que pertenece la subrasante natural según la metodología AASHTO. *H5*: El costo unitario para la elaboración de un m² de subrasante mejorada con áridos reciclados es accesible, Moyobamba 2021.

II. MARCO TEÓRICO

El uso del concreto reciclado como estabilizante para suelos es una solución factible que tiene estudios previos abundantes a nivel internacional, siendo la gran mayoría de estos, favorables, alcanzando el objetivo planteado por los investigadores, que se resume en mejorar las propiedades físico mecánicas del material sin estabilizar.

A nivel Internacional

Oviedo (2021, p. 98), para optar el *título* de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad de la Salle, Bogotá, la *tesis*: “*Evaluación del comportamiento mecánico de una subrasante mejorada con rajón de concreto reciclado, mediante una modelación a escala física y numérica, caso de estudio vías samarkanda, funza cundimarca*” Planteó como *objetivo* del proyecto la simulación del comportamiento mecánico de una subrasante mejorada con rajón reciclado mediante una modelación de escala con el fin de encontrar la viabilidad de su aplicación; evaluó a través de 4 modelos físicos, 3 con mejoramiento y 1 sin mejoramiento del 60%,70% y 80%. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador finalmente realizó las siguientes *conclusiones*: Resulta viable el comportamiento mecánico de la subrasante mejorada al 70% de incorporación de RCD, generando un CBR de 8% aproximadamente, valor que está por encima del CBR mínimos establecido de 3% de acuerdo a los parámetros que el investigador aplicó.

Por otro lado, según Quinteros (2017, p. 49), para optar el *título* de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad de la Salle, Bogotá, la *tesis*: “*Suelo-cemento con sustitución en franja granulométrica con concreto reciclado*”. Planteó como *objetivo* el análisis del comportamiento mecánico del suelo-cemento añadiendo el concreto reciclado como material sustitutorio, el investigador usó diferentes porcentajes de concreto reciclado más el agregado natural para modificar los suelos, cumpliendo con los requisitos mínimos para ser utilizados en una mezcla de suelo-Cemento. Fabricaron varios especímenes de concreto reciclado sustituyendo la franja granulométrica que pasa por el tamiz #10 retiene tamiz #60 porcentajes del 25% 50%, 75% y 100%. A través de ello buscó encontrar un menor consumo de cemento en proceso de estabilización del suelo, y mayor resistencia a la compresión. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador obtuvo las siguientes *conclusiones*: El concreto reciclado se puede utilizar en cualquier mezcla de

suelo cemento, sustituyendo en cualquier porcentaje en la franja granulométrica, dependiendo de las necesidades que la obra requiera, inclusive al 100% de sustitución en la franja, ya que todas las mezclas están por encima de la resistencia mínima adoptada por la norma que el investigador aplica (2.1Mpa).

J.R. Jiménez y otros (2017, p. 12), realizaron y sustentaron el *artículo científico* en la Universidad de Córdoba, España, denominado: “*Estudio comparativo de los áridos reciclados de hormigón y mixtos como material para subbases de carreteras*”. Plantearon como objetivo estudiar la viabilidad del uso de los denominados áridos reciclados mixtos y de hormigón como material de subbase en un pavimento. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador obtuvo las siguientes *conclusiones*: Los áridos reciclados de hormigón ensayados cumplen los límites establecidos según la normativa contenida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras (PG-3) para capas granulares estructurales (subbase) en las categorías de tráfico T3 y T4.

Los áridos reciclados mixtos no cumplen algunas especificaciones de la norma mencionada anteriormente.

Por otro lado, para Glayson (2018, p. 69), realizaron y sustentaron el *artículo científico* en la Universidad de Córdoba, España, denominado: “*Aplicaciones de los áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición en la construcción de infraestructuras viarias*”. Plantearon como objetivo estudiar la viabilidad de la aplicación del árido reciclado producido de forma general en España en la construcción de carreteras. El investigador analizó 27 zahorras con áridos reciclados y 04 naturales, dando un total de 31 especímenes. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador obtuvo las siguientes *conclusiones*: Resulta factible el uso de áridos reciclados mixtos en la construcción la subbase de carreteras que son tratadas con cemento, no obstante, el investigador recomendando más estudios de tipo experimental para ratificar los resultados que se obtuvieron en la investigación.

Cuestas y otros (2017, p. 69), como requisito para optar el *título* de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad César Vallejo, Perú, el proyecto de investigación: “*Evaluación del suelo ubicado en la carrera 68 con calle 80 con escombros de concreto simple triturado*”. Planteó como *objetivo* la evaluación del impacto de la adición de escombros triturados a un suelo arcilloso. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo

experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador extrajo el material necesario para los ensayos de laboratorio de un único punto a una profundidad de 0.50m, los ensayos fueron realizados mediante la aplicación de la norma Invias 2013; proponiendo la adición del 5%, 10%, 15%, 20% de escombros triturados. El tipo de suelo encontrado solo fue clasificado mediante el método ASSHTO, siendo este de tipo A-7-5 , detallando las siguientes *conclusiones*: Todas las adiciones empleadas aumentan el valor del CBR obtenido de la muestra patrón (1.50%) , alcanzando el mayor valor cuando la adición es del 20% (19.60%) de concreto simple triturado, concluyendo que el suelo estudiado presentó mejoras a nivel físico y mecánico, y que estas cumplen con los requerimiento de la normas Invias a partir del 10%, además, no se define un porcentaje óptimo de incorporación.

González y otros (2021, p. 89), para optar el *título* de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad distrital francisco José de caldas, Colombia, la tesis: “*Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe Uribe al ser mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD)*.”. Planteó como *objetivo* determinar la estabilización de subrasante mediante la adición de material proveniente de demoliciones. La *metodología* de investigación fue de tipo experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador extrajo el material necesario para los ensayos de laboratorio de un único punto a una profundidad de 1.00m, los ensayos fueron realizados mediante la aplicación de la norma Invias 2013; proponiendo la adición del 30%, 40% y 50%, de RCD. El tipo de suelo encontrado por el investigador fue de tipo “ML” (Limo de baja plasticidad) según la clasificación SUCS y A-4 (Material limoso arcilloso), según la clasificación ASSHTO; detallando las siguientes *conclusiones*: Todas las adiciones empleadas cumplen con las normas aplicadas por el autor (INVIAS 2013) , no obstante, la adición de concreto incrementan el valor de CBR del suelo natural (8.60), al 30% (15.50), 40% (27.80) y al 50% (43.00), siendo el valor optimo definido la que proporciona las muestra con adición al 30% de conceto reciclado.

Becerra Cely (2019, p. 12), para optar el *título* de especialista en ingeniería de pavimentos, sustentó en la Universidad Católica de Colombia, la tesis: “*Estudio del comportamiento en las arcillas típicas de Bogotá estabilizadas con residuos de construcción y demolición (RCD)*”. Planteó como *objetivo* determinar la influencia de la adición del concreto reciclado en las propiedades físico mecánicas de una subrasante compuesta por suelos arcillosos. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo aplicada con un diseño experimental puro. El investigador extrajo el material necesario

para los ensayos de laboratorio de un proyecto vial que se encontraba en la etapa de corte a nivel de subrasante, los ensayos fueron realizados mediante la aplicación de la norma Invias 2013; proponiendo la adición del 5%, 10%, 20%, de RCD. El tipo de suelo encontrado por el investigador fue de tipo "CH" (Arcilla inorgánica altamente plástica) según la clasificación SUCS y A-5 (Material limoso arcilloso), según la clasificación ASSHTO; detallando las siguientes *conclusiones*: Todas la adiciones incrementan el valor de CBR del suelo natural (4.00), al 05% (6.00), al 10% (6.00), y 20% (4.00), no obstante, ninguno de los especímenes logró obtener los requerimientos mínimos de calidad que exige la normativa Invias 2013; sugiriendo porcentajes superiores al 30% de RCD para futuras investigaciones.

Para Ochoa (2019, p. 44), para optar el *título* de ingeniero civil de infraestructura, sustentó en la Universidad Federal para la Integración Latinoamericana, la tesis: "*Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD-concreto fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos*". Planteó como *objetivo* estudiar el impacto en la capacidad de soporte de una subrasante al adicionarle material de tipo RCD-C. La *metodología* de investigación fue de tipo experimental descriptivo a nivel cuantitativo. El investigador extrajo el material necesario para realizar los ensayos de laboratorio de una única calicata elegida de forma no probabilística por conveniencia a una profundidad de 0.80m, usando las normas ASTM y los parámetros establecidos en la Asociación de Normas Técnicas (ABNT 2004), obteniendo del valor CBR para adiciones del 20%, 40% y 60 % de RCD-C. El suelo encontrado por el investigador fue de tipo arcilla de baja plasticidad, "CL" según la clasificación SUCS y A-7-6 (13) según la clasificación ASSHTO; detallando las siguientes *conclusiones*: Todas las adiciones empleadas incrementan el valor de CBR del suelo natural (1.80), al 20% (11.60), 40% (21.30) y 60% (31.60), siendo la adición al 20% y 40% las que pasan los requerimientos establecidos por las normas ABNT 2004.

A nivel Nacional

A nivel nacional, destacan distintas investigaciones, como la propuesta expuesta por Fernández (2017, p. 44), para optar el *título* de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad César Vallejo, Perú, la tesis: "*Estabilización de subrasante con material de demoliciones en Avenida Malecon checa, san juan de Lurigancho*". Planteó como *objetivo* determinar la estabilización de subrasante mediante la adición de material proveniente de demoliciones. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo aplicada a nivel descriptiva-explicativa; con un diseño no experimental de corte transversal. El

investigador realizó los ensayos de laboratorio pertinentes en muestras tomadas a 1.50m de profundidad en 03 calicatas seleccionadas de forma no probabilístico de conveniencia, usando las normas ASTM, ASSHTO y siguiendo los parámetros establecidos por el MTC, obteniendo del valor CBR para adiciones del 10%, 20% y 30 % de residuos de pavimentos flexibles, materiales cerámicos y de concreto. El suelo encontrado por el investigador fue de tipo arena limosa con grava, "SM" según la clasificación SUCS y A-1-b (0) / A-1-b (1) según la clasificación ASSHTO; detallando las siguientes *conclusiones*: Toda las adiciones empleadas cumplen con las normas aplicadas por el autor, no obstante, causa que a mayor adición de la misma , disminuye el valor de CBR, resultando su uso como deficiente, por otro lado, la adiciones de concreto incrementan el valor de CBR del suelo natural (71.00), al 10% (119.90), 20% (126.20) y 30% (160.60), siendo el valor optimo definido la que proporciona las muestra con adición al 20% de concreto reciclado.

Por otro lado, según Noriega (2020), para optar el *título* de Ingeniero Civil, sustentó en la Universidad Privada del Norte, Perú, la tesis: "*Influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la subrasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de alto Huallaga hasta la merced, laredo - la libertad – 2020*". Planteó como *objetivo* determinar la influencia de la adición del concreto reciclado en la estabilización de una subrasante compuesta por suelos arcillosos. La *metodología* de investigación empleada fue de tipo aplicada con un diseño experimental puro. El investigador realizó los ensayos de laboratorio pertinentes en muestras tomadas a 1.50m de profundidad en 04 calicatas de forma no probabilística de conveniencia, no obstante, la investigación contempló la realización de 10 calicatas. Se elaboro 16 muestras por cada adición propuesta, siendo estos las del 7%, 10% y 12% de concreto reciclado, además, contemplo los parámetros mínimos establecidos en el manual de carreteras del MTC. El tipo de suelo encontrado por el investigador fue de tipo "CL" (Arcilla de baja plasticidad) según la clasificación SUCS, y A-4(1) / A-4(2) (Material limoso arcilloso), según la clasificación ASSHTO; detallando las siguientes *conclusiones*: Todas las adiciones propuestas por el investigador afectan directa y positivamente al valor de CBR obtenido de los especímenes; los resultados que el investigador obtuvo de la calicata 07 fueron de 2.34% como CBR Patrón, 58.87% con la adición de concreto reciclado al 7%; 78.89% con la adición al 10%, y por último, 102.52% con la adición al 12%; esto teniendo en cuenta que todos los valores de CBR obtenidos de los especímenes de las 04 calicatas poseen entre ellos

resultados con una diferencia despreciable. El valor óptimo definido fue el suelo con la adición al 7% de concreto reciclado.

En cuanto al estado del concepto, Hernández Lara y otros (2016, p.14) define la *subrasante* como una parte fundamental en el diseño de un pavimento, ya que de la evaluación de esta depende en gran parte el espesor de las capas del pavimento, una subrasante que no cumpla con los parámetros de seguridad y calidad requeridos presentan problemas cuando se realizan los procesos de colocación y compactación de las capas superiores (base y/o subbase), usualmente, los fallos en esta no suelen detectarse por ubicarse al final de la estructura del pavimento, no obstante, pueden ser la razón de la falla de un pavimento al ser sometido a cargas de tráfico a través del tiempo y la intemperie.

Por otra parte, el MTC (2013), en el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, define la *subrasante* como la superficie a nivel de corte y relleno (movimiento de tierras) o la superficie superior del terraplén que sirve de apoyo o asiento de todas las capas del pavimento, esta debe estar conformada por suelos de características aceptables y compactados, de tal forma que no sufran alteraciones por la carga provenientes del tráfico (carga de diseño). La capacidad de soporte que puede brindar la subrasante, juntos a otras variables, definen el diseño de la estructura del pavimento (espesores de los componentes estructurales), es por ello que encontrarse frente a una subrasante pobre o regular, puede derivar en diseños que consuman mayores recursos proyectados, resultando esto en un mayor presupuesto para obtener los parámetros de calidad requeridos, es por ello, que se define la *estabilización de suelos* como el conjunto de procedimientos mecánicos; que, sumado a la adición de un producto que pueda ser de origen natural, químico o sintético, tienen la finalidad de mejorar las propiedades físicas del suelo, dotándolos de resistencia mecánica, y permitiendo la permanencia de estas características a través del tiempo. Estas técnicas se aplican a las distintas capas que componen un pavimento, en el caso que compete, se aplica a suelos que brinden una subrasante pobre o regular (Deficiente recepción de cargas).

Según el MTC (2014, p. 107) existen diversos *criterios de estabilización de suelos* que deben ser considerados por los profesionales competentes involucrados que permitan definir si es necesario la estabilización de un suelo y la metodología a emplear, la factora que se contemplan son el tipo de suelo a estabilizar, el estudio del uso propuesto

del suelo estabilizado, el tipo de aditivo estabilizador del suelo, la experiencia en el tipo de estabilizador que el profesional aplicara, la disponibilidad del material estabilizador, el equipo necesario para su proceso constructivo y finalmente, la diferencia de costos frente a otras metodologías o a la no utilización de ninguna de ellas, el proceso de *estabilización de un suelo* se puede llevar a cabo a través de sus distintos métodos ofrecidos tales como: estabilización por combinación de Suelos, estabilización por sustitución de Suelos, estabilización con geo sintéticos, estabilización con productos asfálticos, estabilización con cloruro de calcio, estabilización con cloruro de magnesio, suelos estabilizados con cemento, estabilizados con escorias, estabilizados con cloruro de sodio y suelos estabilizados con cal.

Para poder identificar el tipo de suelo que contempla la investigación se recurre a la realización de una caracterización de la subrasante, proceso que se lleva a cabo mediante pozos exploratorios o calicatas que deben tener una profundidad mínima de 1.50m, todo ello con el fin de elaborar un perfil estratigráfico que exponga los suelos representativos de la zona estudiada, el número de calicatas se define mediante el tipo de carretera segunda detalla su IMDA (Índice medio diario anual), considerando que de carreteras y se detallan en el manual de carreteras del MTC, para el proyecto se consideró el exploramiento de un tramo de 500 metros, siendo el número de calicatas igual al número planteado por cada kilómetro, contando la zona de estudio con un IMDA ≤ 400 veh/día se requiere 02 calicatas.

Figura 01: “Número de calicatas para exploración de suelos”

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Por otro lado, el número de ensayos CBR también es definido por el tipo de carretera, con un IMDA ≤ 400 veh/día se requiere realizar un ensayo CBR por cada 2km, no obstante, el manual de carreteras precisa que, en el caso de tener un tamo con una longitud menor a la indicada, el número de ensayos indicado debe ser tomado como la mínima, realizándose 02 ensayos CBR.

Figura 02: “Numero de ensayos Mr y CBR”

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Mediante la extracción de las muestras y su posterior análisis en los ensayos de laboratorio se pueden definir las *propiedades físicas del suelo*, que se pueden definir como aquellas que sufren cambios frente a acciones externas, tales como el calor, la humedad, o las deformaciones; para Santana (2010, p. 53), es una etapa de investigación de carácter geológico, siendo esta una herramienta que permite la determinación de otras propiedades inherentes a las antes mencionadas. Los ensayos que involucran a las propiedades físicas del suelo son: Contenido de humedad, Límites de Atterberg (líquido y plástico), Análisis Granulométrico y Clasificación del suelo mediante la metodología SUCS y ASSHTO

Para Noriega (2020, p. 36), el contenido de humedad (ASTM -D4959 – N.T.P 339.127) se define como la relación que existe entre el agua que contiene la muestra (en estado natural), y la misma después de ser secada, proceso realizado mediante un horno. Según el MTC (2014, p. 38), la *humedad natural* como una característica de suma importancia, puesto que es incide de forma directa en la resistencia que puede ofrecer una subrasante, así como en la densidad que estos presentan. Mediante la comparación de la humedad optima (OCH), y la humedad natural se elige el proceso constructivo más adecuado, sea por compactación normal del suelo, adición de agua, aumento de la energía de compactación, airear el suelo, entre otros. Por otro lado, la *plasticidad* se define como aquella propiedad de estabilidad que involucra únicamente a las partículas finas que presenta un suelo al ser sometidos a diferentes contenidos de humedad, siendo el limite el punto de disgregación del mismo. El ensayo que mide estos parámetros son los Limites de Atterberg, y lo componen el *Límite Líquido* (N.T.P 339.129 – ASTM D 4318), el *Límite Plástico* (N.T.P 339.129 – ASTM D4318) y el *Límite De Contracción* (N.T.P 339.129 – ASTM D4318).

Por otro lado, el MTC (2014, p. 31), define la *granulometría* como como la representación de la composición de un suelo, teniendo como referencia el tamaño de las partículas que la componen y el porcentaje de la misma respecto a su totalidad, esta representación es definida mediante el ensayo de *Análisis Granulométrico* por tamizado (N.T.P 339.128 - ASTM D6913).

Para el MTC (2014, p.33) , conocidas las características del mediante los ensayos anteriores suelo es posible determinar el comportamiento del suelo frente a estímulos externos, con ello resulta obligatorio clasificar los suelo mediante los sistemas más conocidos, que son el ASSHTO Y SUCS(ASTM), ambas dividen el suelo en dos grupos, suelos finos y suelos gruesos, el primer sistema subdivide a los suelos finos en 04 grupos (A-4, A-5, A-6 y A-7), mientras que los suelos granulares lo conforman 03 grupos (A-4, A-2 y A-3), resaltando que algunos grupos contiene subgrupos, cada uno con características que los diferencian. El sistema SUCS subdivide a los suelos gruesos en arenas y gravas, creando combinaciones según las propiedades o composiciones del suelo (nivel de graduado del material o presencia de partículas de limos y /o arcillas), por otro lado, divide a los suelos finos en limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (CL) y en arcillas orgánicas (O), existiendo más denominaciones dependiendo

de la combinación de estos suelos o características de la misma tales como la plasticidad (alta o baja).

Para un mejor entendimiento en el uso de ambos sistemas se recurre a la correlación de tipos de suelo, en donde ambos tipos de clasificaciones convergen, detallando el tipo de suelo que contienen ambas en común.

Figura 03: “Correlación de tipos de suelos”

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Figura 04: “Clasificación de suelos ASSHTO”

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0.5 mm 0.08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25	mín. 50 máx.10	máx. 35	Máx.35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
Límites Atterberg límite de líquido índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín.40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

En cuanto a las *propiedades físicas*, para Noriega (2020, p. 29) , su estudio es de suma importancia para que el profesional puede verificar las condiciones reales del suelo, determinando la capacidad de soporte de la misma, puesto que estas propiedades se definen como el comportamiento que tiene la muestra ante las fuerzas aplicadas sobre él. Los ensayos pertinentes que involucran este aspecto son:

- Proctor modificado
- Ensayos de soporte de california (CBR)

Según (Fernández, 2018) el *Proctor modificado* es un ensayo que se realiza para determinar la relación de densidad máxima seca y el contenido de humedad de suelo compactado, el cual se realiza con un numero de golpes por cada capa (según método aplicado A-B y C), al aumentar el peso del pistón de 4.45 kg, en cada caída se obtiene la máxima densidad seca, esto dado a la energía de compactación aplicada, plasmando los resultados en una curva de compactación.

Para (Noriega,2020) el ensayo *CBR* se utiliza para evaluar la capacidad portante de suelos compactados terraplenes, firmes y explanadas. Una vez realiza la clasificación de los suelos por el sistema SUCS, AASHTO y datos obtenidos del ensayo Proctor, contenido de humedad y densidad seca se procede a la realización del ensayo mediante la compactación entre la carga de penetración y el suelo el cual se obtendrá valores de CBR en cuanto a resistencia del suelo a 100% y 95% de MDS.

Tabla N°1 “Clasificación de Categorías de CBR”

Categorías	% de CBR de Subrasante
S0: Subrasante inadecuada	CBR <3%
S1: Subrasante pobre	CBR= 3% - 5%
S2: Subrasante Regular	CBR=6% - 10%
S3: Subrasante buena	CBR=11% - 19%
S4: Subrasante muy buena	CBR= 20% - 29%
S5: Subrasante excelente	CBR > 30%

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación


Tipo de Investigación: La investigación es de tipo Aplicada, este modelo de estudios analizará las causas, características, situaciones precisas y alternativas de solución lo cual se encamina a la rápida utilidad.

Así mismo la Investigación se desarrollará de forma cuantitativa por que se recogerán y analizarán datos numéricos sobre las variables, el cual determinara la fuerza de asociación o correlación entre las mismas, la generalización y objetivación de los resultados. (Fernández.2020. pág1)

Diseño de Investigación: Experimental Puro, se utiliza la aleatoriedad y la manipulación una variable experimental comprobada, esto dado a las condiciones estrictas que tiene.

Descriptivo: Porque se define de qué modo y el porqué de la causa que puede producir un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se transforman en resultados y conocimientos. (SANTA 2019 pág. 86)

Tabla N°2 “Esquema de experimento y variables”

X  Y

CAUSA	EFEECTO
Variable Independiente	Variable Dependiente
Incorporación Áridos Grueso reciclados	Estabilización de una Subrasante

Fuente: Elaboración propia, 2021

3.2. Variables y operacionalización.

Variable Independiente (X): Incorporación Áridos Grueso reciclados

Definición Conceptual:

Áridos gruesos: Están formados por grava, roca triturada de acuerdo a los requisitos de la normativa, los agregados se componen de partículas o fragmentos resistentes y duros, libre de materiales contaminantes que reducen su resistencia (CONTRERAS.2018, pág. 29)

Áridos gruesos reciclados: Se denomina como aquellos materiales que proviene de algún procesamiento de materiales inorgánicos utilizados en actividades de construcción, son definidos como residuos de construcción y demolición (RCD) denominando escombros, el cual son sometidos a un proceso de trituración y limpieza de contaminantes, con el objetivo que el material reciclado sea apto para aplicaciones de construcción (ROMULO, 2017, p. 13)

Definición Operacional: Es la proporción de RCD al ser mezclado con la subrasante (suelo areno limoso) para obtener las propiedades adecuadas usando los siguientes porcentajes de RCD: 10%, 15% y 20%

Dimensiones:

- Cantidad de RCD en relación del peso seco del suelo
- Tamaño de Muestra (Áridos Gruesos)

Indicadores:

- Proporción de RCD (10%, 15% y 20 %) áridos gruesos
- Para Áridos Gruesos el tamaño de partícula es de mayor a >4 mm

Escala de medición: Porcentaje

Variable Dependiente (Y): Estabilización de una Subrasante

Definición Conceptual:

ESTABILIZACION: Es el proceso mediante el cual, se somete los suelos naturales a cierto tratamientos y manipulación de modo que se aproveche sus cualidades, obteniendo una capa firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito vehicular. (VALLE, 2018, p. 17)

ESTABILIZACION DE SUBRASANTE: Es el proceso que se le da al suelo sometiéndole a una mezcla entre el suelo y un material con características estabilizantes de tal manera pueda mejorar sus propiedades mecánicas y físicas (CHUQUINO,2018, p. 55)

Definición Operacional: Para las siguientes variables con fines de estabilización de los suelos areno limosos se definió los siguientes métodos de operación: Cuantitativa tipo aplicativa, busca determinar a través de ensayos de laboratorio las propiedades físico y mecánicas del suelo obtenido resultados numéricos.

Dimensiones: Propiedades Físicas y Mecánicas del material

Indicadores:

- **Propiedades Físicas**

- Análisis Granulométrico en % según NTP 339.128.

- Contenido de Humedad en % según NTP 339.127.

- Ensayo de Límites de Atterberg en % según NTP 339.129

- **Propiedades Mecánicas**

- Proctor Modificado % según NTP 339.141

- Ensayo de CBR % según A.S.T.M. D-1883

Escala de medición: Porcentaje

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Según GOMEZ (2019), la población es un conjunto de casos, definidos, limitados y accesibles, que forman parte del referente para la elección de la muestra, y que cumple con una serie de criterios predeterminados. La investigación tiene como población conformada todos los sectores que conforman la zonificación de nomenclatura “Peligro Alto”

Muestra: “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible, esto se lleva a cabo mediante una muestra representativa a través de sus características lo cual son similares a un conjunto, permitiendo generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido. (OTZEN, 2018). La muestra de la investigación es un tramo de la circunvalación Edmundo del Águila.

Muestreo: Es no probabilísticos de conveniencia se seleccionó de acuerdo a los requerimientos y expectativas del investigador, detallando el tipo de suelo de mayor afección a la calidad del pavimento, presente en el barrio de Zaragoza y Lluyllucucha en la ciudad de Moyobamba.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La recopilación de datos es el uso de una variedad de métodos e instrumentos que dispone el analista para el desarrollo de la información válida y confiable mediante conferencias, observación directa, encuestas y el análisis virtual (BAUTISTA, 2018, p. 04). Las técnicas utilizadas en la investigación son: Observación directa, se estudiarán los efectos generados por los áridos reciclados como estabilizador de suelos arena limosa, el cual serán anotadas todos los resultados parciales, obtenidos a través de las pruebas de laboratorio estandarizadas.

Instrumentos: SAMPIERI (2019) Un instrumento de medición adecuado es aquel que se registra mecanismos que han demostrado ser válidos y confiables en datos reales representando las variables a través de formularios, guías de observación, cuestionarios etc., que permitan ampliar la información obtenida en los procesos registrados.

Tabla N°3 “Técnicas, Instrumentos y fuentes”

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Ensayos de Contenido de Humedad en %	Fichas de registros de datos (contenido de humedad del suelo natural)	NTP 339.127
Ensayo de Granulometría %	Fichas de registros de datos granulométricos de los aridos reciclados	NTP 339.128
Ensayo de Límites de Atterberg %	Ficha de registro de datos de límite líquido y plástico de la subrasante	NTP 339.129
Ensayo de proctor modificado %	Ficha de registro de datos de límite líquido y plástico de la subrasante (Suelo arcilloso) empleando el arido reciclado como estabilizador	NTP 339.141
Ensayo de CBR %	Ficha de registro de relación de soporte California (CBR) , del suelo estabilizado con aridos reciclado	ASTM D-1883

Fuente: Elaboración propia, 2021

Validez de los Instrumentos: CRUZADO (2019, p. 27). La validez lleva una cierta gravedad e inclinación a ser certeros, que nosotros sabemos que estamos midiendo para llegar al punto y no desviarse, que con el instrumento que se utiliza mida de manera correcta y no errada y que como observadores podamos separar por ramas verdaderas.

La validez de la investigación será medida mediante los resultados óptimos de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos estando calibradas y con una eficiencia para su utilidad, su vez, siendo estas aprobadas por ingenieros profesionales competentes.

Confiabilidad de los Instrumentos: La confiabilidad del proyecto de investigación se trata y se basa en los ensayos de mecánica de suelos cumpliendo los estándares de calidad, documentación escrita y aprobada por la Universidad Cesar Vallejo. De igual manera el Manual de pruebas para materiales y la normativa CE0.20 estabilización de suelos.

3.5. Procedimientos.

Previo al estudio se analizó la zona de investigación, en donde se exploró las zonas de peligro alto de acuerdo al informe técnico elaborado por INDECI, enfocándose en la circunvalación Edmundo del águila, puesto que es una vía no pavimentada, todas las decisiones fueron tomadas teniendo en consideración el uso del marco normativo que establece el MTC en su Manual de carreteras (2014), en dicha zona de estudio se definió dos puntos donde se realizaron las calicatas con el objetivo de determinar las características naturales del terreno de fundación, las calicatas se desarrollaron a través de la excavación manual a modalidad de cielo abierto a una profundidad mínima de 1.50 m, utilizando herramientas manuales.

Las muestras encontradas en cada estrato, fueron identificadas y descritas con la tarjeta de identificación, donde posteriormente se ha colocado a cada muestra o estrato con el número de calicata (C-1, C-2). Las muestras fueron colocadas en costales para su traslado al laboratorio de mecánica de suelo aprobados por la universidad Cesar Vallejo.

EXPLORACION DE CAMPO

Explorando la zona de estudio se determinó hacer las siguientes calicatas en el tramo circunvalación Edmundo del águila.

- a) **Calicata N° 01.-** Se definió el primer punto donde se realizó la primera calicata (C-1) extrayendo muestras de los estratos encontrados hasta una profundidad de 1.50m con coordenadas UTM 280814 ESTE 9333890 NORTE.

Figura N°05 “Extracción de Muestra C-1”



Fuente: Elaboración propia, 2021

- b) **Calicata N° 02.-** Se ubico el segundo punto a 500 metros de la primera calicata (C-2) extrayendo muestras de los estratos encontrados hasta una profundidad de 1.50m, con coordenadas UTM 280495 ESTE 9333874 NORTE.

Figura N°06 “Extracción de Muestra C-2”



Fuente: Elaboración propia, 2021

MUESTREO DE SUELOS

a) Muestreo del suelo Natural

Las muestras que fueron extraídas de cada calicata constituyen los estratos representativos y elegidos para ser analizados.

b) Muestreo de material reciclado de demolición

- **Material de demolición de concreto.** El material fue extraído de puntos de demolición de elementos de concreto, con el fin de ser procesados en una planta chancadora de agregados y seleccionados (3/4" hasta 3/8") para una mejor calidad de material el cual se empleará para la estabilización de la subrasante del proyecto

Figura 07. Lugar de Recolección del material de demoliciones



Fuente: Elaboración propia, 2021

Figura 08. “Trituración del Material Reciclado”



Fuente: Elaboración propia, 2021

TRABAJOS DE LABORATORIO

El proyecto de investigación se realizó de acuerdo a los procesos especificados en los parámetros establecidos por el MTC y normas como ASTM, AASHTO, así como lo establecido en la norma técnica peruana (N.T.P), de tal manera se buscó estabilizar la subrasante aplicando material seleccionado de demolición al 10% 15% y 20% de adición. Se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- **CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM 2216 – NTP 339.127:** El ensayo de contenido de humedad fue importante puesto que el hecho de conocer las características de esta propiedad nos permitió ampliar el conocimiento acerca de la relación que existe entre esta y la resistencia de los suelos de una subrasante, además nos permitió comparar la humedad óptima del suelo que se obtiene de los ensayos del Proctor modificado realizado bajo la modalidad “A” y “C”, permitiendo concluir el aporte de cantidad de agua conveniente para obtener su estado óptimo.

Figura N°9 “Ensayo de contenido de Humedad” C-1 y C-2



Fuente: Elaboración propia, 2021

- **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-6913–NTP 339.128.** El ensayo permitió plasmar la distribución de las partículas que componen a la muestra según su tamaño, se realizó mediante las especificaciones técnicas requeridas en el MTC E107, permitiendo estimar, con mayor o menor aproximación

- las propiedades que son incidentes para resolver el objetivo planteado. En cuanto al detalle técnico de los tamices se recurrió a la siguiente tabla:

Tabla 4. Tamices y aberturas (MTC E107)

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8"	9.500
N° 4	4.760
N° 10	2.000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 60	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016

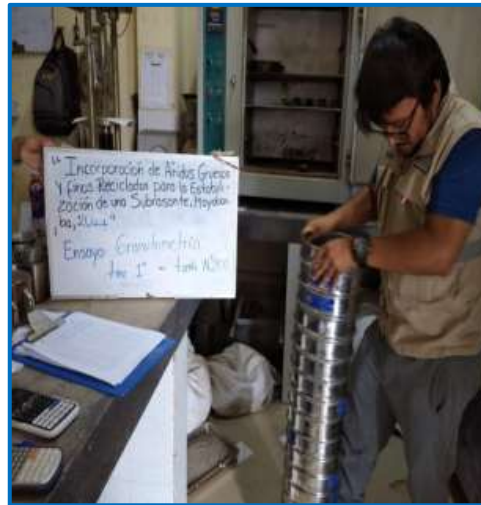
El ensayo de análisis granulométrico se clasificó en función al tamaño de las partículas que lo constituían, según la siguiente tabla:

Tabla 5. Tamaño de partículas según el tipo de material

Tipo de Material		Tamaño de las Partículas
Grava		76 milímetros - 4.75 milímetros
Arena		Arena Gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena Media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena Fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones, 2016

Figura N°10 “Ensayo Granulométrico”



Fuente: Elaboración propia, 2021

- **ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557-00-NTP 339.141:** El ensayo de compactación Proctor Modificado es comúnmente utilizado para poder obtener la relación existente entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo, por otro lado, este ensayo nos permitió obtener el valor del peso unitario seco máximo para un valor óptimo de contenido de húmeda; este procedimiento de prueba se realizó utilizando energía modificada (2,700 kN-m / m³ (56,000 ft-lbf / ft³)). La prueba se realizó de acuerdo con lo establecido en el MTC E-115 (Manual de ensayo de materiales, página 105). El método elegido por el investigador fue el “C”; donde detalla el uso como material de compactación el suelo que pasa el tamiz 3/4” plg; y cuyo uso es aplicado a muestras con un valor mayor a 20%, por masa del material retenido en el tamiz 3/8” y con un valor al 30% por masa del material retenido en el tamiz 3/4” plg.

Figura N°11 “Ensayo Proctor Modificado”



Fuente: Elaboración propia, 2021

Tabla 6. Especificaciones técnicas del ensayo de compactación Proctor según métodos ASTM

Características		Método		
		A	B	C
Molde	Volumen (cm ³)	944	944	2124
	Diámetro (mm)	101.60	101.6	152.40
Martillo	Masa (kg)	4.54	4.54	4.54
	Altura de Caída	457	457	457
No. de Capas de Compactación		5	5	5
No de golpes por capa		25	25	56
Energía de Compactación (KNxm/m ³)		2700	2700	2700
Suelo a Usarse: Pasa el tamiz		No.4	3/8"	3/4"
Criterios de Selección: Porcentaje Retenido en el tamiz N°4		<20%	>20%	
Porcentaje Retenido en el tamiz 3/8"			<20%	>20%
Porcentaje Retenido en el Tamiz 3/4"				<30%

En cuanto a la cantidad de muestra seca requerida se utilizó aproximadamente 24 Kg.

- **ENSAYO DE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO) ASTM D1883:** El ensayo tuvo como marco normativo la MTC E-132, se realizó con el propósito de determinar la capacidad de soporte de la subrasante, tanto del suelo natural, así como la adición del árido reciclado grueso para la estabilización de una vía. Los valores obtenidos mediante este ensayo son de suma importancia pues forma parte de las variables en las fórmulas de diseños de pavimentos. El ensayo CBR se realizó en las instalaciones del laboratorio de suelos “LM CECONSE”, previa aprobación por parte de la universidad Cesar Vallejo.

Previo a ello se realizaron todos los ensayos pertinentes, tales como contenido de humedad, límites de atterberg, Proctor modificado y granulometría, para así poder definir el tipo de suelo según el sistema (SUCS y ASSHTO), así como las propiedades física y mecánicas que este posee, de esta forma, se realizó el ensayo CBR que está referido al 95% y al 100% MDS (máxima densidad seca) en la penetración de cargas de 2.54mm.

Figura N°12 “Ensayo de CBR”



Fuente: Elaboración propia, 2021

3.6. Métodos de análisis de datos.

El proyecto se efectuó mediante el análisis de las muestras obtenidas de los ensayos de laboratorio, agrupando, analizando y exponiendo finalmente mediante cuadros elaborados en el software Microsoft Excel. En función a ellos se determinó la proporción óptima del árido reciclado al mejoramiento de la subrasante

3.7. Aspectos éticos

La información establecida en la investigación es veraz, se practicó el valor ético respetando en todo momento los derechos de los autores mediante el citado de sus artículos científicos, libros y normas, con la respectiva referencia regida por la norma ISO 690, lo cual sirvieron para facilitar el sustento técnico de la indagación. Los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo- Moyobamba, son de datos reales, confiables y con eficacia.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados del suelo natural

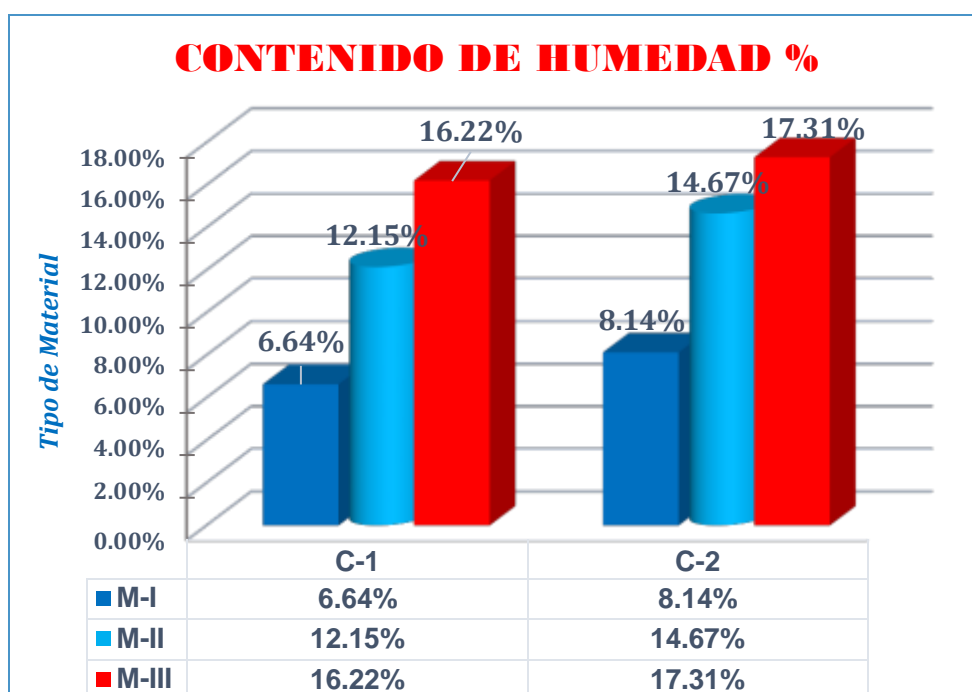
- Contenido de Humedad

Tabla N°7 “Contenido de Humedad”

Descripción	Resultados de Calicatas	
	C-1	C-2
Contenido de Humedad (% H.N) M-I	6.64	8.14
Contenido de Humedad (% H.N) M-II	12.15	14.67
Contenido de Humedad (% H.N) M-III	16.22	17.31

Fuente: Elaboración propia

Figura N°13: “Diagrama de barras del contenido de Humedad”



Fuente: Elaboración propia 2021

Interpretación: En la figura, se detalla los resultados realizados a las muestras extraídas de cada calicata C-1 (extracción de 0.00m a 0.20m, de 0.20m a 0.80m y por último de 0.80m a 1.50m); C-2 (extracción de 0.0m a 0.30m, de 0.30m a 0.90m y por último de 0.90 a 1.50m) obteniendo el contenido de humedad natural a nivel de subrasante en la C-1 (H.N 16.22%), y en la C-2 (H.N de 17.31%).detallando que existe una variación despreciable entre ambas muestras analizadas.

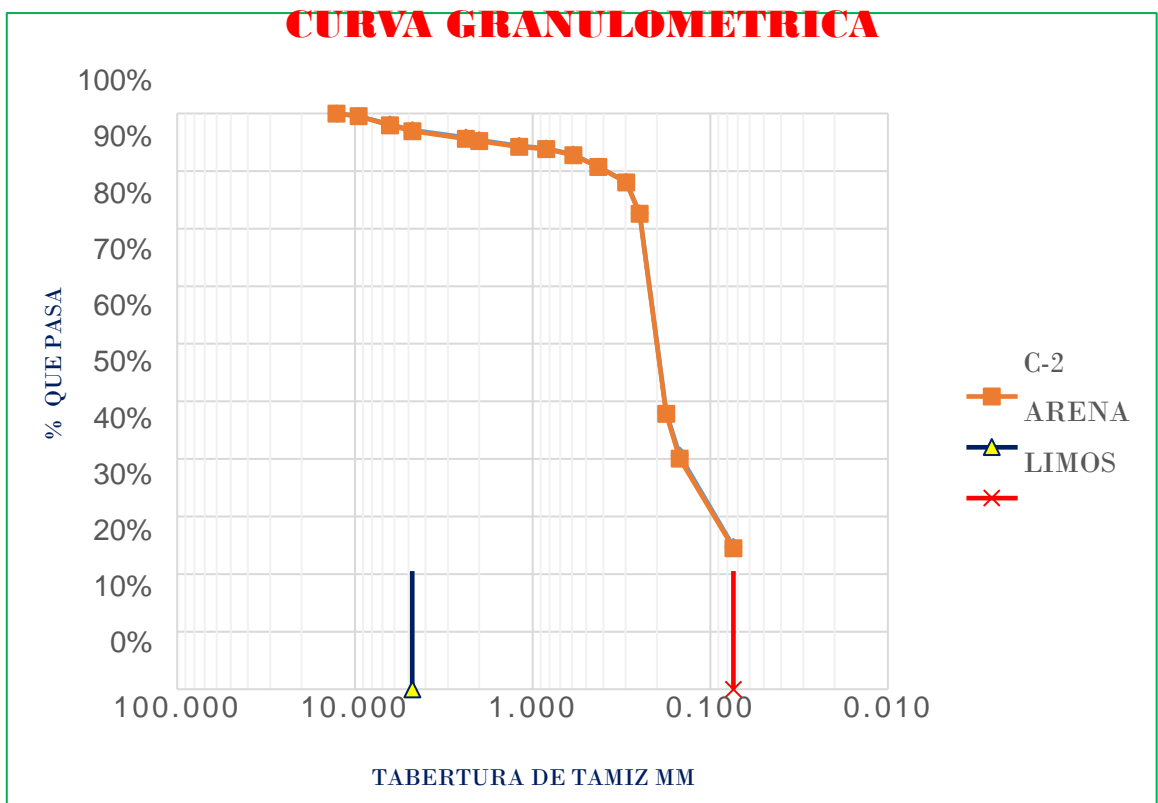
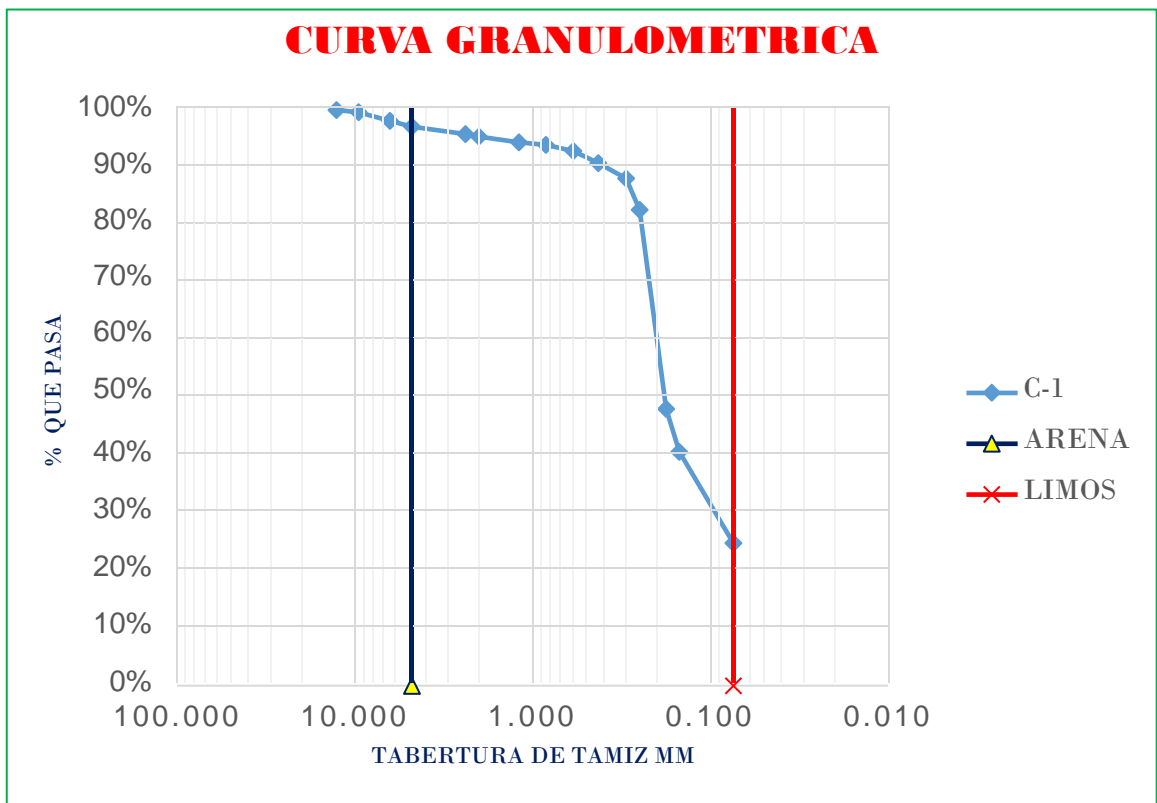
- **Análisis Granulométrico por Tamizado**

Tabla N°8 “Análisis Granulométrico por Tamizado”

C-1		C-2	
Ø	% que Pasa	Ø	% que Pasa
Tamiz ½”	100%	Tamiz ½”	100%
Tamiz 3/8”	99.58%	Tamiz 3/8”	99.55%
Tamiz ¼”	98.08%	Tamiz ¼”	97.92%
N°4	97.11%	N°4	96.92%
N°8	95.82%	N°8	95.62%
N°10	95.39%	N°10	95.22%
N°16	94.40%	N°16	94.22%
N°20	93.95%	N°20	93.84%
N°30	92.88%	N°30	92.75%
N°40	90.78%	N°40	90.70%
N°50	88.08%	N°50	88.04%
N°60	82.65%	N°60	82.60%
N°80	48.09%	N°80	47.85%
N°100	40.61%	N°100	40.04%
N°200	24.75%	N°200	24.51%
Fondo	00.00%	Fondo	00.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura N°14: "Curva Granulométrica"

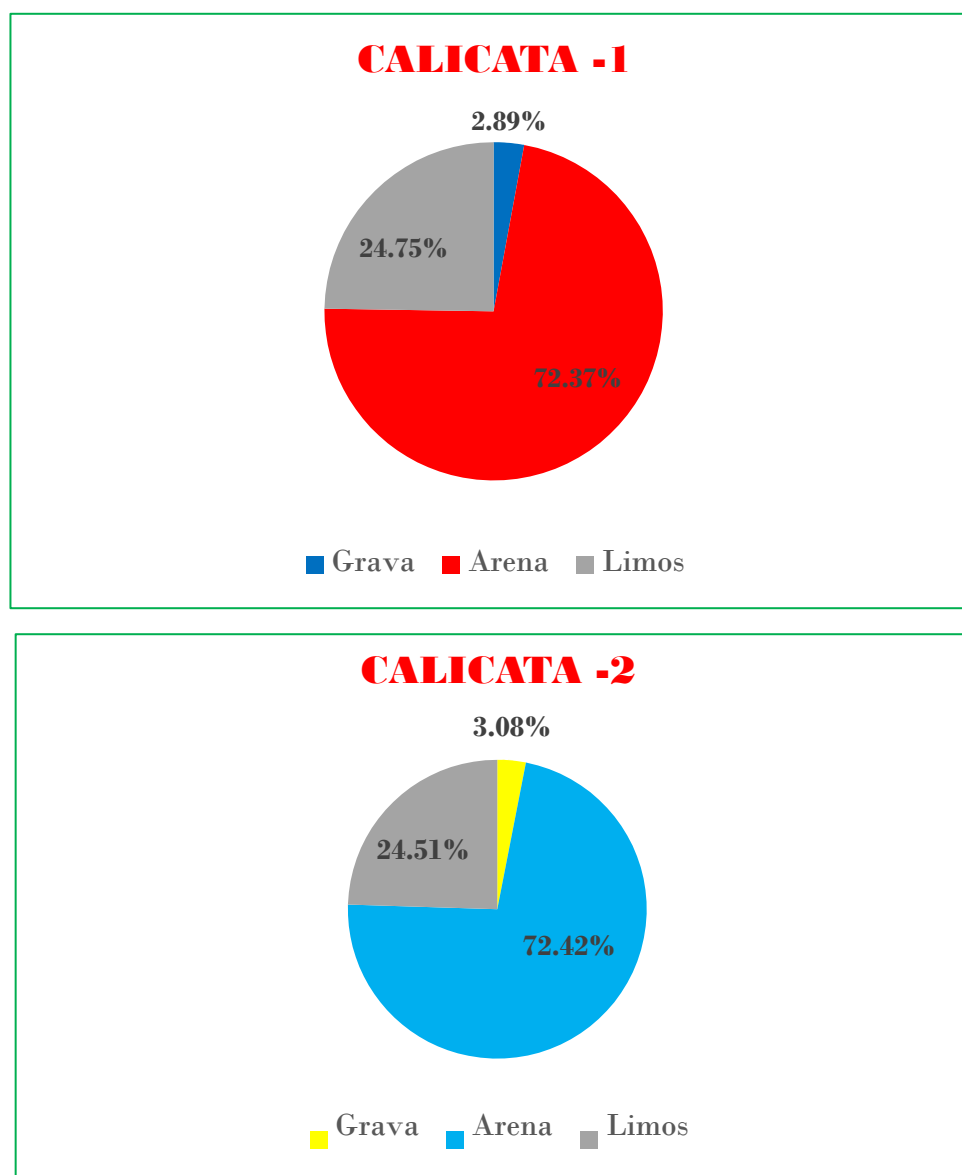


Fuente: Elaboración propia 2021

Interpretación: En las figuras observamos la variación de las curvas granulométricas en relación al porcentaje que pasa de acuerdo al tamaño de partículas del suelo natural de cada calicata. Los resultados obtenidos a través del ensayo determinaron el tipo de muestra extraída (Arena Lamosa), según el MTC menciona que las arenas son de relleno en puntos de vacío, así mismo los limos aportan en la cohesión de un suelo.

Por otro lado, se representó con una línea vertical la diferencia de muestra de gravas, arenas a través de la malla N°4 él se obtuvo más del 50% de arena, así mismo de realizo para diferencias las arenas a limos

Figura N°15: "Distribución de Muestras"



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En las figuras observamos las composiciones en porcentajes de la muestra representativa del estrato ubicado a nivel de subrasante, obteniendo un alto porcentaje de arena C-1 (72.37%) - C-2 (72.42%) limos de 24.75% y 24.51% lo cual permite clasificar según **SUCS** el tipo de suelo y **AASHTO** definir grupo y Subgrupo.

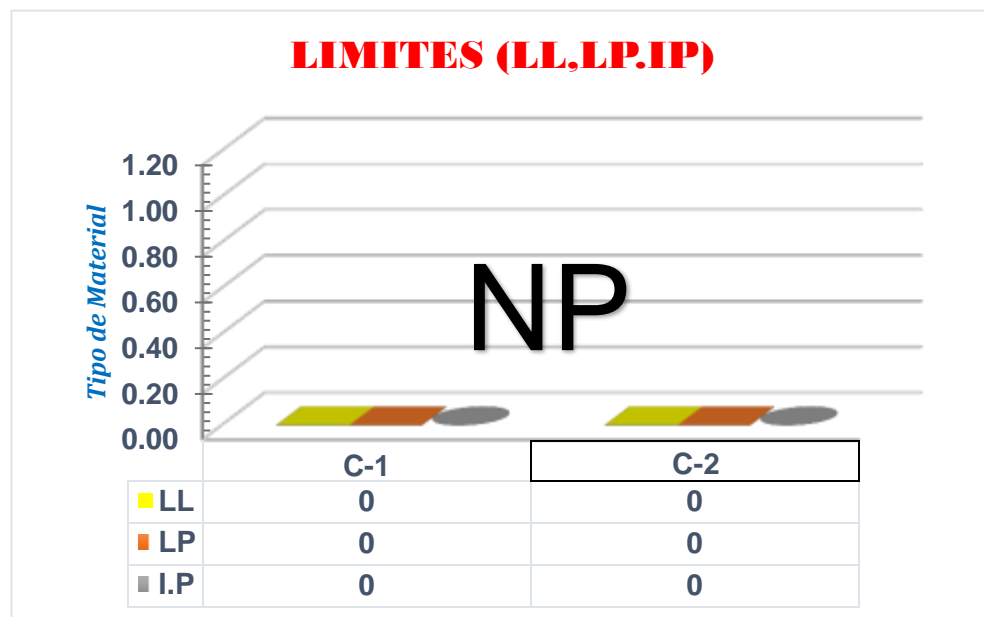
- **Límites de Consistencia**

Tabla N°9 “Resultados de límites de consistencia”

Descripción	Resultados	
	C-1	C-2
Límite Líquido (%)	NP	NP
Límite Plástico (%)	NP	NP
Índice de plasticidad Ip (%)	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Figura N°16 : Ensayo de límites de consistencia”



Fuente: Elaboración propia 2021

Interpretación: Realizado el ensayo se pudo plasmar en la figura que las muestras no presentan límites de consistencia tanto en la C-1 y C-2 (Límite Líquido (NL), Límite plástico (NP)), concluyendo que el suelo analizado no posee propiedades referentes a la plasticidad.

- **Clasificación de suelos SUCS, AASHTO y sus coeficientes**

Tabla N°10 “Clasificación de suelos”

Calicata	C-1	C-2	Denominación
Profundidad (m)	1.50	1.50	SM: Arena Limosa
Muestra	M-1	M-2	
N°4	97.11%	96.92%	
N°10	95.39%	95.22%	
N°40	90.78%	90.70%	
Finos <N°200	24.75 %	24.51%	
Clasificación SUCS	SM	SM	
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)	A-2-4(0)	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acorde a los resultados obtenidos del ensayo de granulometría por tamizado, se observa en la tabla la clasificación de los suelos por el sistema SUCS, siendo este un suelo de tipo **Arena Limosa (SM)**, por otro lado, en el sistema AASHTO el suelo se clasifico dentro del grupo **A-2-4 (0)**, se consideró la granulometría de los porcentajes de las mallas N°4 y N° 200.

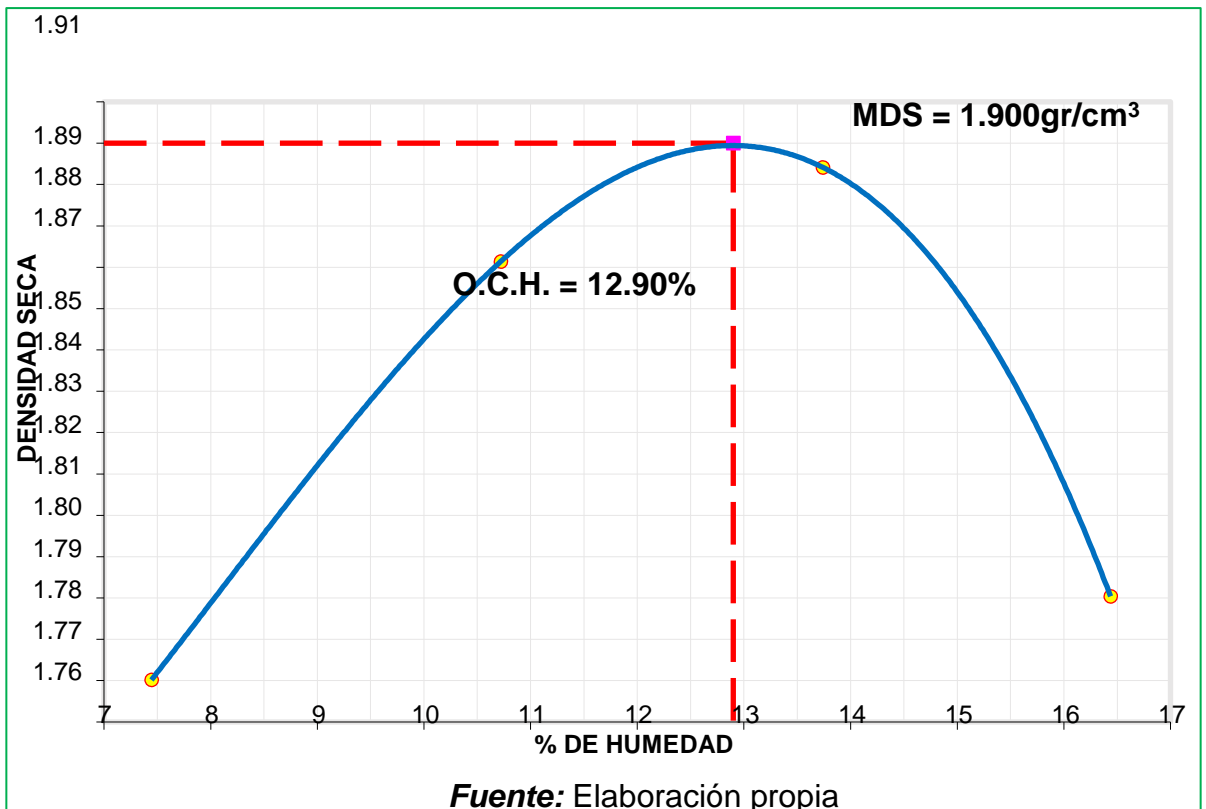
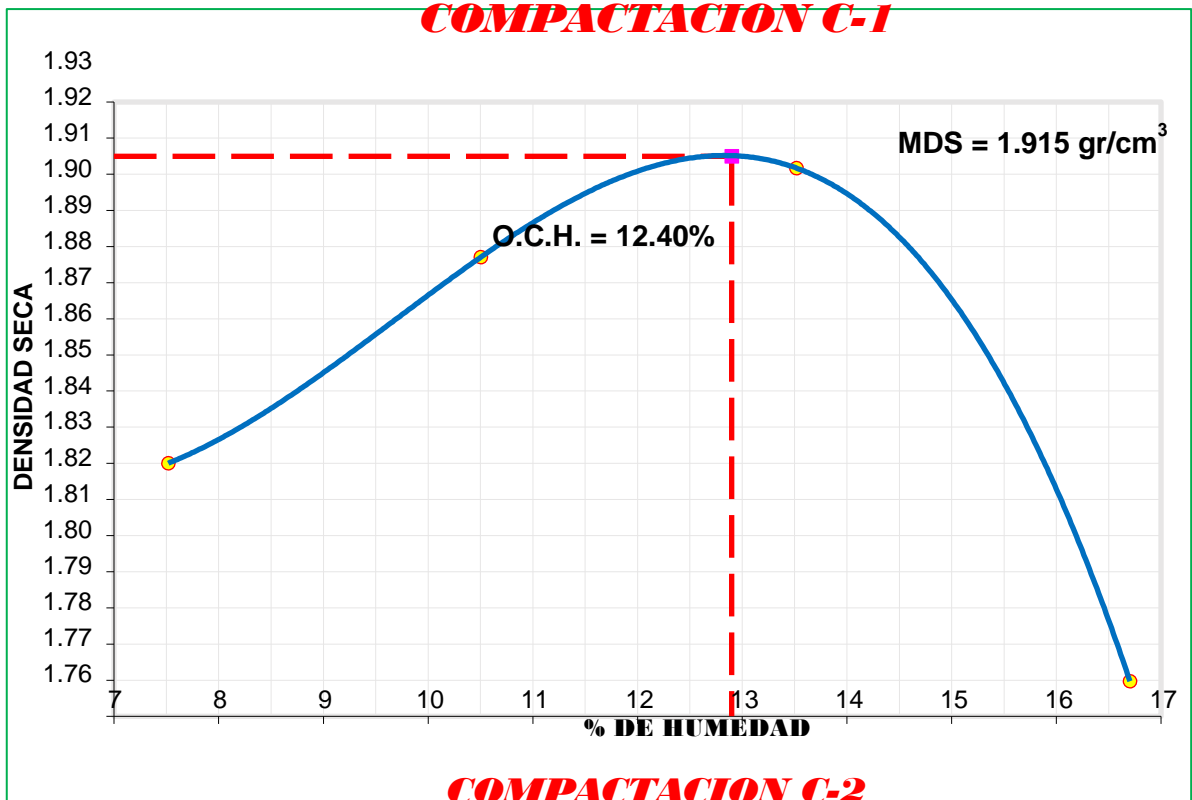
- **Ensayo de Proctor Modificado**

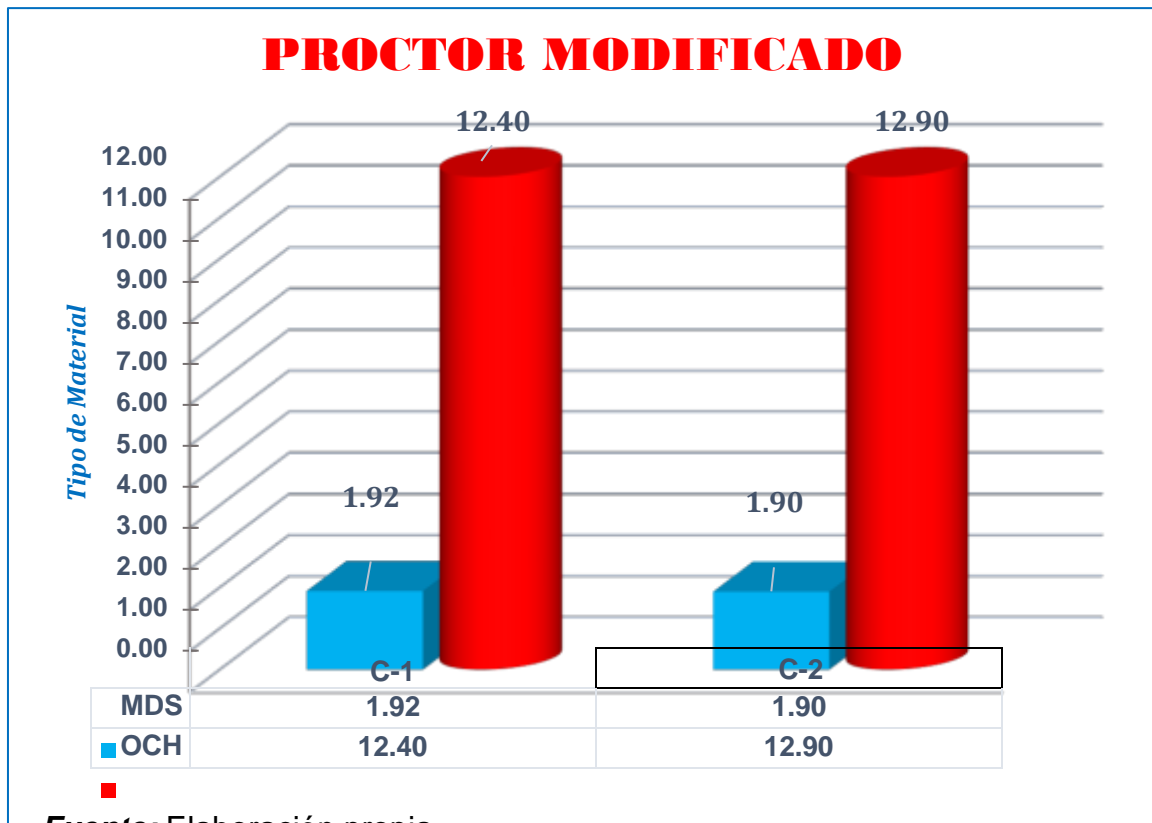
Tabla N°11 “Resultados de Proctor Modificado SN”

Ensayo de Proctor Modificado	Material Natural	
	C-1	C-2
Densidad Max. Seca (gr/cm ³)	1.915	1.900
Opt. Contenido de Humedad (%)	12.40%	12.90%

Fuente: Elaboración propia

Figura N°17: Ensayo de densidad máxima seca y Optimo contenido de Humedad %, C-1 C-2.





Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 17 se detalla los resultados obtenidos del ensayo de Proctor modificado, el cual sirvió para determinar la relación densidad seca de la muestra y la humedad óptima para su compactación utilizado en el estrato III a una profundidad de 1.50 establecido por la normativa MTC. Obteniendo como resultados de la muestra patrón C-1 DMS de 1.915 kg/cm³ y OCH de 12.40%, así mismo la C-2 obtuvo un DMS de 1.900 kg/cm³ con una humedad óptima de compactación de 12.90%

- **Ensayo de CBR**

Tabla N°12 “Resultado de CBR SN”

CBR	Material Natural	
	C-1	C-2
CBR al 100% de la MDS a 0.1”	8.17%	7.94%
CBR al 95% de la MDS a 0.1”	4.85%	6.70%

Fuente: Elaboración propia

Figura N°18: Ensayo de CBR al 100% C-1

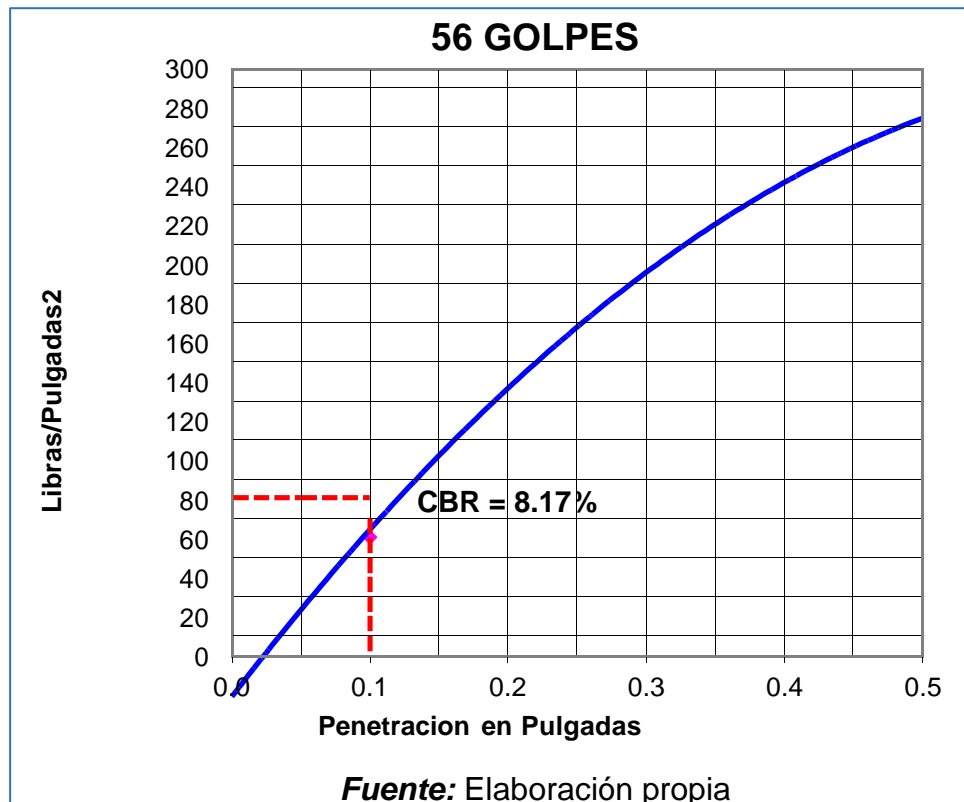
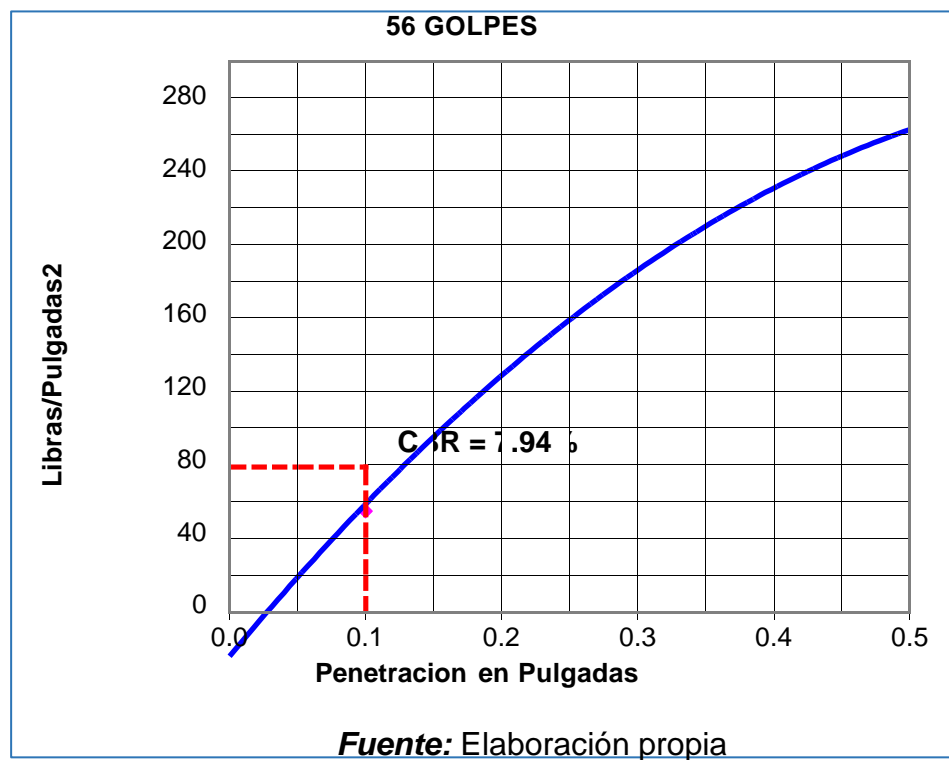
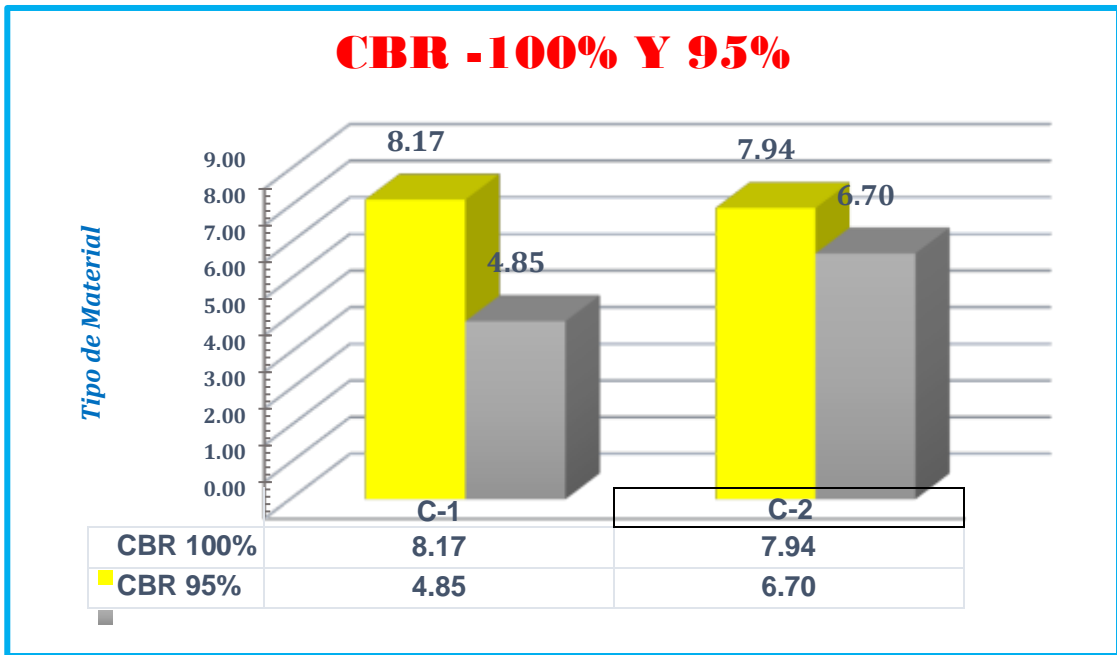


Figura N°19: Ensayo de CBR al 100% C-2





Interpretación: En los resultados obtenidos se determinó el CBR al 95% y al 100% de la DMS; esto sirvió para medir la capacidad de soporte del suelo, categorizar la subrasante de acorde a los resultados y poder compararlo con la normativa del MTC. Obteniendo en la C-1, un CBR de 4.85% al 95% de la DMS, y un 8.17% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante pobre y regular respectivamente. Por otra parte, en la C-2, se obtuvo un CBR de 6.70% al 95% de la DMS, y un 7.94% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante regular en ambos casos.

Categoría	% de CBR de Subrasante
S0: Subrasante inadecuada	CBR<3%
S1: Subrasante pobre	CBR=3%-5%
S2: Subrasante regular	CBR=6%-10%
S3: Subrasante buena	CBR=11%-19%
S4: Subrasante muy buena	CBR=20%-29%
S5: Subrasante excelente	CBR>30%

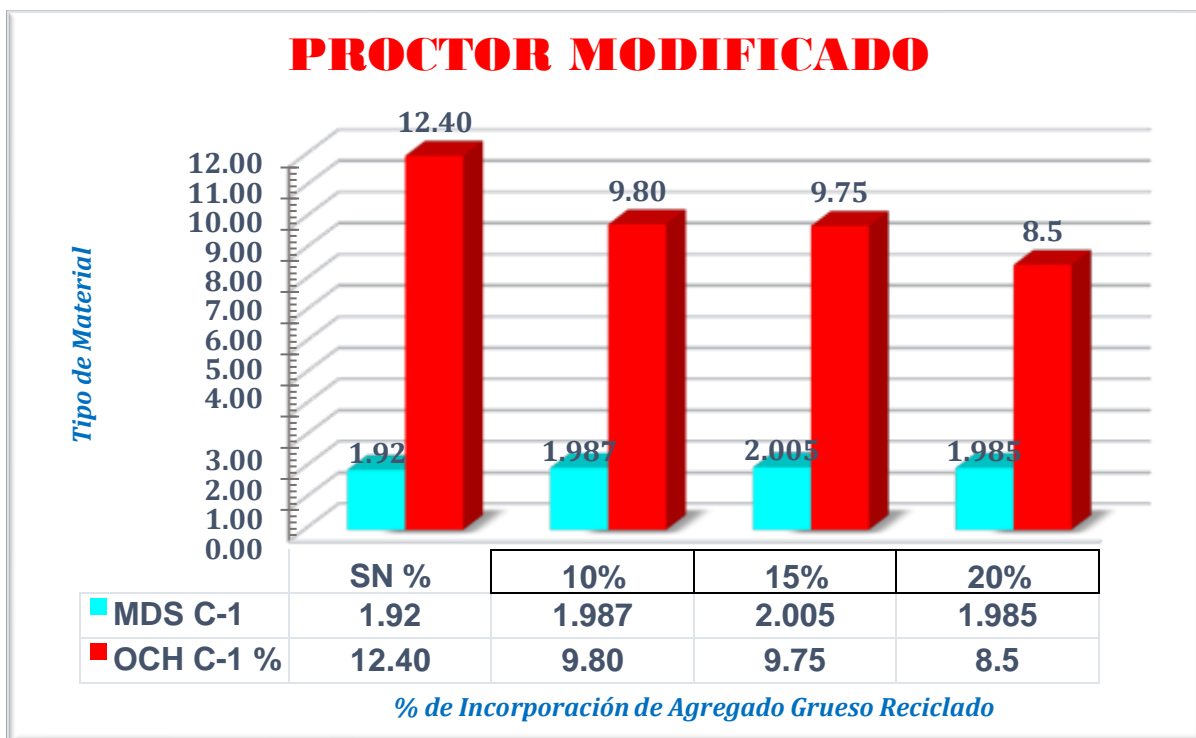
4.2. Análisis de la incorporación de árido grueso reciclado para la estabilización de una subrasante 10 %, 15% y 20%

Se determinó la influencia de la incorporación del agregado grueso reciclado en el suelo natural con las diferentes dosificaciones propuestas. Para ello se realizó el proceso de compactación aplicando **EL METODO “C”** de acuerdo a la normativa, obteniendo los resultados de DMS (Máxima densidad Seca) y OCH (Óptimo contenido de Humedad) el cual fueron derivados a una tabla y un diagrama para su posterior interpretación.

- **Ensayo de Proctor Modificado SN+% de incorporación**

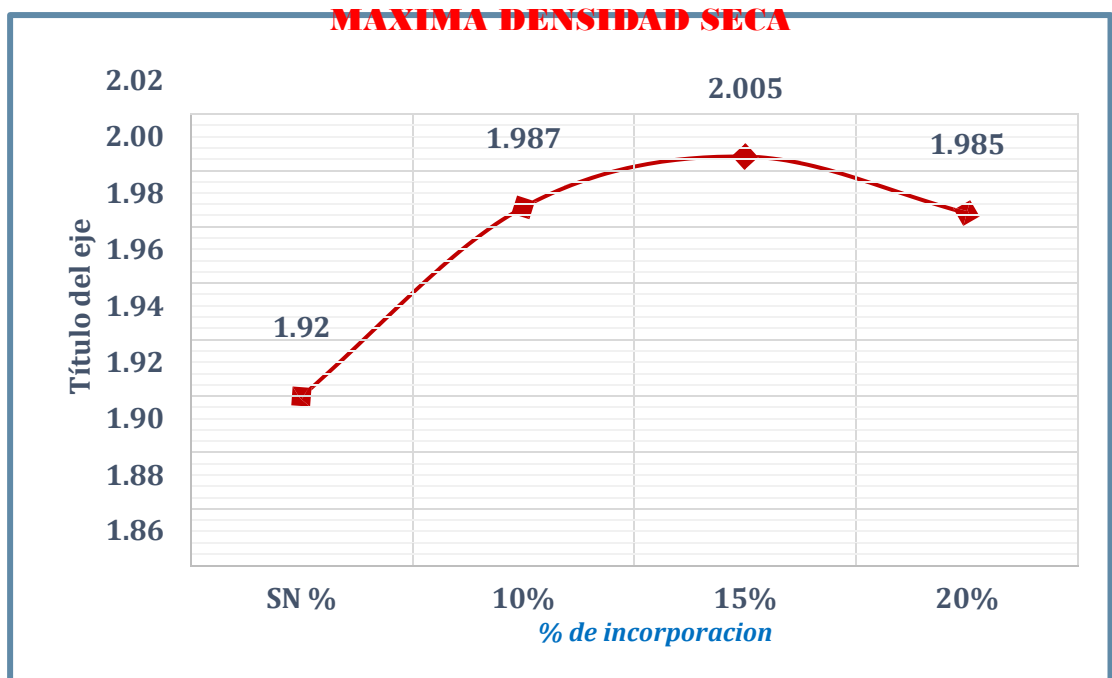
Tabla N°13: “Resultados del ensayo Proctor Modificado del SN más el % de incorporación del árido grueso reciclado C-1”

Ensayo de Proctor Modificado	Suelo Natural	Dosificación del Áridos Reciclado Grueso		
	SN	SN+10%	SN+15%	SN+20%
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.915	1.987	2.005	1.985
Opt, Cntenido de Humedad (%)	12.40%	9.80%	9.75%	8.50%



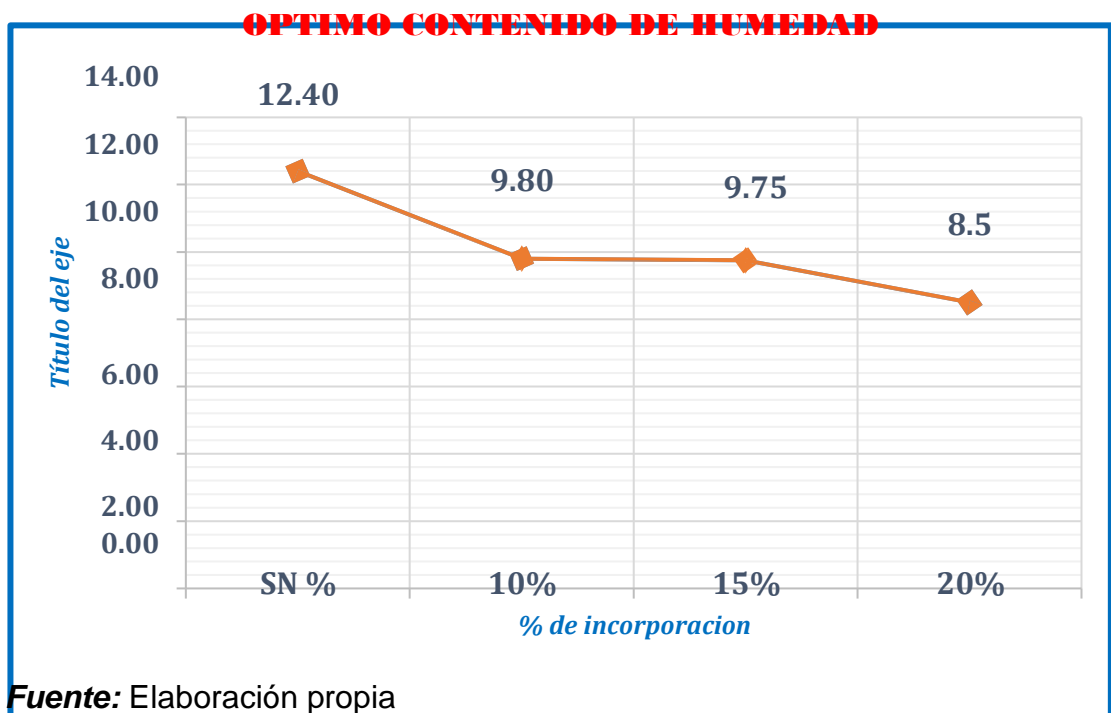
Fuente: “Elaboración propia”

Figura N° 20: Ensayo de densidad máxima seca C-1



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 21: Optimo Contenido de Humedad % C-1

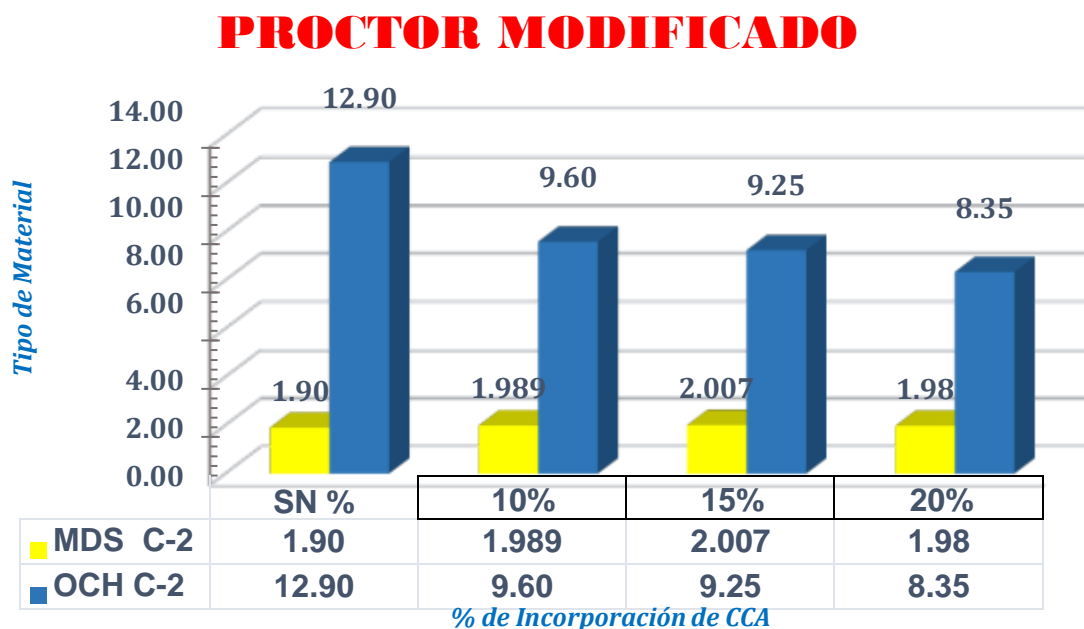


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En las figuras se detallan la DMS y OCH de la C-1 en los diferentes porcentajes de incorporación 10%, 15% y 20% de la muestra de suelo. Con el 10% de incorporación se obtuvo un DMS de (1.987 gr/cm³) y OCH (9.80%), con respecto al 15% se obtuvo (DMS de 2.005 gr/cm³) y (OCH 9.75 %) y por último el de 20% (DMS de 1.985 gr/cm³) y (OCH 8.50%) .De acuerdo a estos resultados podemos afirmar que las dosificaciones de 10% y 15% han mejorado con respecto a la muestra patrón, el cual es aplicable para compactación de un subrasante incorporando material de demolición; además se pudo determinar el porcentaje óptimo para la estabilizar el tipo de suelo estudiado.

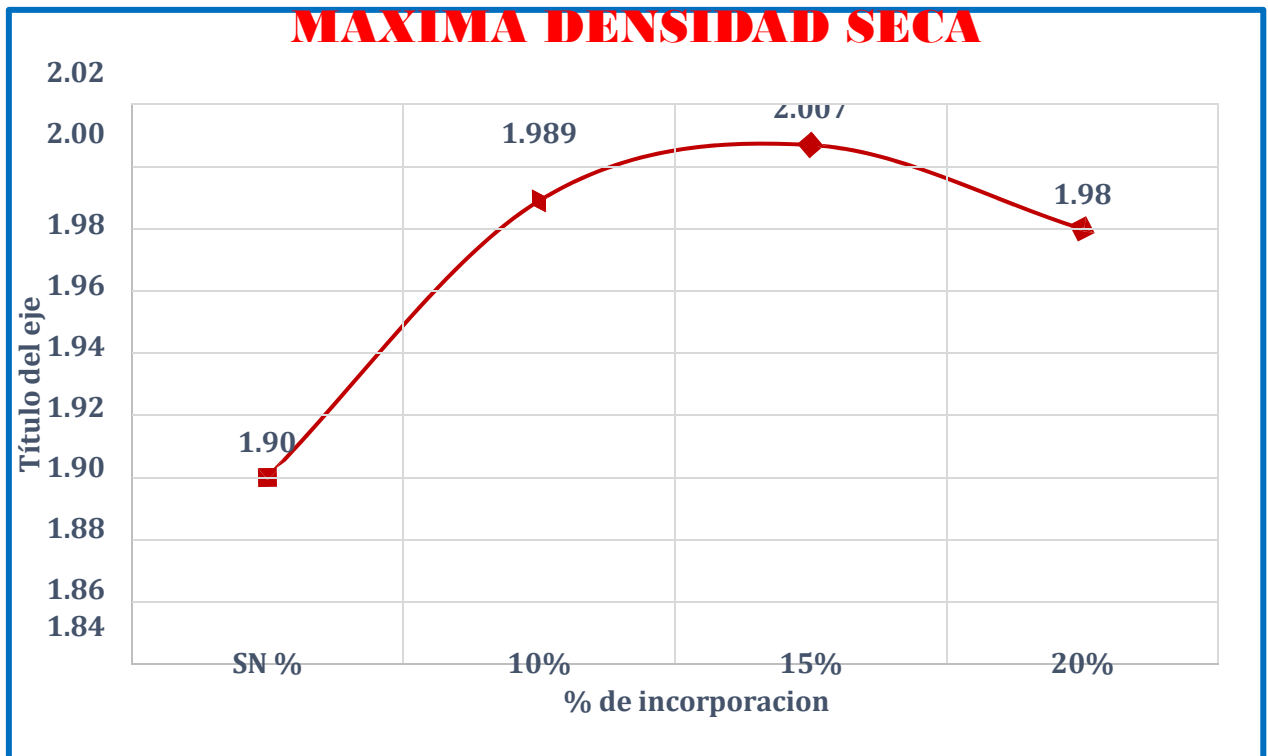
Tabla N°14: “Resultados del ensayo Proctor Modificado del SN más el % de incorporación del árido grueso reciclado C-2”

Ensayo de Proctor Modificado	Suelo Natural	Dosificación del Áridos Reciclado Grueso		
	SN	SN+10%	SN+15%	SN+20%
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.900	1.989	2.007	1.98
Opt, Contenido de Humedad (%)	12.90%	9.60	9.25	8.35



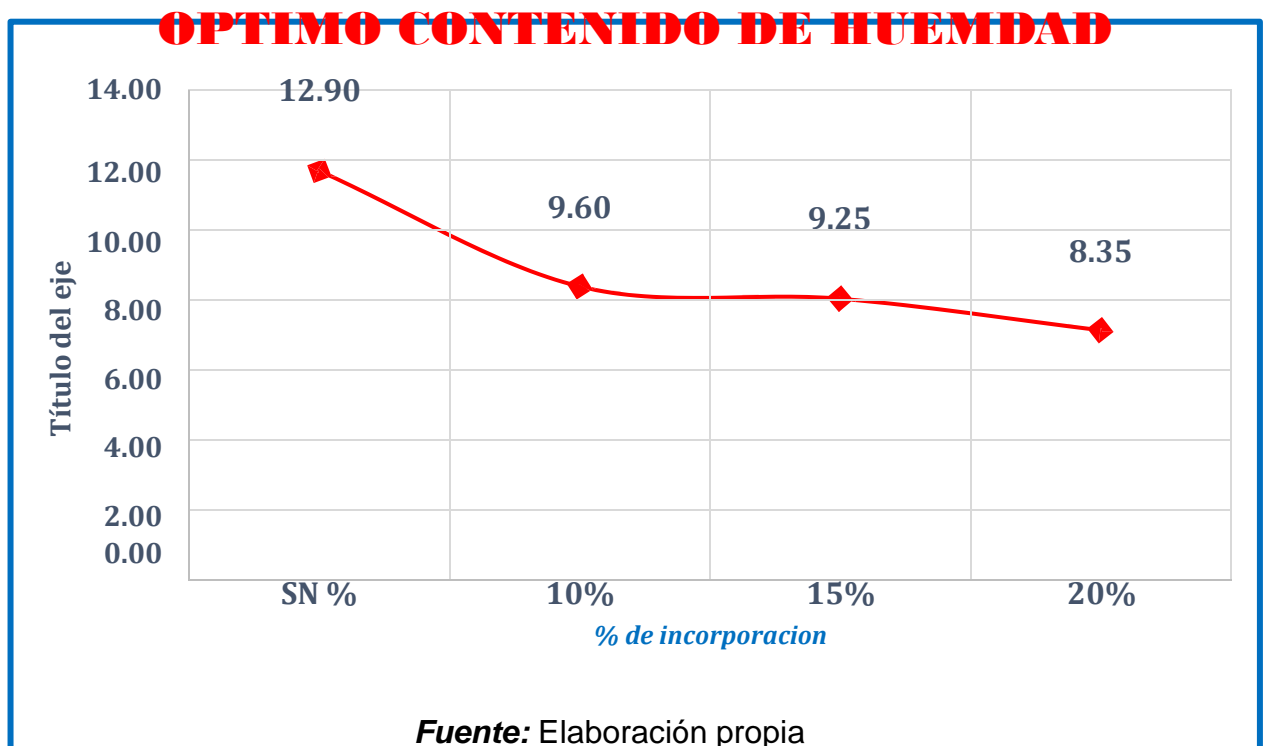
Fuente: Elaboración propia

Figura N°22 : Ensayo de densidad máxima seca C-2



Fuente: Elaboración propia

Figura N°23: Optimo Contenido de Humedad % C-2



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 22 y 23 se detalla los resultados obtenidos a través del ensayo de Proctor modificado en el cual se obtuvo con el 10% de agregado una DMS de 1.989 y OCH de 9.60%, en la segunda incorporación del 15% MDS=2.007 y OCH=9.25% y en cuanto al 20% tenemos un MDS=1.98 y OCH=8.35%.

De acuerdo a los resultados podemos concluir que con las primeras dosificaciones ha mejorado la resistencia del suelo natural el cual se determina que es aplicable para la compactación de la subrasante esto a través de la dosificación óptima determinada (áridos grueso)

- **Ensayo de CBR SN+% de incorporación**

Tabla N°15 “Resultados del ensayo CBR del SN más el % de dosificación del árido grueso reciclado C-1”

Ensayo de CBR	Suelo Natural	Dosificación del Aridos Reciclado Grueso		
	SN	SN+10%	SN+15%	SN+20%
CBR (100% DMS) 0.1”	8.17%	12.80%	15.07	9.50%
CBR (95% DMS) 0.1”	4.85%	10.25%	15.75	11.86%

Fuente: Elaboración propia

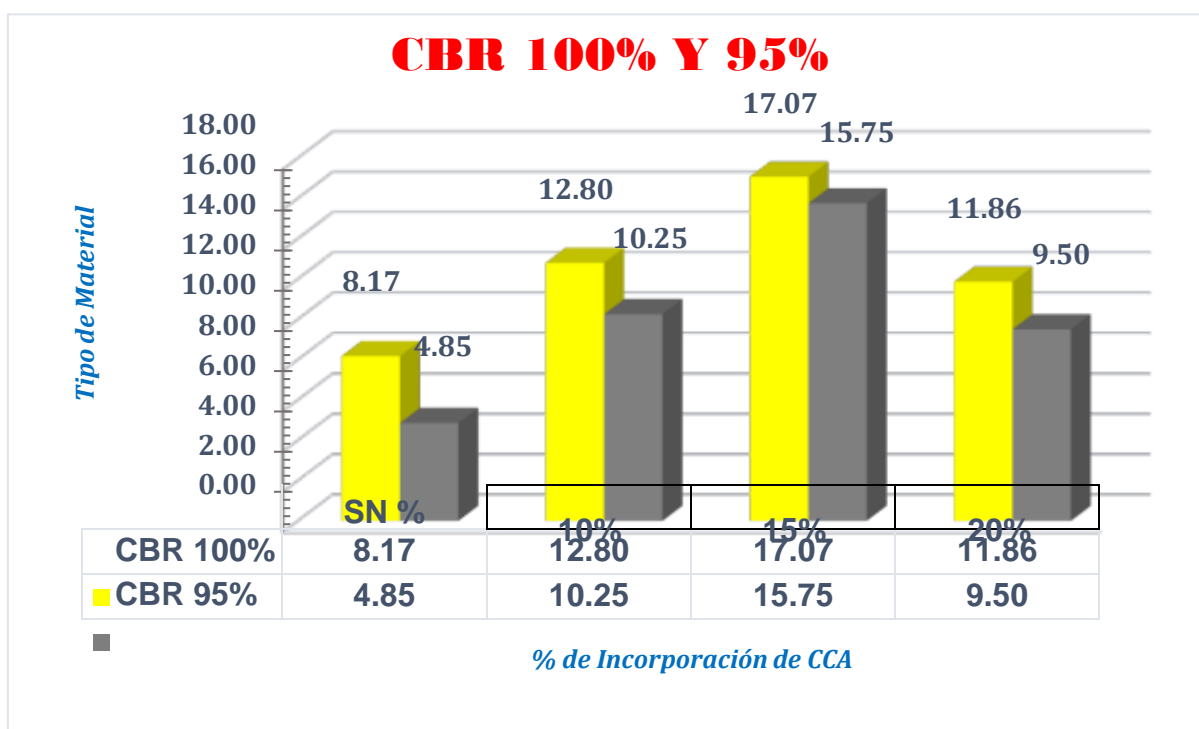


Figura N°24: Ensayo de CBR al 100% C-1

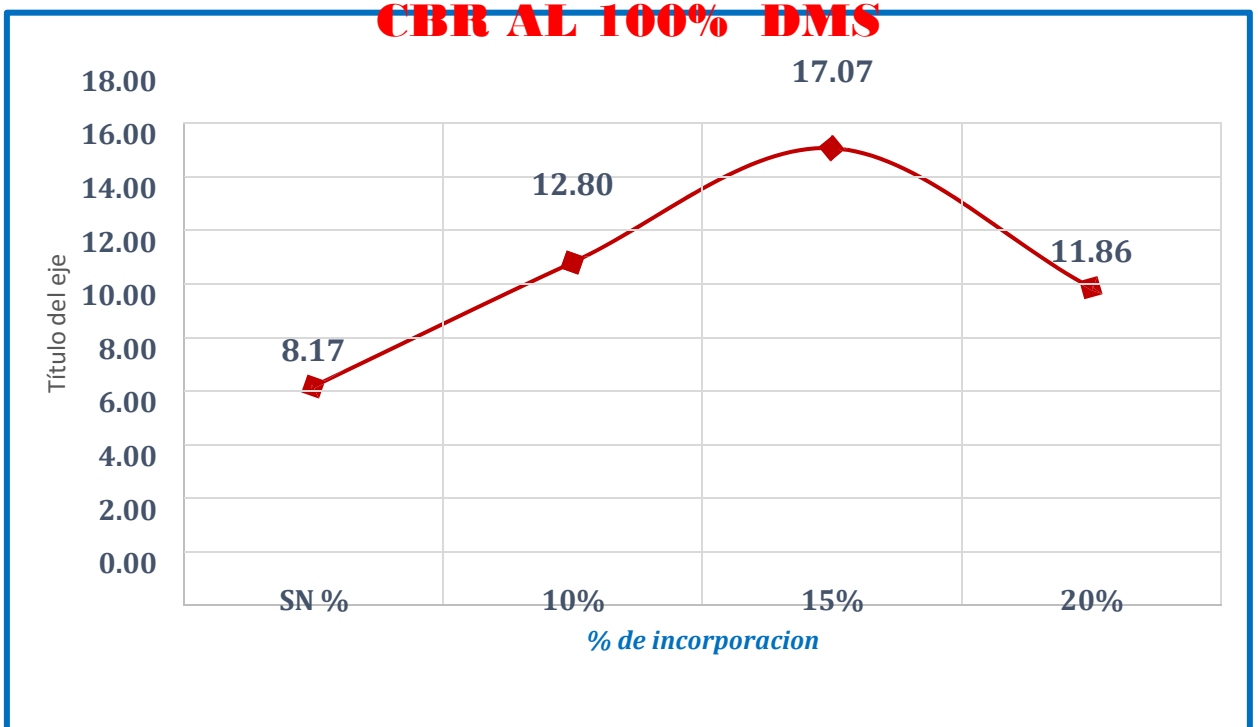
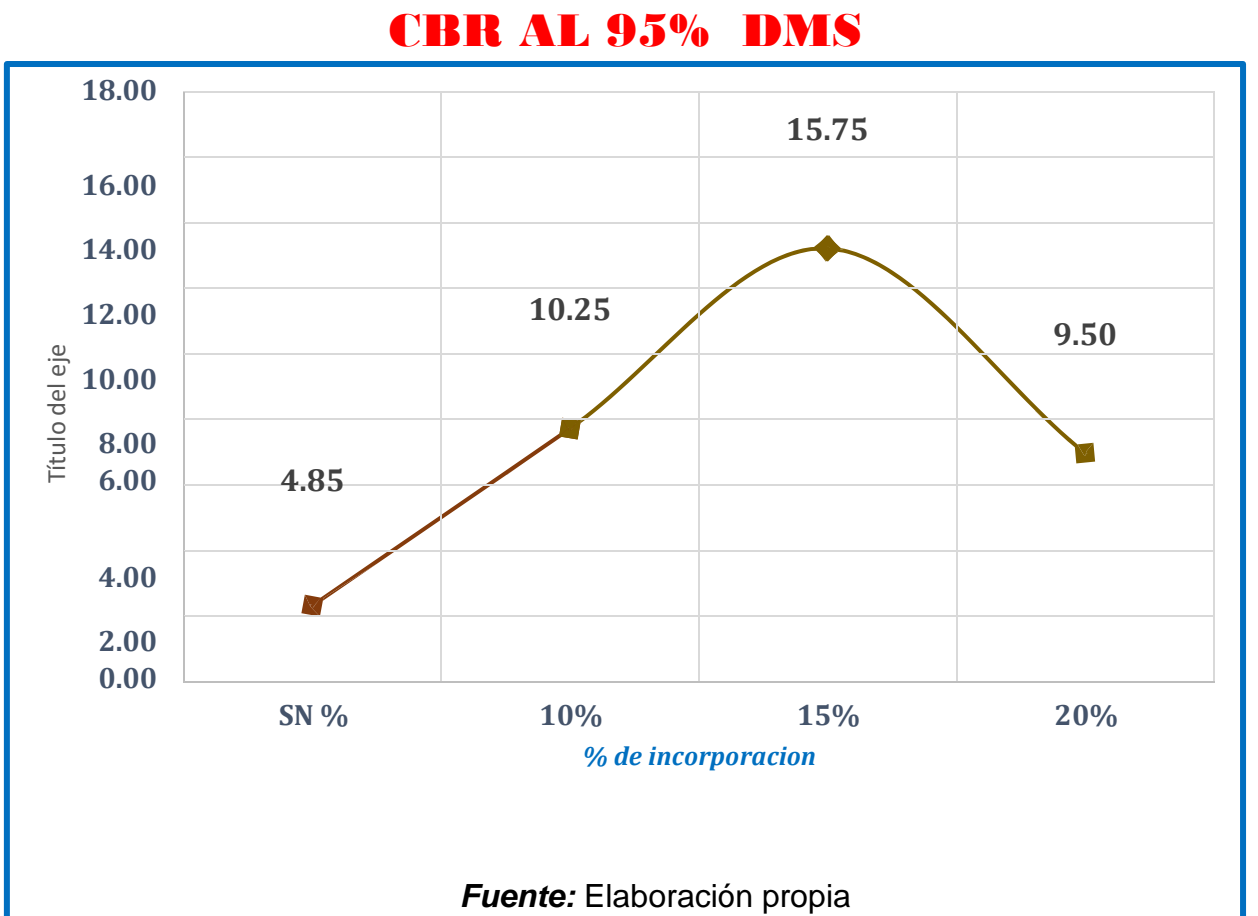


Figura N°25 : Ensayo de CBR al 95% C-1



Interpretación: En la figura 24 y 25 se detalla los resultados obtenidos en la máxima densidad seca al 100% y 95%, como primera muestra SN CBR 100% MDS= 8.17% y CBR 95% MDS=4.85%, el 10% de incorporación con un CBR 100% MDS=12.80% y CBR 95% MDS=10.25%, con el 15% se obtuvo un CBR 100% MDS=17.07% y CBR 95% MDS=15.75% y por último con 20% de incorporación se obtuvo al 100% MDS=11.86% y al 95% MDS=9.50%.

De acuerdo a los resultados obtenidos del 100% y 95% de la máxima densidad seca al 0.1" podemos definir que el suelo estabilizado con material de demolición cumple los requisitos mínimos de la norma del Ministerio de transporte y comunicación dado que el suelo estabilizado se encuentra en la categoría S3: Suelo bueno con un % de CBR de 17.07%

Categoría	% de CBR de Subrasante
S0: Subrasante inadecuada	CBR<3%
S1: Subrasante pobre	CBR=3%-5%
S2: Subrasante regular	CBR=6%-10%
S3: Subrasante buena	CBR=11%-19%
S4: Subrasante muy buena	CBR=20%-29%
S5: Subrasante excelente	CBR>30%

Tabla N°16 “Resultados del ensayo CBR del SN más el % dosificación del árido grueso reciclado C-2”

Ensayo de CBR	Suelo Natural	Dosificación del Áridos Reciclado Grueso		
	SN	SN+10%	SN+15%	SN+20%
CBR (100% MDS) 0.1”	7.94%	13.35	20.09	13.18
CBR (95% MDS) 0.1”	6.70%	11.50	17.80	10.80

Fuente: Elaboración propia

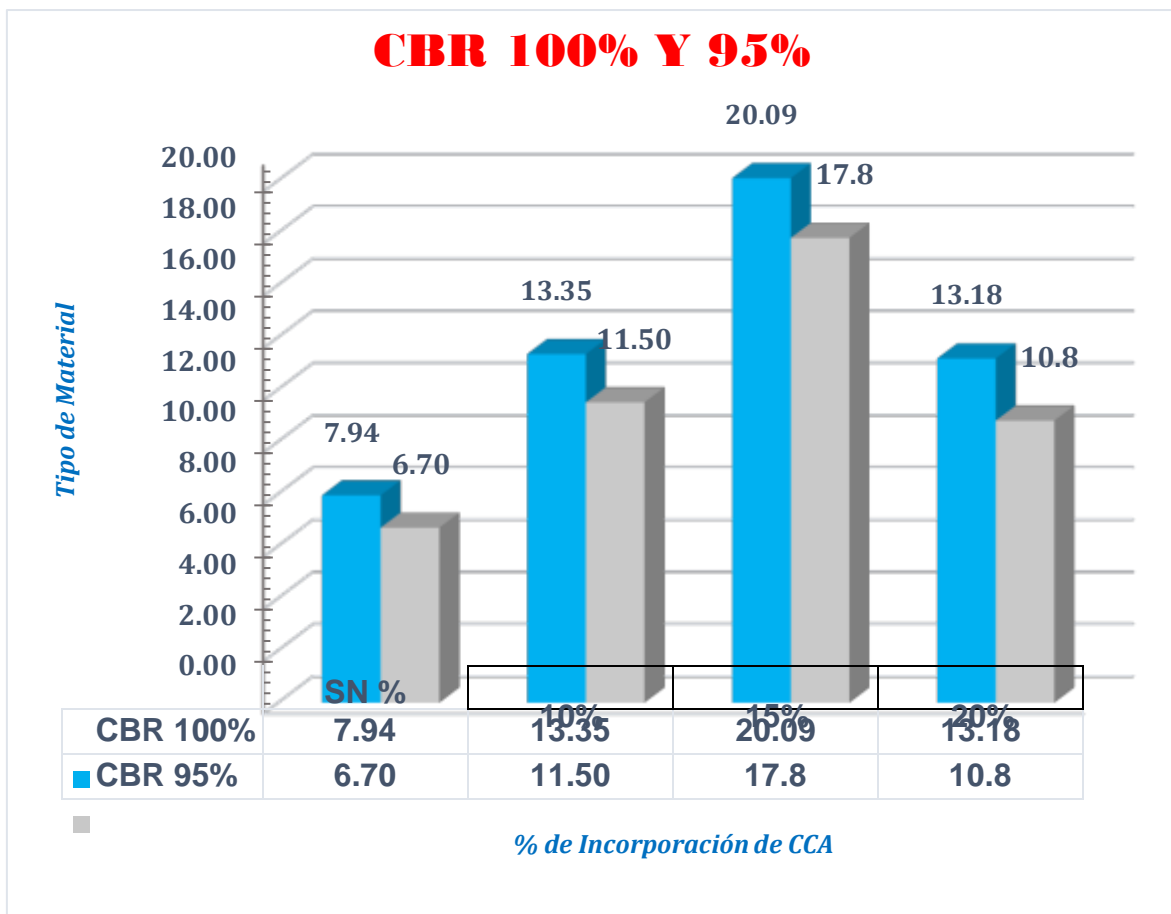
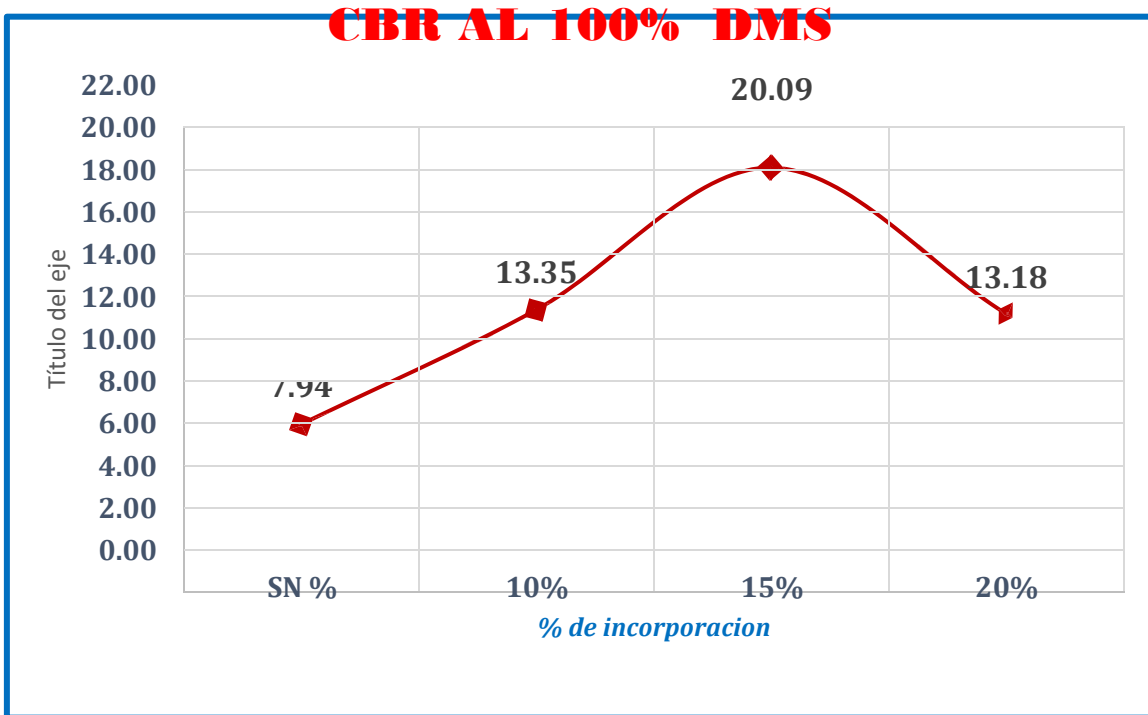
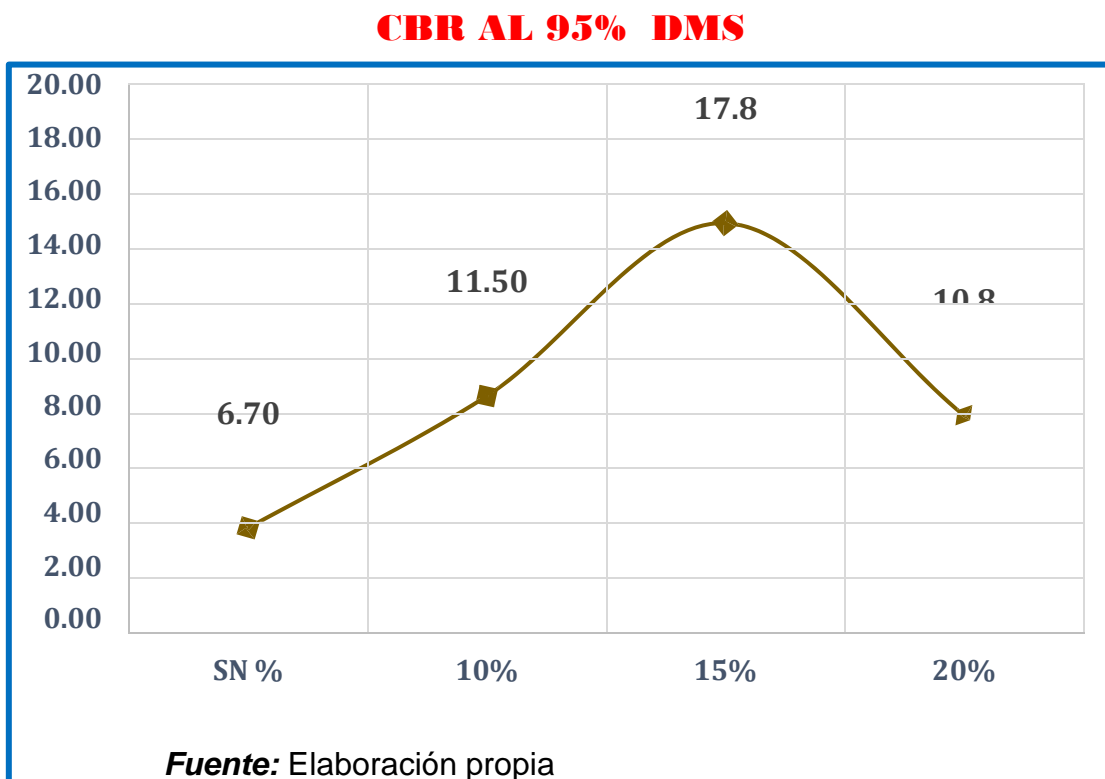


Figura N°26 : Ensayo de CBR al 100% C-2



Fuente: Elaboración propia

Figura N°27: Ensayo de CBR al 95% C-2



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 26 y 27 se detalla los resultados MDS al 100% y MDS al 95%, el cual sirvió para determinar la capacidad de resistencia del suelo estabilizado en los porcentajes de 10%, 15% y 20% y poder establecer la categoría a que pertenecen.

Con el de 10% de incorporación se obtuvo un CBR 100% MDS=13.35% y CBR 95% MDS=11.50%, con el 15% se obtuvo un CBR 100% MDS=20.09% y CBR 95% MDS=17.80% y por último con 20% de incorporación se obtuvo al 100% MDS=13.18% y al 95% MDS=10.80%.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la máxima densidad seca 0.1” podemos definir que el suelo estabilizado con material de demolición cumple los requisitos mínimos de la norma del Ministerio de transporte y comunicación dado que el suelo estabilizado se encuentra en la categoría S4: Suelo muy bueno con un % de CBR de 20.09%

Categoría	% de CBR de Subrasante
S0: Subrasante inadecuada	CBR<3%
S1: Subrasante pobre	CBR=3%-5%
S2: Subrasante regular	CBR=6%-10%
S3: Subrasante buena	CBR=11%-19%
S4: Subrasante muy buena	CBR=20%-29%
S5: Subrasante excelente	CBR>30%

4.3. Análisis del costo unitario para la fabricación de un m2 de subrasante mejorada con la incorporación de áridos reciclados 0%, 10 % y 15%

Figura N°28: Análisis de costos unitarios por m2 de Material de Cantera 0% de incorporación

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	1001001 MEJORAMIENTOS VIAL DE PISTAS Y VEREDAS						Fecha presupuesto	21/11/2021
Subpresupuesto	001 SUBRASANTE ESTABILIZADA							
Partida	01.01 SUBRASANTE NATURAL ESTABILIZADA							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			14.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0133	24.44	0.33		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0200	18.53	0.37		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0400	16.76	0.67		
						1.37		
Materiales								
0293010001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0200	5.00	0.10		
0294010001	MATERIAL DE CANTERA PUESTA EN OBRA	m3		0.3000	35.00	10.50		
						10.60		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.37	0.07		
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0067	150.00	1.01		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0067	115.17	0.77		
0304010003	CAMION CISTERNA	hh	1.0000	0.0067	100.00	0.67		
0304010004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP	hh	1.0000	0.0067	30.00	0.20		
						2.72		

Fuente: Elaboración propia

Figura N°29: Análisis de costos unitarios por m2 de Suelo Natural +10% de incorporación

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	1001002 INCORPORACION DE ARIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA LA ESTABILIZACION DE UNA SUBRASANTE						Fecha presupuesto	21/11/2021
Subpresupuesto	002 SUBRASANTE ESTABILIZADA 10% RCD							
Partida	AFIRMADO COMPACTADO AL 10% DE ARIDO GRUESO RECICLADO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			8.44	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$i.	Parcial \$i.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0133	24.44	0.33		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0200	18.53	0.37		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0400	16.76	0.67		
						1.37		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.37	0.07		
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0067	150.00	1.01		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0067	115.17	0.77		
0304010004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP	hh	1.0000	0.0067	30.00	0.20		
						2.05		
Subpartidas								
010304010208	AFIRMADO RECICLADO AL 10% DE ADICION	m3		0.3000	16.74	5.02		
						5.02		

Análisis de precios unitarios de subpartidas								
Presupuesto	1001002	INCORPORACION DE ARIDOS GRUESOS RECILADOS PARA LA ESTABILIZACION DE UNA SUBRASANTE						
Subpresupuesto	002	SUBRASANTE ESTABILIZADA 10% RCD					Fecha presupuesto	21/11/2021
<hr/>								
Partida	(010304010208-1001002-01) AFIRMADO RECICLADO AL 10% DE ADICION							
Rendimiento	m3/DIA	MO.470.00	EQ.470.00	Costo unitario directo por : m3			16.74	
<hr/>								
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
02070400010007	ARIDO GRUESO RECICLADO	m3		0.1000	40.00	4.00		
0294010003	MATERIAL PROPIO	m3		0.9000	10.00	9.00		
						13.00		
Equipos								
03011800010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930	hm	1.0000	0.0170	220.00	3.74		
						3.74		

Fuente: Elaboración propia

Figura N°30: Análisis de costos unitarios por m2 de Suelo Natural +15% de incorporación

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	1001002	INCORPORACION DE ARIDOS GRUESOS RECILADOS PARA LA ESTABILIZACION DE UNA SUBRASANTE						
Subpresupuesto	001	SUBRASANTE ESTABILIZADA 15% RCD					Fecha presupuesto	21/11/2021
Partida	1.01	AFIRMADO COMPACTADO AL 15% DE ARIDO RUESO RECICLADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unitario directo por : m2			8.89	
<hr/>								
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.0133	24.44	0.33		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0200	18.53	0.37		
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.0400	18.76	0.67		
						1.37		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.37	0.07		
0301100008	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0067	150.00	1.01		
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0067	115.17	0.77		
0304010004	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7HP	hh	1.0000	0.0067	30.00	0.20		
						2.05		
Subpartidas								
010304010208	AFIRMADO RECICLADO AL 15% DE ADICION	m3		0.3000	18.24	5.47		
						5.47		

Análisis de precios unitarios de subpartidas								
Presupuesto	1001002	INCORPORACION DE ARIDOS GRUESOS RECILADOS PARA LA ESTABILIZACION DE UNA SUBRASANTE						
Subpresupuesto	001	SUBRASANTE ESTABILIZADA 15% RCD					Fecha presupuesto	21/11/2021
<hr/>								
Partida	(010304010206-1001002-01) AFIRMADO RECICLADO AL 15% DE ADICION							
Rendimiento	m3/DIA	MO.470.00	EQ.470.00	Costo unitario directo por : m3			18.24	
<hr/>								
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales								
02070400010007	ARIDO GRUESO RECICLADO		m3		0.1500	40.00	6.00	
0294010003	MATERIAL PROPIO		m3		0.8500	10.00	8.50	
							14.50	
Equipos								
03011600010002	CARGADOR FRONTAL CAT-930		hm	1.0000	0.0170	220.00	3.74	
							3.74	
<hr/>								

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En las figuras 17, 18 y 19 se detalla el análisis de costos unitarios realizados a la muestra patrón y a la adición de 10% y 15% de obteniendo gran variación entre los resultados.

Para la partida Subrasante Natural el costo por metro cuadrado es de 14.69 soles con recursos de: mano de obra (operario, oficial y peón), Materiales (agua puesta en obra y material de cantera puesta en obra) y Equipos de obra (herramientas manuales, rodillo vibratorio, motoniveladora, camión cisterna y compactador vibratorio) trabajando con un rendimiento de 1200,00 m2/dia.

Así mismo en la partida Afirmado Compactado al 10% y 15% de Áridos Gruesos Reciclados se obtuvo que el costo unitario por m2 es de 8.44 y de 8.89 soles el cual contiene mano de obra (operario, oficial y peón) , Equipos (herramientas manuales, rodillo vibratorio, motoniveladora, compactador vibratorio) y una subpartida de Afirmado reciclado al 10% y 15% con la unidad en m³, con recurso de Afirmado grueso reciclado puesto en obra, material propio seleccionado y cargador frontal, en el cual se ha subdividido para mejores fines de mediciones, programación, evaluación y pago respectivo.

Tabla N°17 “Cuadro de Resultados”

N°	Descripción	Densidad Máxima (kg/cm3)	Optimo Contenido de Humedad (%)	CBR 95%	CBR 100%	Categoría de Subrasante
C-01	Suelo Natural +0%	1.915	12.40	4.85	8.17	S2: pobre/ S3: regular
	Suelo Natural +10%	1.987	9.80	10.25	12.08	S3: Regular /S4: Buena
	Suelo Natural +15%	2.005	9.75	15.75	17.07	S4: Subrasante buena
	Suelo Natural +20%	1.985	8.50	9.50	11.86	S3: Regular /S4: Buena
C-02	Suelo Natural +0%	1.90	12.90	6.70	7.94	S3: Subrasante regular
	Suelo Natural +10%	1.989	9.60	11.50	13.35	S4: Subrasante buena
	Suelo Natural +15%	2.007	9.25	17.80	20.09	S4: S. buena/ S5: muy buena
	Suelo Natural +20%	1.980	8.35	10.80	13.18	S4: Subrasante buena

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSION

Según Fernández (2018) en su proyecto de tesis planteo como objetivo principal mejorar las propiedades mecánicas de una subrasante a través de la incorporación de concreto reciclado, con porcentajes de dosificación del 10%, 20% y 30%, el investigador definió la composición granulométrica de su material de adición (concreto reciclado), utilizando solo el material que pasa la malla 3/4" y que retiene 3/8". A través de ensayos de laboratorio determinó su suelo predominante del lugar de estudio clasificado como A-1-b (0) (fragmentos de piedra grava y arena) y una arena limosa con grava según la clasificación SUCS, con un valor de CBR inicial de 48% al 95% de la DMS y un 71.00% al 100% de la DMS, siendo considerado un suelo de arena mal graduada con limo y grava, el porcentaje óptimo de adición lo obtuvo al 30%, con el valor de OCH=6.90%, DMS=2.170 gr/cm³ y un CBR de 71.50% al 95% de la DMS y un 160.60% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante excelente de acuerdo a la norma del MTC. A comparación del estudio realizado, el tipo de suelo encontrado según la clasificación AASHTO es A-2-4(0) considerado un suelo de tipo arena limosa con humedad optima del punto más favorable SN+15% con un OCH de la C-2 igual al 9.25 %, y una máxima densidad seca de DMS de 2.007 gr/cm³ con un CBR de 17.80% al 95% de la DMS, y un 20.09 al 100% de la DMS, siendo categorizada como una subrasante muy buena de acuerdo a la normativa aplicada. Ambas investigaciones contemplaron 02 tipos diferentes de suelos, no obstante, ambas cumplen con sus objetivos planteados, en cuanto a los resultados obtenidos, todos los porcentajes de adición propuestos por Fernández resultaron positivos, a diferencia de la presente investigación, en donde la adición al 20% de áridos gruesos reciclados presentó una disminución de la capacidad de soporte de la subrasante con respecto al punto de adición anterior (15%) Por otra parte, el valor inicial del CBR es extremadamente alto a comparación del obtenido en al presente investigación, los resultados de ambas investigaciones presentan notables diferencias, no obstante, esto se puede deber a las propiedades fi

sico mecánicas que presentan ambos suelos, adicional a ello, la investigación de Fernández presenta valores superiores en densidad y menores en el contenido de humedad óptimo, ambos debido a la mayor presencia de concreto reciclado (30%), puesto que este material es más denso y posee casi nula absorción al agua.

En cuanto a la investigación realizado por Noriega (2020), planteó como objetivo determinar la influencia de la adición del concreto reciclado en la estabilización de una subrasante compuesta por suelos arcillosos, para ello propuso la adición del 7%, 10% y 12% de concreto reciclado, el investigador definió la composición granulométrica de su material de adición (concreto reciclado pulverizado), utilizando solo el material que pasa la malla #80. A través de ensayos de laboratorio determinó su suelo predominante del lugar de estudio clasificado dentro del grupo A-4(1) / A-4(2), con un valor de CBR inicial de 2.34% al 100% de la DMS (subrasante inadecuada según el MTC), siendo considerado un suelo limoso arcilloso según el sistema ASSHTO, y un suelo de tipo CL (Arcilla de baja plasticidad) según el sistema SUCS, el porcentaje óptimo de adición lo obtuvo al 7%, con el valor de OCH=7.94% y un DMS=2.758 gr/cm³ y un CBR de 58.87% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante excelente de acuerdo a la norma del MTC. En cuanto a la presente investigación, el tipo de suelo estudiado pertenece a al grupo A-2-4(0), el porcentaje óptimo definido por Noriega es inferior, siendo el de la presente investigación la adición de áridos gruesos al 15% (8% de diferencia), además, esta adición óptima se obtuvo (con referencia a la C-2) con un valor de DMS de 2.007 gr/cm³, siendo un valor inferior al del antecedente, por otra parte, el OCH tuvo un valor de 9.25%, siendo un valor superior en contraste al definido por Noriega, finalmente, el valor de CBR del suelo natural tuvo un valor de 2.34% en contraste al 7.94% obtenido en la presente investigación, además, existe una notable diferencia en el ensayo CBR, pues se obtuvo un valor de 17.80% al 95% de la DMS y un 20.09% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante buena/muy buena de acuerdo a la norma del MTC, en resumen, ambas investigaciones

cumple con sus objetivos planteados, no obstante, la diferencia de las características físico mecánicas pueden explicar las diferencias obtenidas en los ensayos aplicados, además de que el material utilizado como adición por Noriega fue concreto reciclado pulverizado, difiriendo bastante del utilizado en la presente investigación (concreto reciclado triturado en granos gruesos que pasen la malla 3/4" y que retiene 3/8").

Para Ríos Huamán (2021) en su proyecto de investigación, planteo como objetivo principal medir el nivel de estabilización de un suelo inestable a través de incorporar de concreto reciclado pulverizado en porcentajes de 11%, 13% y 15% para luego someterlos física y mecánicamente mediante los ensayos de laboratorio (granulometría, LL, LP y Índice de Plasticidad, proctor y CBR) con el fin de poder obtener la clasificación del tipo de suelo estudiado según el método (AASHTO y SUCS). En cuanto al ensayo granulométrico el investigador utilizó mallas a partir de N°80, malla N°100 y N°200 con el fin de poder calcular el porcentaje que retiene en cada malla y poder clasificarlo juntamente con los resultados de límites de consistencia el cual obtuvieron los promedios de LL de 29.40, Limite Plástico con un valor de 16 y un Índice de Plasticidad de 13.40 concluyendo así, que la clasificación del suelo se encuentra en A-7-6 AASHTO y SUCS un suelo limoso Arcilloso. Para medir la capacidad del suelo el investigador realizo ensayos de proctor Modificado realizando la incorporación del concreto pulverizado (que pasan la malla N°80) al suelo limoso arcilloso con la adición optima del 15% obteniendo 21.82% de OCH y una máxima densidad Seca de 1.50 gr/cm³ y un CBR al 100% de 13% clasificándolo como un suelo S3: Subrasnate Buena de acuerdo a la normativa. En comparación del estudio con la tesis planteada nos damos cuenta que hay gran diferencia en cuanto al tipo de suelo estudiado ya que en la investigación se encontró suelos arenosos limosos el cual hace que no contemos con resultados de límites NP% , el cual para clasificar el tipo suelo se desarrolló a través del ensayo granulométrico para el cual se utilizó las mallas del N° 4 ,N°10, N°40 y N°200 y poder así definir qué porcentaje de material prevaleciente en la calicata estudiadas obteniendo así en la C-1 72.37% de arena , 24.75% de

limos y 2.89% de gravas C-2 72.42% de arenas, 24.51% de limos y por ultimo 3.08% de grava. En cuanto al tipo de concreto utilizado fue triturado (áridos gruesos reciclados que pasan por la malla 3/4" y que se retiene en la malla 3/8".) el cual fue mezclado juntamente con el suelo estudiado para el realizar el ensayo de proctor modificado con el porcentaje óptimo de 15% obtenido un OCH de 9.25% y un DMS de 2.007 gr/cm³ y un CBR al 100% de 20.09% categorizándolo como un suelo S4: Subrasante muy buena. En resumen ambas investigaciones cumplieron sus objetivos planteados, teniendo en cuenta a la normativa para poder estabilizar su tipo de suelo estudiado, en cuanto a los resultados e incorporación hay variación esto al hecho que el suelo estudiado son diferentes esto dado a que Ríos Huamán estabilizo un suelo Limoso Arcillo a comparación del proyecto se estabilizo un suelo Arenoso Limoso el cual tiene distintas propiedades físicas.

Según (Cuesta Manzo 2017), en su proyecto de tesis planteo como objetivo principal la evaluación del comportamiento de un suelo arcilloso ubicado en su población elegida al ser adicionado escombros de concreto triturado en proporciones del 5%, 10%, 15% y 20%, el investigador no definió con precisión el tamaño de los granos que compusieron los escombros triturados (Granulometría), asumiendo que se usó una mezcla de granos, producto de la trituración de estos (agregado fino y grueso), A través de ensayos de laboratorio determinó su suelo predominante del lugar de estudio, clasificado dentro del grupo A-7-5 en el sistema ASSHTO y como un suelo arcilloso según el sistema SUCS, el valor de CBR inicial fue de 0.7% al 95% de la DMS y un 1.5% al 100% de la DMS, el porcentaje que dotó al suelo de las mayores propiedades físico mecánicas lo obtuvo al 20%, con un valor de OCH=9.50% y un DMS=1.875 gr/cm³ y un CBR de 17.00% al 95% de la DMS y un 19.60% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante buena de acuerdo a la norma del MTC. A comparación del estudio realizado, el tipo de suelo encontrado pertenece a otro grupo, puesto que este fue clasificado según el sistema AASHTO en el grupo A-2-4(0) considerado un suelo de tipo arena limosa, con humedad optima del punto más favorable SN+15% con un OCH de la C-2 bastante similar al obtenido

por Cuesta, siendo este valor de 9.25 %, con una máxima densidad seca de 2.007 gr/cm³, obteniendo una mayor densidad respecto al antecedente, finalmente se obtuvo valores en el ensayo de CBR de 17.80% al 95% de la DMS y un 20.09% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante buena/muy buena de acuerdo a la norma del MTC, en resumen, ambas investigaciones cumplen con sus objetivos planteados, además, los datos obtenidos en la capacidad de soporte, OCH y densidad son bastante similares, lo que nos indica que las propiedades física mecánicas de ambos suelos, a pesar de pertenecer a grupos diferentes, son afectados de forma similar de acorde a los porcentajes de adición del 20% para Cuesta y 15% para la presente investigación; adicionalmente puede que exista una diferencia en la composición granulométrica de la adición (concreto triturado), esto debido a que en la investigación del antecedente no se define la composición de la misma, mientras que en la presente investigación, se definió como el material que pasa la malla 3/4" y que retiene 3/8".

Para Gonzales (2021) en su proyecto de tesis planteo como objetivo principal determinar las propiedades físico y mecánicas mediante la adición de RCD de una subrasante blanda/muy blanda en porcentajes del 30%, 40% y 50%, el investigador definió la composición granulométrica del material RCD, detallando un 38.1% de arena y un 38.90% de grava, además de un 23% de finos. A través de ensayos de laboratorio determinó su suelo predominante del lugar de estudio, clasificado dentro del grupo A-4 en el sistema ASSHTO y un suelo limoso de baja plasticidad según el sistema SUCS, con un valor de CBR inicial de 3.90% al 95% de la DMS y un 8.60% al 100% de la DMS (subrasante pobre y regular respectivamente), el porcentaje que doto al suelo de las mayores propiedades físico mecánicas lo obtuvo al 50%, con el valor de OCH=5.60% y un DMS=2.08 gr/cm³ y un CBR de 25.50% al 95% de la DMS y un 43% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante muy buena y excelente respectivamente de acuerdo a la norma del MTC. A diferencia de la investigación de Gonzales, la presente investigación propuso porcentajes de adición inferiores (10%, 15 % y 20%); obteniendo los mayores valores de las propiedades físicas y

mecánicas con la adición al 20%, con un valor superior del OCH (9.25%), esto debido a la menor presencia de granos gruesos que son incapaces de absorber agua, además, la densidad seca máxima obtenida (2.007 gr/cm³) fue ligeramente inferior, posiblemente debido a la composición de la muestra ensayada; en resumen, ambas investigaciones cumplen con sus objetivos planteados pero contienen diferencias que son sustentadas por la diferencia de los suelos ensayados y por el material de adición empleado, siendo RCD con todos sus componentes finos y gruesos la adición empleada por Gonzales, en contraste con la adición de áridos gruesos que pasan la malla 3/4" y que retiene 3/8" usados en la presente investigación.

En cuanto a (Becerra Cely.2019), en su proyecto de tesis planteo como objetivo determinar los cambios en las propiedades físico y mecánicas de una subrasante compuesta por suelos arcillosos al ser adicionadas concreto reciclado en porcentajes del 5%,10% y 20%. A través de ensayos de laboratorio determinó su suelo predominante del lugar de estudio, clasificado dentro del grupo A-5 (Material limoso arcilloso) en el sistema ASSHTO y una arcilla inorgánica altamente plástica (CH) según el sistema SUCS, con un valor de CBR inicial de 4.00% al 95% de la DMS y un 4.00% al 100% de la DMS (subrasante pobre según el MTC), el porcentaje que dota al suelo de las mayores propiedades físico mecánicas lo obtuvo al 5% y 10% con el valor de OCH=16.00% y un DMS=1.74 gr/cm³ y un CBR de 4.00% al 95% de la DMS y un 6.00% al 100% de la DMS, categorizándose como una subrasante regular de acuerdo a la norma del MTC; el investigador concluyó que los RCD mixtos (cerámicas concreto, mampostería) no son funcionales en ninguna de las propuestas debido a que el CBR se encuentran por debajo del porcentaje óptimo de acuerdo al MTC. A comparación el proyecto de investigación se utilizó incorporación de RCD (áridos gruesos procedentes de concreto estructural); para identificar el tipo de suelo estudiado de C-1 y C-2 se realizó el ensayo de granulometría en el cual se encontró mayor porcentaje de arena con 72.37% y 24.75% Limos C-1 y C-2 con 72.42% de arena y 24.51% de limos, teniendo un suelo predominante de arena limosa SM, con clasificación AASHTO A-2-4(0). En cuanto a los

resultados de Proctor modificado se obtuvo un óptimo contenido de humedad de 9.25% y con una máxima densidad seca de 2.007 gr/cm³, con CBR al 100% de 20.09% y 95% de 17.80 concluyendo que la propuesta es funcional debido a que el porcentaje de CBR se encuentra dentro de los parámetros de acuerdo a normativa del MTC con una categoría de S4: Substrante muy buena; en resumen, los resultados obtenidos en la presente investigación contrastan de forma positiva puesto que el antecedente no logró cumplir con sus objetivos planteados; por otra parte los suelos trabajados pertenecen a dos grupos diferentes, así como el material de adición, puesto que el autor utiliza residuos de construcción y demolición mixtos, contando la presencia de baldosas, residuos de pavimentos flexibles, entre otros, además de utilizar ambos granos (finos y gruesos), dando como resultado que la muestra tenga un comportamiento que no satisface las normas aplicadas.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Mediante la realización de los ensayos de laboratorio de granulometría por tamizado, contenido de humedad y límites de atterberg se pudo identificar el comportamiento de las *propiedades físicas* de la muestra estudiada, pudiendo comparar así los resultados en contraste con el suelo natural (muestra patrón), pudiéndose identificar la humedad natural del suelo, además; se identificó que el suelo no posee propiedades referentes a la plasticidad, puesto que no se pudo realizar los ensayos de límites de atterberg (suelo no plástico y no líquido), además de ello, se pudo clasificar el tipo de suelo mediante el ensayo de granulometría por tamizado. Por otra, se pudo identificar el cambio de las *propiedades mecánicas* del suelo al adicionarse los porcentajes de árido grueso reciclado mediante los ensayos de Proctor y CBR, concluyendo que el óptimo contenido de humedad disminuyó en la muestra a medida que la adición de concreto aumentó, en contraste a ello, la densidad seca máxima aumentó en relación directamente proporcional a la adición.
- ✓ Con la realización del ensayo *CBR*, se pudo conocer la incidencia de la adición del material agregado grueso reciclado a la capacidad de soporte que presentaba inicialmente la muestra estudiada, en la calicata 01 al 0% de adición se obtuvo valores de 4.85% al 95% y 8.17 al 100% de la máxima densidad seca (MDS), al 10% de adición se obtuvo valores de 10.25% al 95% y 12.08 al 100% de la MDS, al 15% de adición se obtuvo valores de 15.75% al 95% y 17.07% al 100% de la MDS, al 20% de adición se obtuvo valores de 9.50% al 95% y 11.86 al 100% de la MDS. En la calicata 02 al 0% de adición se obtuvo valores de 6.70% al 95% y 7.94% al 100% de la máxima densidad seca (MDS), al 10% de adición se obtuvo valores de 11.50% al 95% y 13.35% al 100% de la MDS, al 15% de adición se obtuvo valores de 17.80% al 95% y 20.09% al 100% de la MDS, al 20% de adición se obtuvo valores de 10.80% al 95% y 13.18 al 100% de la MDS.
- ✓ Contemplando los resultados obtenidos en laboratorio, el investigador concluye que el *porcentaje de incorporación óptimo* para la aplicación de la

- ✓ técnica mejoramiento de subrasante con la adición de áridos gruesos reciclados fue del 15% de adición con respecto al peso de la muestra, puesto que exhibe el mayor cambio de sus propiedades en comparación de las demás muestras analizadas (0%, 10% y 20%), elevando de esta forma la capacidad de soporte de una subrasante con categoría *pobre/regular* a una *buena/muy buena*, de acorde al 95% y 100% de la MDS respectivamente.
- ✓ Con la identificación de estas propiedades, se pudo identificar el tipo de suelo mediante los dos sistemas más empleados, siendo un suelo *arenoso limoso (SM)* según la clasificación SUCS y un suelo perteneciente al grupo *A-2-4(0)* en el sistema AASHTO (ASTM).
- ✓ Teniendo en consideración una simulación de aplicación de la técnica de mejoramiento de una subrasante con la adición de áridos gruesos reciclados en comparación a técnicas de mejoramiento de subrasante comunes, se comprobó mediante el cálculo de costos y rendimientos, que el costo unitario por m² de la propuesta es sustancialmente inferior al método tradicional con mayor semejanza (incorporación de un afirmado con material de cantera), siendo el costo de la *propuesta* al 15% de 8.89 S/. frente a el costo del *método tradicional* que fue de 14.69 S/.

VII. RECOMENDACIONES

Dados los resultados obtenidos mediante la adición del 10%, 15% y 20% de áridos gruesos reciclados a un suelo de tipo arena limosa SM, perteneciente al grupo A-2-4(0), el investigador recomienda para futuras investigaciones lo siguiente:

- Añadir en porcentajes ligeros un material de tipo ligante, con el fin de obtener mejores resultados, ya que la adición de este material, puede aumentar la cohesión de las arenas frente a los agregados gruesos, sugiriendo posiblemente el aumento exponencial de la capacidad de soporte que puedan presentar.
- Realizar la exploración de un tramo de mayor longitud alejado al ya estudiado, pero perteneciente a la misma población, puesto que, según el estudio técnico realizado por INDECI, denota la presencia del tipo de suelo arena arcillosa, sugiriendo realizar la incorporación en porcentajes ligeramente superiores, con la finalidad de ver su influencia en la capacidad de soporte en comparación con el suelo de tipo arena limosa.
- Para muestras de suelo que contengan en su granulometría un alto porcentaje de finos (arcillosos), se recomienda el uso de la incorporación de agregados gruesos reciclados finos y gruesos, debiendo definirse el porcentaje de incorporación de cada uno de ellos, esto debido a que los agregados finos reciclados pueden trabajar como arena, disminuyendo la propiedad de expansión de los suelos arcillosos.
- Usar la combinación de todos los materiales provenientes de residuos de construcción y demolición, tales como residuos de mortero, ladrillo, tejas, losetas, cerámicas, entre otros, con el fin de estudiar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de tipo arena limosa frente a la combinación de estos elementos y su influencia final en su capacidad de soporte.

REFERENCIAS

- Becerra Cely, Estudio del comportamiento en las arcillas típicas de Bogotá estabilizadas con residuos de construcción y demolición (RCD)". Colombia .2019. pág72. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24070>
- MAMANI, Raúl Angel. Mejoramiento de las Propiedades Mecánicas de Suelo con Adición de Residuos de la Construcción y Demolición para la Construcción de la Base de Pavimentos de la ciudad de Juliaca .2019. Juliaca Perú.pag.232 Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4429>
- INDECI Mapa de Peligros de la Ciudad de Moyobamba.2004. pág 115. Disponible en: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_San_Martin/moyobamba/moyobamba.pdf
- OVIEDO, Francy Kateryne, CARDENAS, Jeison. Evaluación del Comportamiento mecánico de una subrasante mejorada con rajón de concreto reciclado, mediante una modelación a escala física y numérica, caso de estudio vía Samarkanda, Funza Cundinamarca. 2021. Bogota.pag136 Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1922&context=ing_civil
- QUINTEROS, Juan Manuel. Suelo -Cemento con sustitución en franja Granulométrica con concreto reciclado. 2017. Bogotá. Pag 62 Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=ing_civil
- JR Jiménez.“Estudio comparativo de los áridos reciclados de hormigón y mixtos como material para subbases de carreteras. Innovare Revista de ciencia y tecnología 8(2):120-124 .2019. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339294018_El_concreto_con_arido_reciclado_una_opcion_de_material_para_construccion_con_criterio_de_sostenibilidad
- GLAYSON Simoes Does Reis, Marco Quattrone. Aplicaciones actuales de áridos reciclados de construcción y demolición: una revisión (Artículo Científico) 2021. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33808328/>

- MARZIEH, Kianimehr, Pilatn Tabatabaie Shourijeh. Utilization of recycled concrete aggregates for light-stabilization of clay soils. (Artículo Científico) 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819322226>
- GALARRETA, William , LLENQUE, Salvador. Influencia de la Adición de Emulsión Asfáltica en la Estabilidad de los suelos del centro poblado de villa Hermosa del distrito la Esperanza.2019. Trujillo Perú. Pag 236.Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13423>
- FERNANDEZ, Neiser Estabilización de subrasante con material de demolición en avenida malecón checa, San Juan de Lurigancho en el 2017 .2018. Lima Perú. Pag 143. Disponible en: https://www.doccity.com/es/documentos/downloading/?id=7145073&src=social_login#
- L. M. Chica-Osorio y J. M. Beltrán-Montoya. Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso. DYNA, vol. 85, n.º 206, pp. 338-347, jul. 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328773992_Caracterizacion_de_residuos_de_demolicion_y_construccion_para_la_identificacion_de_su_potencial_de_reuso
- Bravo, M y otros. Performance of concrete with recycled aggregates from construction and demolition waste plants. Construction and Building Materials. (Artículo Científico). [Volumen 77](#) , 15 de febrero de 2015 , páginas 357-369 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061814014056>
-
- PITA Fernández, S. Pértegas Díaz, S . Investigación Cuantitativa y Cualitativa. España 2002.pág 4. Disponible en: http://fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali2.pdf
- SANTA, Pamela y Martins Feliberto. Tipos de Diseño de la Investigación. 2010. Pag 120 Disponible en: http://aprendometodologia.blogspot.com/2015/04/tema-10-diseno-de-la-investigacion_28.html

- CONTRERAS, Carlos. Concreto con Áridos Reciclados: Adaptación de esta tecnología, alcanzando por lo menos 210 kg/cm² de resistencias a la compresión. Cuenca.2019. pág.156. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/535/1/Tesis.pdf>
- VALLE Áreas, Wilfredo Alfonso. Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yasíferos. Tesis (Master en Caminos, Canales y Puertos). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería, 2010. 68 pág Disponible en: http://oa.upm.es/4512/1/TESIS_MASTER_WILFREDO_ALFONSO_VALLE_AREAS.pdf
- CHUQUINO, Alexis, Velásquez Jhonatan. Estabilización de Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Azúcar en el Tramo de Pinar -Marina, Distrito de Independencias 2018. Huaraz -Perú 2018. Pág. 238 Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26696>
- Arias-Gómez, Jesús, Villasís-Keever, Miguel Ángel, Miranda Novales, María Guadalupe El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, 63(2), 201-206[fecha de Consulta 19 de Julio de 2021]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- OTZEN, T. & MANTEROLA C. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Int. J. Morphol., 35(1):227-232, 2017. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- BAUTISTA, Alberto. Recopilación de Datos. 2018. Pág. 40. Disponible: <http://data-collection-and-reports.blogspot.com/>
- HERNANDEZ Sampieri .Metodología de la Investigacion 6ta Edicion ISBN:978-1-4562-2396-0 .México .Disponible en: https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- CRUZADO , Medina Cleiver, Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal en la carretera Puente Ricardo Palma La Oroya.2019* Lima, Perú. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47261>

- JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. México: Limusa, 2005. 644 pág. ISBN: 9681800699
- ROMULO, Alejandro. Propiedades Físico-Mecánicas del Hormigón elaborados con áridos reciclados Quito.2018. pág 78. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13131/1/T-UCE-011-308.pdf>
- Bahadir OK, *Geotechnical properties of recycled construction and demolition materials for filling applications*. (2020)
- ALVAREZ Macyuri, BARRIOS Grisel. Application of LCA concrete blocks for the measurement of impacts through the use of natural and recycled aggregates. Volumen 45 Abril 2018. Editorial Yaillet Albernas Carvajal ISSN: 2223-4861. Cuba . Disponible en: https://1library.co/document/q05en53y-aplicacion-bloques-hormigon-medicion-impactos-mediante-naturales-reciclados.html?utm_source=search_v3
- OCHOA, Sara Del Rocio. Estudio Experimental sobre la estabilización de una subrasante Limo Arcillosa con RCD- Concreto Fino (Partículas <2mm) para aplicación en Pavimentos .2019. Brazil pag .63 Disponible en: <https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/5903/Estudio%20Experimental%20sobre%20la%20Estabilizaci%C3%B3n%20de%20una%20Subrasante%20Limo%20Arcillosa...?sequence=1&isAllowed=y>
- NEIRA, July Liliam, HUAMAN, Fredy. Estabilización de suelos mediante activación alcalina de residuos de ignimbrita, arcilla calcinada y mortero reciclado para el uso como subrasante mejorada.2019. Arequipa Perú. Pag 165. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10577>

ANEXOS

ANEXO 01: VARIABLE DE OPERALIZACION

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Incorporación de áridos Grueso Reciclad	<p>ARIDOS GRUESOS: Están formados por grava, roca triturada de acuerdo a los requisitos de la normativa, los agregados se componen de partículas o fragmentos resistentes y duros, libre de materiales contaminantes que reducen su resistencia (CONTRERAS.2012, pág. 29</p> <p>Reciclado de áridos gruesos: Se denomina como aquellos materiales que proviene de algún procesamiento de materiales inorgánicos utilizados en actividades de construcción, son definidos como residuos de construcción y demolición (RCD) denominando escombros, el cual son sometidos a un proceso de trituración y limpieza de contaminantes, con el objetivo que el material reciclado sea apto para aplicaciones de construcción (ROMULO. 2017.pág 13)</p>	Es la proporción de RCD al mezclar con la subrasante (suelo arena limosa) para obtener las propiedades adecuadas usando los siguientes porcentajes de RCD:0% 10%, 15% y 20%	Cantidad de RCD en relación del peso seco del suelo	10%	Porcentaje %
				15%	

				20%	
			Tamaño de Muestra (Áridos Gruesos)	(superior a > 4 mm)	
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Estabilización de Subrasante	<p>ESTABILIZACION: Es el proceso mediante el cual, se somete los suelos naturales a cierto tratamientos y manipulación de modo que se aproveche sus cualidades, obteniendo una capa firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito vehicular. (VALLE.2010. pág17)</p> <p>ESTABILIZACION DE SUBRASANTE: Es el proceso que se le da al suelo sometién-dole</p>	Para las siguientes variables con fines de estabilización de los suelos arenosos limosos se definió los siguientes métodos de operación: Cuantitativa tipo aplicada, busca determinar a través de	Propiedades Físicas	Análisis Granulométrico %	Porcentaje %
				Contenido de Humedad %	
				Límite Líquido Límite Plástico	

	<p>una mezcla entre el suelo y un material con características estabilizantes de tal manera pueda mejorar sus propiedades mecánicas y físicas (CHUQUINO.2018. pág. 5</p>	<p>ensayos de laboratorio las propiedades físico y mecánicas del suelo obtenido resultados numéricos.</p>	<p>Propiedades Mecánicas</p>	<p>Proctor Modificado</p>	
				<p>Ensayo de CBR</p>	

ANEXO 02: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Guevara Bustamante Walter
 Institución donde labora : Cesar Vallejo
 Especialidad : Mg. En Ingeniería Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayo granulométrico, ensayo de Contenido de Humedad, ensayo de Límites, ensayo del Proctor modificado, y ensayo de CBR
 Autor (s) del instrumento (s): Diaz Tuesta Jennifer del Pilar, Linares Herrera José Alexander

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Incorporación de áridos Gruesos Reciclados en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Incorporación de Áridos Gruesos Reciclados					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Incorporación de áridos gruesos Reciclados					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido y puede ser aplicado.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Moyobamba, 13 de diciembre de 2021


Walter Guevara Bustamante
 ING. CIVIL
 R. CIR. 157874

ANEXO 03: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Liber Gueorgui Avila Crespin
 Institución donde labora : Municipalidad Distrital de Elias Soplin Vargas- Subgerente de Planeamiento Urbano y Catastro
 Especialidad : Mg. En Ingeniería Civil – Gestión Publica
 Instrumento de evaluación : Ensayo granulométrico, ensayo de Contenido de Humedad, ensayo de Límites, ensayo del Proctor modificado, y ensayo de CBR
 Autor (s) del instrumento (s): Diaz Tuesta Jennifer del Pilar, Linares Herrera José Alexander

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los supuestos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Incorporación de áridos Gruesos Reciclados en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Incorporación de Áridos Gruesos Reciclados					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Incorporación de áridos gruesos Reciclados				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INVESTIGADOR PLASEO EL ESTUDIO LOS CRITERIOS
REQUERIDOS PARA LA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Moyobamba, 25 de noviembre de 2021


 Mg. Ing. Liber Gueorgui Avila Crespin
 Reg. COPV 257873

ANEXO 04: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: José Luis Noriega Dávila
 Institución donde labora : Consorcio Ejecutor Saposoa "Construcción de Pavimento, vereda y cuneta, Reparación de veredas además de otros activos en el sector Malecón Ecoturístico Josué Alvarado en la localidad de Saposoa, Provincia Huailaga Departamento de San Martín- Residente de Obra
 Especialidad : Mg. En Ingeniería Civil; Maestro en Ciencia con mención en Transportes
 Instrumento de evaluación : Ensayo granulométrico, ensayo de Contenido de Humedad, ensayo de Límites, ensayo del Proctor modificado, y ensayo de CBR
 Autor (s) del instrumento (s): Díaz Tuesta Jennifer del Pilar, Linares Herrera José Alexander

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)


CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Incorporación de áridos Gruesos Reciclados en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Incorporación de Áridos Gruesos Reciclados					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Incorporación de áridos gruesos Reciclados				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

La tesis considerada la aplicación de Materiales Reciclados para Mejoramiento de Subbase permitiendo los profesionales de la Carrera de Ingeniería contar con información técnica de apoyo en la construcción de la Vía.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 44


 José Luis Noriega Dávila
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLGADO EN EL 36.489/11M

Moyobamba, 26 de noviembre de 2021

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA DETERMINACION DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR



PROYECTO:

**“INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS
RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA
SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021”**

UBICACIÓN:

DISTRITO Y PROVINCIA MOYOBAMBA – SAN MARTIN

FECHA:

Octubre - 2021



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 78233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	3
1.1. INTRODUCCIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.4. NORMATIVIDAD	4
1.5. PARTICIPANTES	4
1.6. EQUIPOS Y MATERIALES	5
1.7. PROCEDIMIENTO	7
1.8. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	8
2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	9
3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
4. ANEXOS	10
5. PANEL FOTOGRÁFICO	11
6. ENSAYOS DE LABORATORIO	12
7. CALICATA -01	13
7.1. INCORPORACIÓN DE ÁRIDO GRUESO RECICLADO AL 10%	14
7.2. INCORPORACIÓN DE ÁRIDO GRUESO RECICLADO AL 15%	15
7.3. INCORPORACIÓN DE ÁRIDO GRUESO RECICLADO AL 20%	16
8. CALICATA -02	17
8.1. INCORPORACIÓN DE ÁRIDO GRUESO RECICLADO AL 10%	18
8.2. INCORPORACIÓN DE ÁRIDO GRUESO RECICLADO AL 15%	19
9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	21



Lenia Lopez Mendoza
ING. CIVIL CEP N° 79233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes **JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA**, en la búsqueda de conocer Proctor Modificado y CBR para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) donde se está ejecutando la realización de su tesis: **"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"** ha solicitado al laboratorio LM CECONSE E.I.R.L. (consultoría – estudios de mecánica de suelos) la realización del presente estudio de ingeniería, el cual es de carácter definitivo.

1.2. OBJETIVOS

El presente estudio abarca los procedimientos de compactación usados en el laboratorio para determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos tiene el siguiente objetivo:

- Determinar máxima densidad seca (grs/cm^3) y el óptimo contenido de humedad (%).
- Determinar el índice de resistencia del suelo denominando valor de la relación de soporte de suelo con la incorporación de diferentes porcentajes de áridos gruesos.

1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en la Distrito y Provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Dirección : Circunvalación Edmundo del Águila
Distrito : Moyobamba.
Provincia : Moyobamba
Departamento : San Martín



Luis Aza Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

1.4. NORMATIVIDAD

Los ensayos fueron ejecutados en cumplimiento estricto de las normas American Society Testing for Materials (A.S.T.M.) y las Normas Técnicas Peruanas, según el detalle siguiente:

ENSAYO REALIZADO	NORMA APLICABLE
Descripción visual - manual	ASTM D2488 - NTP 339.150
Guía normalizada para caracterización de campo	ASTM D 420 - NTP 339.162
Contenido de Humedad	ASTM D2216
Análisis granulométrico	ASTM D422
Límite Líquido, Límite Plástico e índice de Plasticidad	ASTM D4318
Clasificación unificada de suelos	ASTM D2487 - NTP 339.134
Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada	ASTM D 1557-NTP 339.141
Proctor Modificado	ASTM D-1557 METODO "C" MTC E-115
CBR	ASTM D - 1883, MTC E 132

Con la finalidad de determinar la máxima densidad y el óptimo contenido de humedad de las muestras que fueron extraídas, utilizamos las siguientes normas de transporte y preservación:

Para el transporte de las Muestras se ha considerado la NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos.

1.5. PARTICIPANTES

En el presente estudio han participado los estudiantes JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA y el ingeniero LUIS LOPEZ MENDOZA como profesional responsable del presente estudio.



Luis Lopez Mendoza
Ingeniero Civil, CIP N° 75233
Especialista de Laboratorio

1.6. EQUIPOS Y MATERIALES

Horno de Secado. - Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ a través de la cámara de secado.

Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión. utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las Especificadas. El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

Balanza. - Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D-4753, para una aproximación de 1 gramo.

Molde de 4 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio $101,6 \pm 0,4$ mm ($4,000 \pm 0,016$ pulg) de diámetro interior, una altura de $116,4 \pm 0,5$ mm ($4,584 \pm 0,018$ pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm³ ($0,0333 \pm 0,0005$ pie).

Molde de 6 pulgadas. - Un molde que tenga en promedio $152,4 \pm 0,7$ mm ($6,000 \pm 0,026$ pulg) de diámetro interior, una altura de: $116,4 \pm 0,5$ mm ($4,584 \pm 0,018$ pulg) y un volumen de 2124 ± 25 cm³ ($0,075 \pm 0,0009$ pie).

Pisón o Martillo. - Un pisón operado manualmente. El pisón debe caer libremente a una distancia de $457,2 \pm 1,6$ mm ($18 \pm 0,05$ pulg) de la superficie de espécimen.

Tamices o Mallas. - De 19,0 mm (¾ pulg), 9,5 mm (¾ pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11.

Herramientas de Mezcla. - Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. o un aparato mecánico apropiado para la mezcla completa de muestra de suelo con incrementos de agua.

Molde, de metal, cilíndrico, de $152,4\text{ mm} \pm 0,66\text{ mm}$ ($6 \pm 0,026$ ") de diámetro interior y de $177,8 \pm 0,46\text{ mm}$ ($7 \pm 0,018$ ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de $50,8\text{ mm}$ ($2,0$ ") de altura y una placa de base perforada de $9,53\text{ mm}$ ($3/8$ ") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de $1,6\text{ mm}$ ($28\ 1/16$ ") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro. La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

Disco espaciador, de metal, de forma circular, de $150,8\text{ mm}$ ($5\ 15/16$ ") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127\text{ mm}$ ($2,416 \pm 0,005$ ") de espesor, para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de $4,54 \pm 0,02\text{ kg}$ y pesas ranuradas de metal cada una con masas de $2,27 \pm 0,02\text{ kg}$. Las pesas anular y ranurada deberán tener $5\ 7/8$ " a $5\ 15/16$ " ($149,23\text{ mm}$ a $150,81\text{ mm}$) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de $2\ 1/8$ " aproximado ($53,98\text{ mm}$) de diámetro.

Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de $49,63 \pm 0,13\text{ mm}$ ($1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de $19,35\text{ cm}^2$ (3 pulg) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6.4, pero nunca menor de $101,6\text{ mm}$ (4 ").

Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1 ") y divisiones lecturas en $0,025\text{ mm}$ ($0,001$ "), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.



Luis Carlos Mendoza
INGENIERO CIVIL, CIP N° 75233
ENCARGADO DE LABORATORIO

Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

1.7. PROCEDIMIENTO

Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.

Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas o gastado. Realizar cualquier ajuste o reparación necesaria. Si los ajustes o reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.

Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.

Balanza. - Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)

Moldes. - Determinar el volumen

Pisón Manual. - Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.

Pisón Mecánico. - Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio)

Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.



Lina López Mendoza
Ingeniero Civil, CIP N° 75233
Asesor
INSTITUTO NACIONAL DE INGENIERÍA

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas. Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

1.8. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

El programa de investigación requiere la extracción de material propio para la determinación de la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y la determinación del valor de soporte del suelo con la incorporación de áridos gruesos reciclado a los porcentajes de 10%, 15% y 20%.



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Resultados del ensayo del Proctor modificado se obtuvo lo siguiente:

Nº	Descripción.	Densidad Máxima (kg/cm ³)	Optimo contenido de humedad (%)	CBR. 95%	CBR. 100%
C - 01	Muestras III	1.915	12.40	4.85	8.17
	Incorporación de áridos grueso reciclados al 10%	1.987	9.80	10.25	12.08
	Incorporación de áridos grueso reciclados al 15%	2.005	9.75	15.75	17.07
	Incorporación de áridos grueso reciclados al 20%	1.985	8.50	9.50	11.86
C - 02	Muestras III	1.900	12.90	6.70	7.94
	Incorporación de áridos grueso reciclados al 10%	1.989	9.60	11.50	13.35
	Incorporación de áridos grueso reciclados al 15%	2.007	9.25	17.80	20.09
	Incorporación de áridos grueso reciclados al 20%	1.980	8.35	10.80	13.19

La muestra para realizar el Proctor se realizó a 1.50 m de profundidad del terreno.



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).
- ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)).
- E. 050 Suelos y Cimentaciones
- Reglamento Nacional de Edificaciones: "N.T.E. E.020 – Albañilería". Norma legal. Lima – Perú (2.006).
- Manual de ensayo de Materiales. (Mayo – 2016)

4. ANEXOS

- PANEL FOTOGRAFICO.
- ENSAYOS DE LABORATORIO.
- CERTIFICADOS DE CALIBRACION.

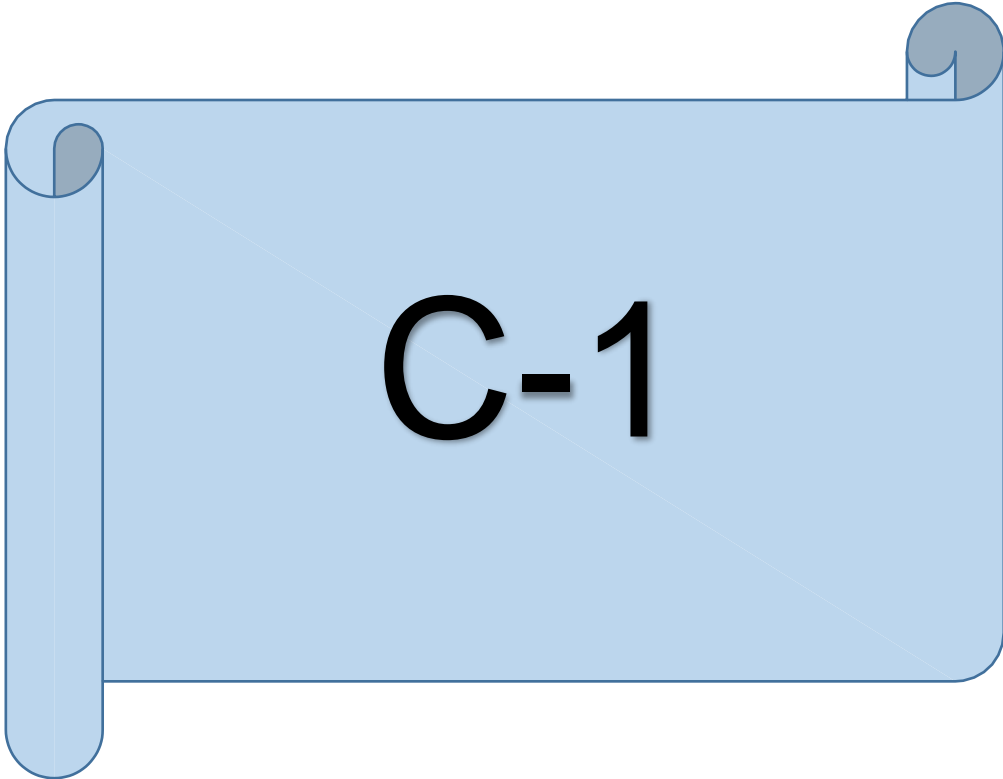


Luis López Mendoza
ING. CIVIL C.I.N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO







Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS




C-1

ANEXO 05: PERFIL ESTADIGRAFICO

 Centro de Servicios, consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 49.1.50, Moyobamba - Perú		Calicata N° 01						
REGISTRO DE EXCAVACIÓN								
Solicitante :		JENNIFER DEL PILAR CHÁZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA						
Proyecto:		"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"						
Ubicación:		CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA						
Componente :		FINES DE PAVIMENTACIÓN						
Calicata N° 01		NIVEL FREÁTICO NO PRESENTA						
Prof. Exc. 1.50		Cota As. 1171.97 (msnm)						
Cota As. (m)		Estrato						
Estrato		Descripción del Estrato de suelo						
		CLASIFICACIÓN						
		AASHTO SUCE SÍMBOLO						
		ESPESOR HUMEDAD Observ.						
		(cm) (%)						
1171.97	I	El suelo es una arena fina de color marrón claro con botas de color gris y naranja, con 5.87% de grava, 50.14% de arena, 42.99% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCE "SM" y AASHTO "A-4(0)".	A-4(0)	SM		0.20	6.64	-
1171.77	II	El suelo es una arena fina de color marrón claro, con 1.27% de grava, 66.87% de arena, 31.86% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCE "SM" y AASHTO "A-4(0)".	A-4(0)	SM		0.60	12.10	-
1171.17	III	El suelo es una arena fina de color marrón claro, con 2.89% de grava, 72.37% de arena, 24.75% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCE "SM" y AASHTO "A-4(0)".	A-4(0)	SM		0.70	16.22	-
1170.47								
OBSERVACIONES:		Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preservadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (según su caso)						




Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75283
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 06: ENSAYOS DE LABORATORIO SUELO NATURAL M-1
PROFUNDIDAD 0.00-0.20**

Contenido de Humedad



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata N° 01 M-I Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35m S

Prof. de la Muestra: 0.00 - 0.20 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural

ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.22	15.44	16.28
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	115.30	115.55	116.37
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	109.22	109.33	109.97
PESO DEL AGUA grs	6.08	6.22	6.40
PESO DEL SUELO SECO grs	94.00	93.89	93.69
% DE HUMEDAD	6.47	6.62	6.83
PROMEDIO % DE HUMEDAD	6.64		

OBSERVACIONES:

N.D.



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Granulométrico



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS REICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Muestra: M-1

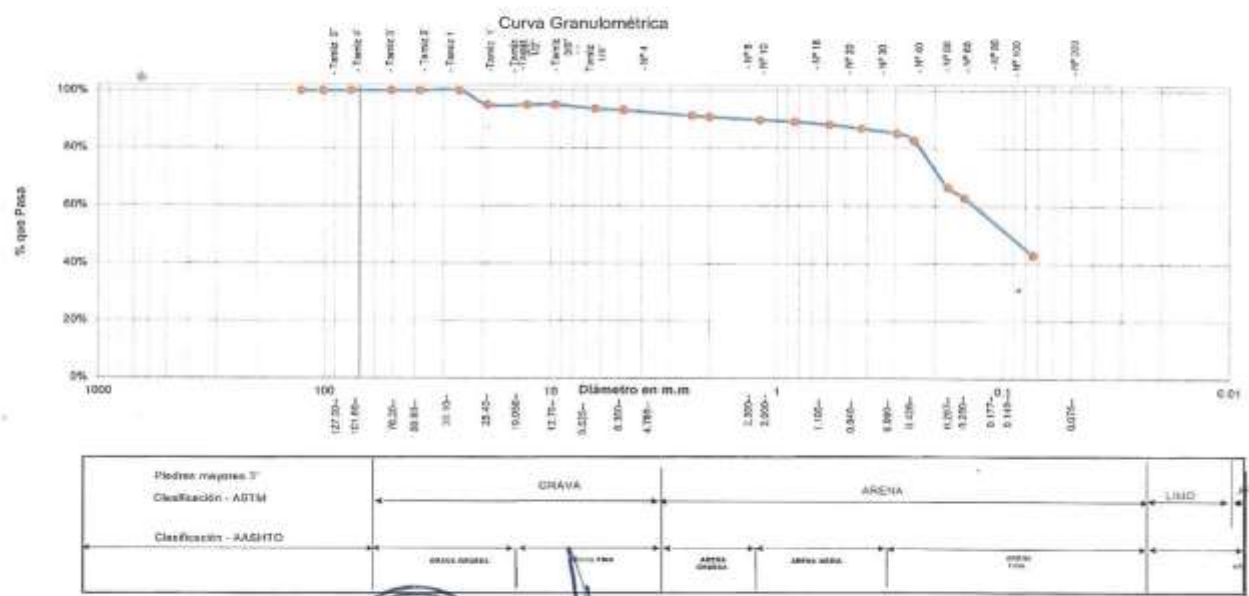
Prof. de la Muestra: 0.00 - 0.20

Fecha: Octubre - 2021

Coordenadas: 2808'14.30" m E 9335'590.35m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

Ø	Tamizos (mm)	Peso	% Retenido	% Pasado	% Cier	Composición Granulométrica %											
Tamiz 5"	127.00					SUCS =		SM		AASHTO =		A-4(0)					
Tamiz 4"	101.60					LL	=		WT	=		50.00					
Tamiz 3"	76.20					LP	=		WT+SAL	=		350.00					
Tamiz 2"	50.80					IP	=		WSAL	=		300.00					
Tamiz 1.18"	38.10					IS	=	O	WT+EDL	=		221.00					
Tamiz 1"	25.40			0.00%	100.00%	D	30+		WSDL	=		29.00					
Tamiz 3/4"	19.050	14.70	4.92%	4.92%	95.08%	D	50+		% Finos	=		42.89					
Tamiz 1/2"	12.750	0.00	0.00%	4.92%	95.08%	D	60+		% ERR.	=							
Tamiz 3/8"	9.525	0.00	0.00%	4.92%	95.08%	D	80+		Cu	=							
Tamiz 1/4"	6.350	4.28	1.42%	6.35%	93.65%	D	10+										
N° 4	4.750	1.57	0.52%	6.87%	93.13%	Descripción del Suelo Ensayado: El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color marrón claro, con 4.81% de grava, 22.63% de arena, 72.76% de finos (que pesa la malla N°200). Límite líquido de 30.65. Límite plástico 17.20 y índice plástico 13.45. Siendo su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-6(0)".											
N° 8	2.380	5.43	1.81%	8.68%	91.32%												
N° 10	2.000	1.22	0.41%	9.09%	90.91%												
N° 15	1.180	8.27	2.69%	11.78%	88.22%												
N° 20	0.840	1.08	0.50%	12.28%	87.72%												
N° 30	0.600	3.12	1.04%	13.32%	86.68%												
N° 40	0.425	3.99	1.33%	14.65%	85.35%												
N° 60	0.250	5.11	1.70%	16.35%	83.65%												
N° 80	0.177	8.67	2.69%	19.04%	80.96%												
N° 100	0.149	11.00	3.67%	22.71%	77.29%												
N° 200	0.074	59.84	18.05%	57.01%	42.99%												
Finos	0.01	126.07	42.89%	100.00%	0.00%												
TOTAL		300.00															




Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Limites de Consistencias



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 M-1

Perforación: Cielo Abierto

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP, 75233

Coordenadas: 280614.39 m E 9333890.35m S

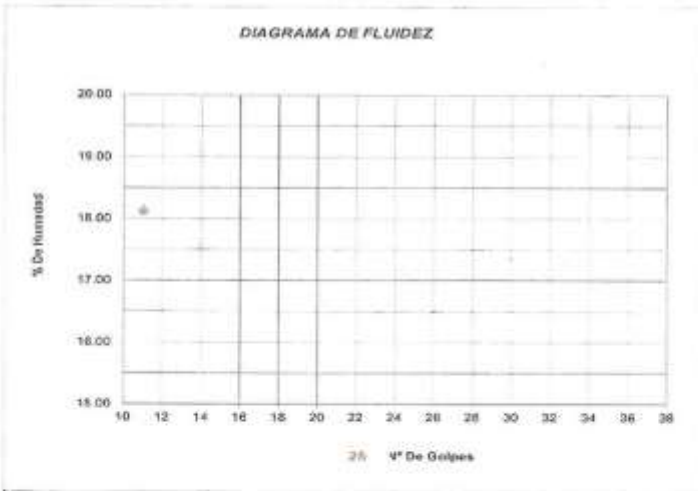
Progresiva: -

Fecha: Octubre - 2021

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

NO LÍQUIDO



Índice de Flujo FI	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4518 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO

OBSERVACIONES:



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 07: ENSAYOS DE LABORATORIO SUELO NATURAL M-2
PROFUNDIDAD 0.20-0.80**

Contenido de Humedad



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata N° 01 M-II Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Prof. de la Muestra: 0.20 - 0.80 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	13.66	15.47	15.84
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	114.07	115.69	116.24
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	103.25	104.85	105.29
PESO DEL AGUA grs	10.82	10.84	10.95
PESO DEL SUELO SECO grs	89.59	89.38	89.45
% DE HUMEDAD	12.08	12.13	12.24
PROMEDIO % DE HUMEDAD	12.15		

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Granulométrico



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Muestra: M-II

Prof. de la Muestra: 0.20 - 0.80

Fecha: Octubre - 2021

Coordenadas: 280814.30 m E 6333690.30 m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

Tamizaje	Ø (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1.18"	30.15					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 0.85"	21.50					
Tamiz 0.75"	19.00					
Tamiz 0.60"	15.20					
Tamiz 0.425"	4.75	2.21	0.74%	0.74%	99.26%	
Tamiz 0.300"	3.35	1.24	0.41%	1.15%	98.85%	
N° 4	4.75	0.98	0.32%	1.27%	98.73%	
N° 8	2.36	1.92	0.64%	1.77%	98.23%	
N° 10	2.00	0.60	0.20%	1.97%	98.03%	
N° 18	1.10	2.70	0.89%	2.86%	97.14%	
N° 20	0.85	2.37	0.79%	3.65%	96.35%	
N° 30	0.60	6.15	2.05%	5.70%	94.30%	
N° 45	0.425	17.25	5.75%	11.45%	88.55%	
N° 50	0.300	20.74	6.98%	18.43%	81.57%	
N° 60	0.250	22.81	7.60%	26.03%	73.97%	
N° 80	0.177	82.00	27.33%	53.36%	46.64%	
N° 100	0.149	9.18	3.06%	56.42%	43.58%	
N° 200	0.075	47.30	15.77%	72.19%	27.81%	
Fondo	0.075	65.58	21.88%	94.07%	5.93%	
TOTAL		300.00				

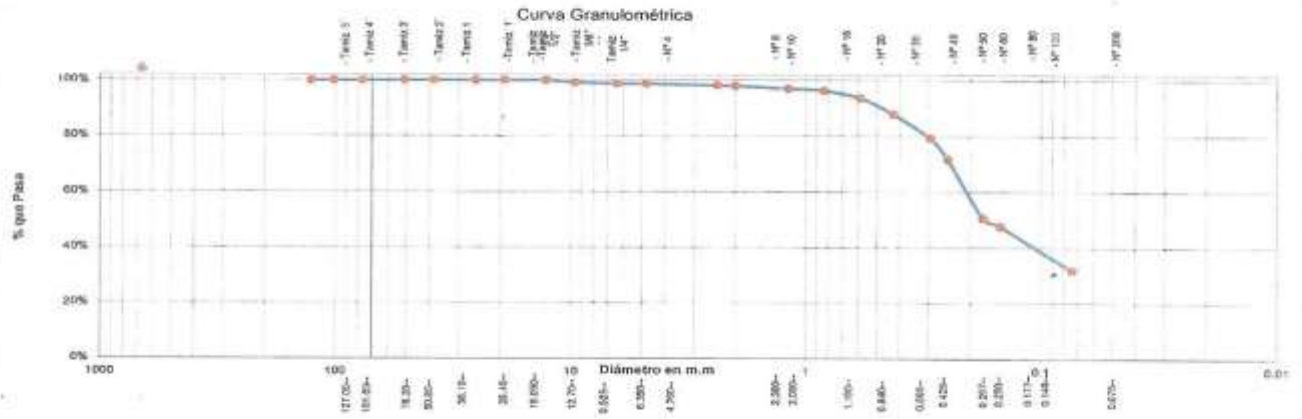
Composición Granulométrica %			
GRAVA	ARENA	% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
1.27%	66.87%	N°4 = 98.73%	N° 60 = 87.84%
	31.88%	N°10 = 98.03%	N° 200 = 31.88%

Descripción Muestra: Grupo: Suelos de partículas Gruesas Sub-Grupo: Arena

ARENA LIMOSA			
SUCS =	SM	AASHTO =	A-2-6(0)
LL =	=	WT =	= 50.00
IP =	=	WT+5AL =	= 300.00
IG =	= 0	WSAL =	= 300.00
		WT+5OL =	= 254.42
		WSOL =	= 29.00
D =	50 =	% Finos =	= 31.88
D =	60 =	% FRR =	=
D =	30 =	Cc =	=
D =	10 =	Cu =	=

Descripción del Suelo Investigado:
El suelo es una arena inorgánica de baja a media plasticidad de color marrón claro, con 4.61% de grava, 22.63% de arena, 72.76% de finos (que pase la malla N°200), límite líquido de 30.65, límite plástico 17.20 y Índice plástico 13.45. Según su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-6(8)".

% de Humedad Natural de la muestra investigada			
Número de tarro =	1	Peso del agua =	10.9
Peso del tarro =	15.0	Peso suelo húmedo =	100.3
Peso del tarro + Mh =	115.3	Peso suelo seco =	88.5
Peso del tarro + Ms =	104.8	% Humedad Muestra =	32.1



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Limites de Consistencias



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 M-II **Coordenadas:** 280814.59 m E 9333880.35 m S

Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:** -

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233 **Fecha:** Octubre - 2021

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.128

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NÚMERO DE GOLPES			

NO LÍQUIDO



Índice de Flujo FI	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.128

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO



Luis López Mendoza
ING. CIVIL, CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

OBSERVACIONES:



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 08: ENSAYOS DE LABORATORIO SUELO NATURAL M-3
PROFUNDIDAD 0.80-1.50**

Contenido de Humedad



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 **M-III** **Coordenadas:** 280814.39 m E 9333890.35 m S

Prof. de la Muestra: 0.80 - 1.50 **Componente:** FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021 **Hecho Por:** ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural **ASTM-D4959- N.T.P. 339.127**

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	14.19	15.22	15.32
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	115.07	115.28	115.90
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	101.05	101.45	101.68
PESO DEL AGUA grs	14.02	13.83	14.22
PESO DEL SUELO SECO grs	86.86	86.23	86.36
% DE HUMEDAD	16.14	16.04	16.47
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.22		

OBSERVACIONES: _____

N.D.



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Granulométrico



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
 Descripción del material: ARENA LIMOSA
 Calicata: N° 01
 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233
 Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DÍAZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Muestra: M-III
 Prof. de la Muestra: 0.80 - 1.50
 Fecha: Octubre - 2021
 Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.55 m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 339.128

Tamiz	(mm)	Peso	% Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Cus
Tamiz 5"	127.00					
Tamiz 4"	101.60					
Tamiz 3"	76.20					
Tamiz 2"	50.80					
Tamiz 1 1/2"	38.10					
Tamiz 1"	25.40					
Tamiz 3/4"	19.05					
Tamiz 1/2"	12.70				6.50%	100.00%
Tamiz 3/8"	9.525	1.25	0.42%	0.42%	99.58%	
Tamiz 1/4"	6.350	4.52	1.51%	1.90%	98.10%	
N° 4	4.750	2.80	0.90%	2.80%	97.21%	
N° 8	2.350	3.89	1.30%	4.10%	95.92%	
N° 16	2.000	1.29	0.43%	4.53%	95.39%	
N° 30	1.180	2.05	0.68%	5.21%	94.71%	
N° 60	0.850	1.30	0.43%	5.64%	94.28%	
N° 100	0.150	3.22	1.07%	6.71%	93.29%	
N° 200	0.075	6.29	2.10%	8.81%	91.19%	
N° 425	0.297	0.11	0.03%	8.84%	91.16%	
N° 850	0.250	18.30	5.77%	14.61%	86.49%	
N° 1060	0.177	103.88	31.56%	46.17%	54.83%	
N° 2500	0.149	23.42	7.47%	53.64%	46.36%	
N° 5000	0.074	87.80	26.57%	80.21%	19.79%	
Fondo	0.01	74.24	22.78%	103.00%	8.00%	
TOTAL		300.00				

Composición Granulométrica %		% QUE PASA PARA CLASIFICACION			
GRASA	2.89%	N° 4 =	97.11%	N° 40 =	80.78%
ARENA	72.37%	N° 10 =	96.30%	N° 200 =	24.70%
ARCILLA Y ARELLAS	24.73%				

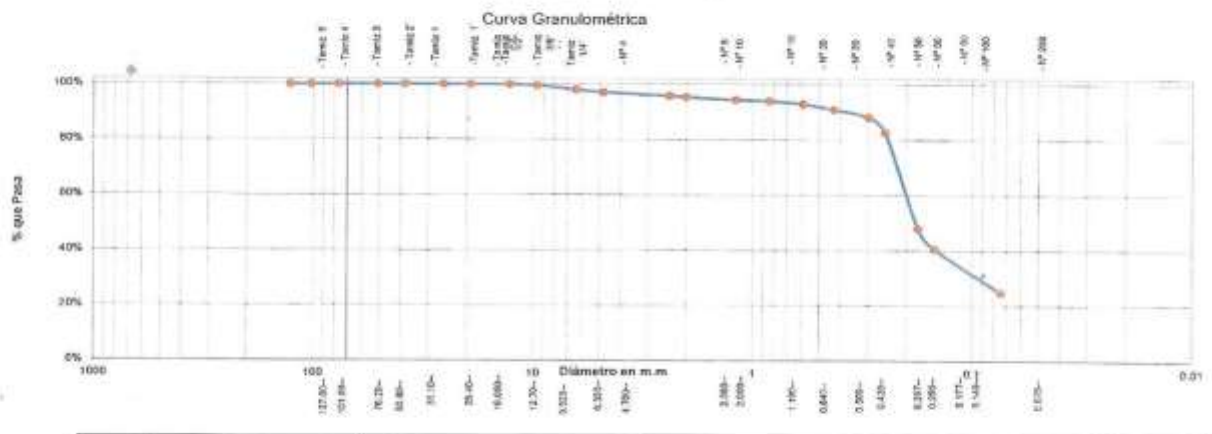
Descripción Muestra: Grupo: Suelos de partículas GRUESAS Sub-Grupo: Arena

ARENA LIMOSA

SUCS =	SM	AASHTO =	A-2-(10)
LL	=	WT	=
LP	=	WT+5AL	=
SP	=	WSAL	=
SO	=	WT+5OL	=
		WSOL	=
		% Finos	=
		% Fines	=
		% Fines	=
		Cu	=
		Cu	=

Descripción del Suelo Ensayado:
 El suelo es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad de color marrón claro, con 4.61% de grava, 22.63% de arena, 72.76% de finos (que pasa la malla N°200), límite líquido de 30.65, límite plástico 17.20 y índice plástico 13.45. Según su clasificación SUCS "CL" y AASHTO "A-6(8)".

% de Humedad Natural de la muestra compacta	
Número de tarro =	1
Peso del tarro =	14.5
Peso del tarro + Mh =	115.4
Peso del tarro + Ms =	501.4
Peso suelo húmedo =	100.5
Peso suelo seco =	38.5
% Humedad Muestra =	16.2




Luis López Mendoza
 INC. CIP N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Limites de Consistencias



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 - M-III

Perforación: Cielo Abierto

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Progresiva: -

Fecha: Octubre - 2021

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NÚMERO DE GOLPES			

NO LÍQUIDO



Índice de Flujo FI	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO



Luis López Mendoza
ING. CIV. CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

OBSERVACIONES:



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 09: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+0% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Caliceta: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

Coordenadas: 280814.39 m E 9333898.35 m S **Fecha:** Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 **N° Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: **Díametro:** 15.20 cm² **Altura:** 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. **Vol.:** 2123.06 cm³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

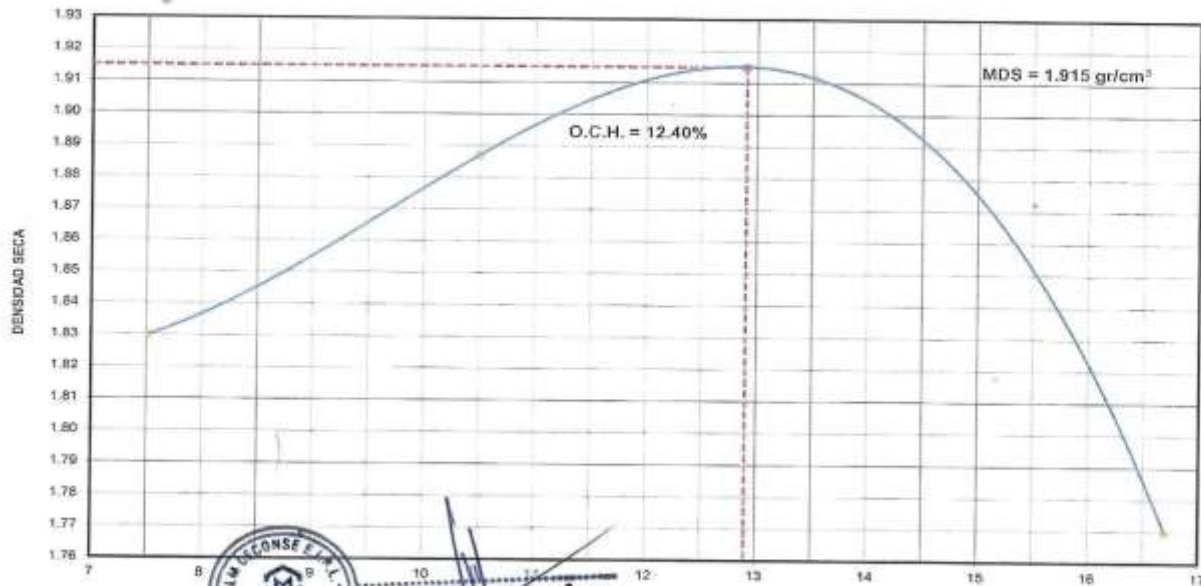
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	15.22	15.84	15.46	16.27	25.36	14.24	15.22	14.20
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	115.27	115.86	115.49	116.30	116.09	114.27	115.22	114.22
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	106.70	109.31	106.40	107.20	105.65	102.74	101.26	100.29
PESO DEL AGUA (grs)	6.57	6.55	9.09	9.10	10.44	11.53	13.96	13.93
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.5	93.5	90.9	90.9	80.3	88.5	86.0	86.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.03	7.01	10.00	10.01	13.00	13.03	16.23	16.18
% PROMEDIO	7.02		10.00		13.02		16.20	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.02	10.00	13.02	16.20
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7228.00	7477.00	7857.00	7436.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4158	4407	4587	4366
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.96	2.08	2.16	2.06
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.83	1.89	1.91	1.77
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.915
Humedad Óptima%				12.40

COMPACTACION



Luis López Mondago
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Celícula: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 280814.39 m E 8333890.35 m S Fecha: Octubre - 2021

Prograva: -

N° Golpes / cepa: 56 N° Cepas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm2 Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol: 2123.07 cm3

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	15.08	14.87	25.33	26.01	15.69	15.62
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (grs)	115.09	114.89	128.22	127.44	115.70	115.64
PESO DEL TARRO+MUESTRA SECA (grs)	104.05	103.65	116.65	116.25	104.65	104.58
PESO DEL AGUA (grs)	11.04	11.04	11.37	11.19	11.05	11.06
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	88.97	88.96	91.52	90.24	88.96	88.96
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.41	12.41	12.42	12.40	12.42	12.43
% PROMEDIO	12.41		12.41		12.43	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.41	12.41	12.43
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9418.00	9366.00	9137.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4848.00	4893.00	4881.00
PESO DEL SUELO (grs)	4570.00	4473.00	4256.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	2.15	2.11	2.00
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.915	1.874	1.783

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Lec Dial	N° GOLPES 56		N° GOLPES 25		N° GOLPES 12				
				EXPANSIÓN		EXPANSIÓN		EXPANSIÓN				
				m.m	%	m.m	%	m.m	%	m.m.M		
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.00	117	
17/10/2021	11:00:00	24	0.0	0.00	0.00	5.1	5.08	4.34	0.8	0.76	0.65	117
18/10/2021	11:00:00	48	1.0	1.02	0.67	1.3	1.27	1.09	1.5	1.52	1.30	117
19/10/2021	11:00:00	72	1.5	1.52	1.30	17.8	17.78	15.20	1.8	1.78	1.52	117
20/10/2021	11:00:00	96	1.8	1.78	1.52	2.0	2.03	1.74	2.3	2.28	1.98	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN				
		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2			
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.025	23.4	50.60	16.87	20.0	45.14	15.05	9.0	20.85	6.95			
0.050	57.6	126.01	42.00	49.3	109.66	36.55	25.0	56.13	16.71			
0.075	86.4	189.51	63.17	73.9	163.99	54.66	32.9	73.54	24.51			
0.100	111.6	245.08	81.69	8.17	95.5	211.53	70.51	7.05	45.0	100.23	33.41	3.34
0.150	171.0	376.06	125.35		146.3	323.59	107.88		65.0	144.33	48.11	
0.200	214.2	471.31	157.10	15.71	183.3	405.09	135.03	13.50	80.0	177.40	59.13	3.94
0.250	261.0	574.51	191.50		223.3	493.38	164.46		92.9	205.84	68.61	
0.300	297.0	653.89	217.96		254.1	561.29	187.10		106.0	234.73	76.24	
0.400	360.0	792.80	264.27		308.0	680.14	226.71		123.0	272.22	90.74	
0.500	369.6	690.12	293.37		341.9	754.85	251.62		133.0	294.27	98.09	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplex C-00, con celda de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 diasv-45



Luis Carlos Mendoza
ING. CIV. LIC. N° 75233
Especialista de Laboratorio

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

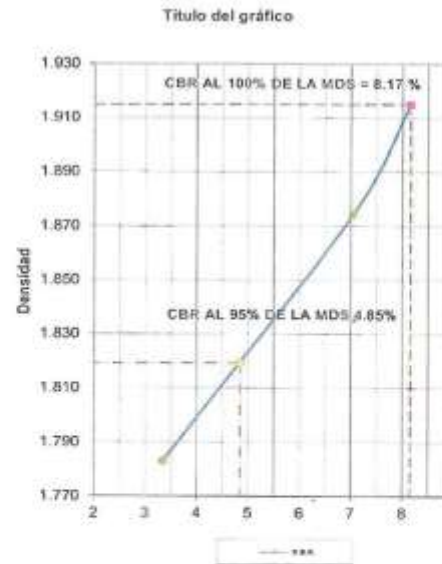
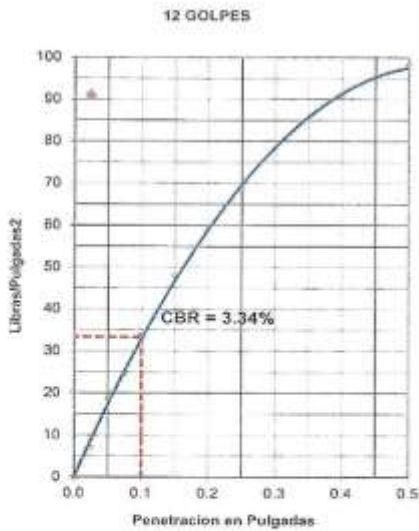
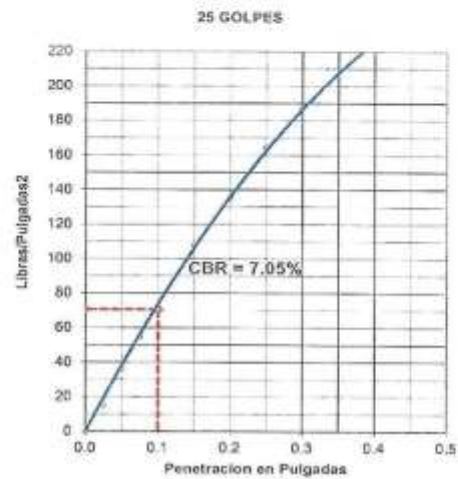
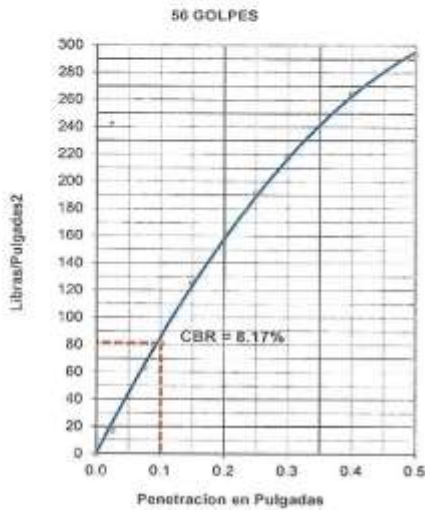
Calicata: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Progresiva: -

Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	12.41	1.915	1.52	100	8.17		
25	12.41	1.874	1.74	95	7.05		
12	12.43	1.783	1.95	87	3.34	4.85	8.17



Luis López Mendoza
ING. CIVIL N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 10: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+10% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Calicata: N° 01 M-III 0.80 - 1.50 **Incorporando:** 10 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 833389.35 m S **Fecha:** Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56	N° Capas: 5	Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde:	Diametro: 15.20 cm ²	Altura: 11.70 cm
	Sobrecarga: 10 Lbs.	Vol.: 2123.06 cm ³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

Determinación del contenido de Humedad

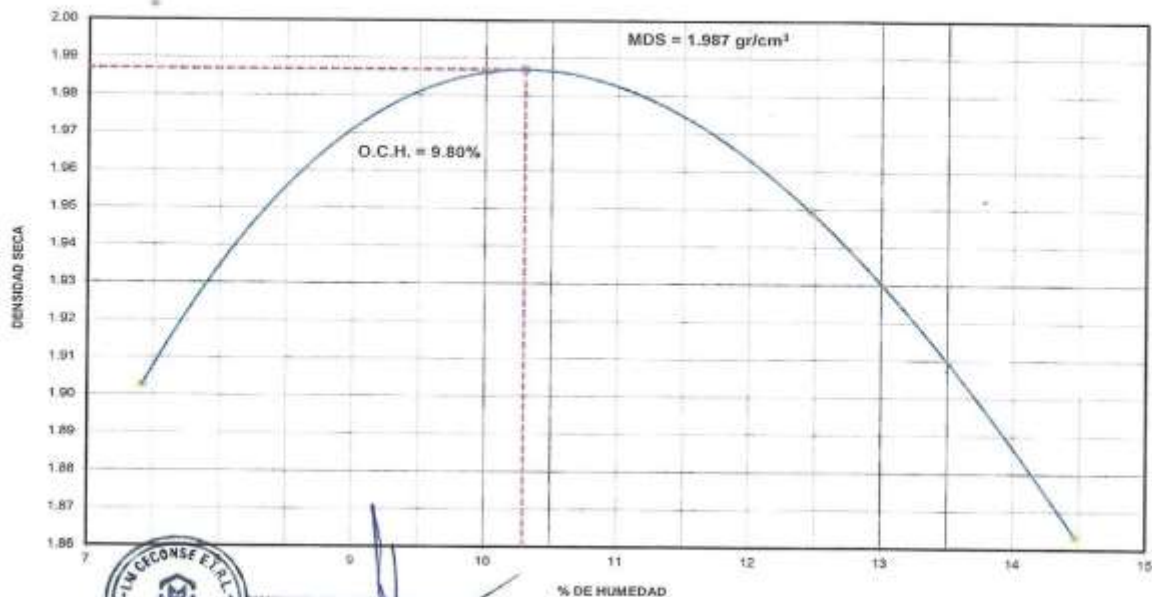
MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	15.80	16.39	15.87	15.45
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	115.83	116.40	115.89	115.47
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	108.29	110.00	107.12	106.63
PESO DEL AGUA (grs)	8.54	6.40	8.77	8.64
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.5	93.6	91.3	91.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.00	6.84	9.61	9.46
% PROMEDIO	6.92	9.53	11.96	13.97

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.92	9.53	11.96	13.97
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7389.00	7689.00	7704.00	7579.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4319	4619	4634	4509
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	2.03	2.18	2.18	2.12
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.90	1.99	1.95	1.86

Densidad Máxima (grs/cm ³)	1.987
Humedad Óptima%	9.80

COMPACTACION



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"			
Localización del Proyecto:	CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA		
Descripción del Suelo:	ARENA LIMOSA		
Calicata:	N° 01	M-III	0.80 - 1.50
Componente:	FINES DE PAVIMENTACIÓN		Incorporando: 10 % de Árido Grueso
Coordenadas:	280814.39 m E	9333890.35 m S	Fecha: Octubre - 2021
Progresiva:	-		
N° Golpes / capa:	56	N° Capas:	5
		Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diametro:	15.20 cm ²
		Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.
		Vol.:	2123.07 cm ³

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	16.27	16.02	16.22	16.24	16.22	15.94
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	116.29	116.03	116.30	116.35	116.22	115.94
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	107.55	107.28	107.50	107.50	107.60	107.20
PESO DEL AGUA (grs)	8.74	8.75	8.80	8.85	8.62	8.74
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	91.28	91.26	91.26	91.26	91.38	91.26
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.57	9.59	9.64	9.70	9.43	9.58
% PROMEDIO	9.58		9.67		9.51	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.58	9.67	9.51
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9557.00	9559.00	9249.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4937.00	5146.00	5106.00
PESO DEL SUELO (grs)	4620.00	4413.00	4143.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.18	2.08	1.95
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.986	1.895	1.782

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56			N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			m.m.M
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		
				Dial	m.m		%	Dial		m.m	%	
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
17/10/2021	11:00:00	24	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
18/10/2021	11:00:00	48	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	0.1	0.08	0.07	117
19/10/2021	11:00:00	72	0.1	0.05	0.04	0.1	0.08	0.07	0.1	0.08	0.07	117
20/10/2021	11:00:00	96	0.1	0.05	0.04	0.1	0.06	0.07	0.1	0.10	0.09	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	N° de golpes	Lec	CORRECCIÓN		N° de golpes	Lec	CORRECCIÓN		N° de golpes	Lec	CORRECCIÓN	
			Dial	Lbs/Pulg ²			Dial	Lbs/Pulg ²			Dial	Lbs/Pulg ²
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	43.3	94.53	31.51		37.1	82.73	27.58		28.0	62.83	20.94	
0.050	82.2	180.15	60.05		70.3	155.98	51.99		54.1	120.25	40.08	
0.075	120.5	264.80	85.27		103.1	228.41	76.14		80.0	177.40	59.13	
0.100	164.8	362.28	120.76	12.08	141.0	311.81	103.94	10.39	102.9	227.88	75.96	7.60
0.150	229.0	504.02	168.01		185.9	433.07	144.36		145.9	322.62	107.54	
0.200	289.0	636.14	212.05	21.20	247.2	546.11	182.04	18.20	185.1	409.06	136.35	9.09
0.250	347.5	765.26	255.09		297.3	656.57	218.86		219.8	486.70	161.90	
0.300	383.3	866.23	288.74		336.5	742.96	247.65		250.1	552.43	184.14	
0.400	458.1	1009.19	336.40		392.0	865.27	288.42		286.1	683.79	217.93	
0.500	499.3	1100.00	366.67		427.2	942.97	314.32		323.3	713.81	237.94	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con carga de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-006 desvs.45

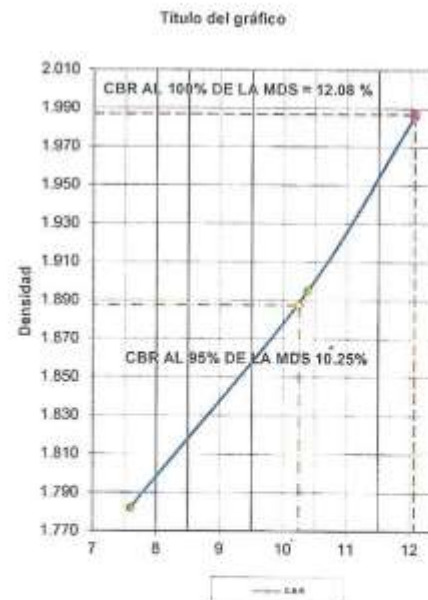
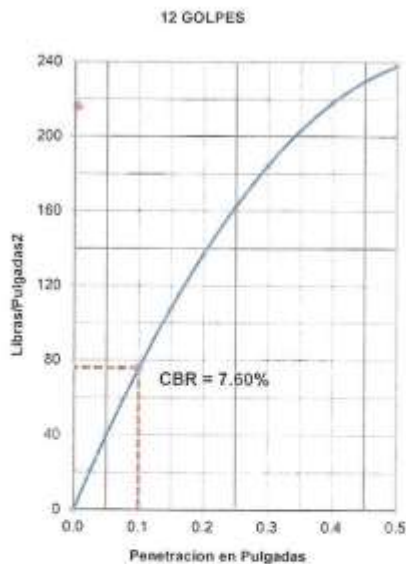
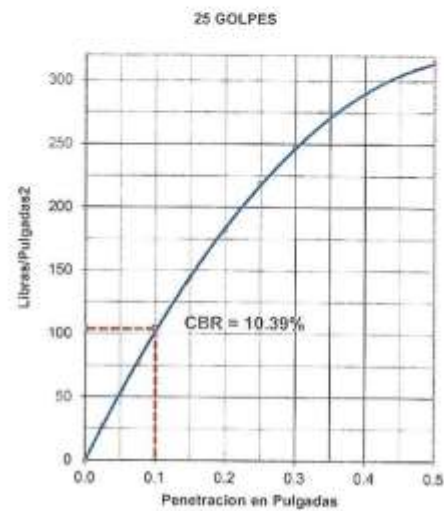
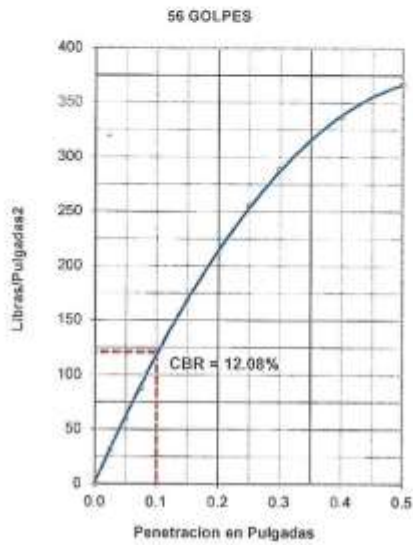


Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA
 Calicata: N° 01 M-II 0.80 - 1.50
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Incorporando: 10 % de Árido Grueso
 Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S
 Progresiva: -
 Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	9.58	1.986	0.04	100	12.08		
25	9.67	1.995	0.07	85	10.39	10.25	
12	9.51	1.782	0.09	90	7.60		12.08



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA EN LABORATORIO



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 11: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+15% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú*

"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Proyecto: 2021"
 Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
 Calzota: N° 01 M-III 0.80 - 1.50 Incorporando: 15 % de Árido Grueso
 Coordenadas: 280814.38 m E 9333890.35 m S Fecha: Octubre - 2021
 Progresiva: -

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm Altura: 11.70 cm
 Sobrecarga: 10 Lbs. Vol: 2123.06 cm³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

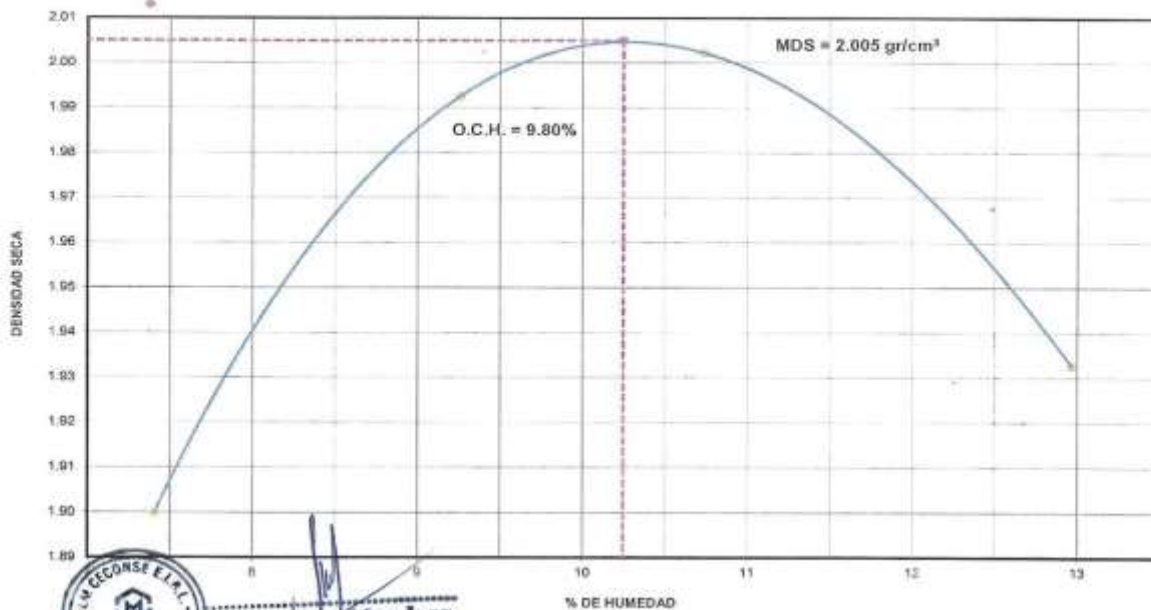
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	14.20	15.88	14.91	15.30
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	114.21	115.89	114.91	115.31
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	107.73	109.45	106.89	107.22
PESO DEL AGUA (grs)	6.48	6.44	8.02	8.09
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.5	93.6	92.0	91.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.93	6.88	8.72	8.80
% PROMEDIO	6.91	8.76	10.24	12.47

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.91	8.76	10.24	12.47
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7382.00	7671.00	7756.00	7685.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4312	4601	4686	4615
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	2.03	2.17	2.21	2.17
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.90	1.99	2.00	1.93
Densidad Máxima (grs/cm ³)	2.005			
Humedad Óptima%	9.75			

COMPACTACION



Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Incorporando: 15 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa:	56	N° Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde		Diametro:	15.20 cm ²	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol.	2123.07 cm ³

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	15.68	15.07	16.35	16.45	14.88	15.24
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (grs)	115.66	115.07	116.45	116.52	114.88	115.24
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	106.76	106.14	107.52	107.49	106.04	106.48
PESO DEL AGUA (grs)	8.90	8.93	8.93	9.07	8.84	8.76
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	91.10	91.07	91.17	91.00	91.16	91.24
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.77	9.81	9.79	9.97	9.70	8.60
% PROMEDIO	9.79		9.88		9.65	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.79	9.88	9.65
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9627.00	9278.00	9107.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4953.00	4789.00	5104.00
PESO DEL SUELO (grs)	4674.00	4489.00	4003.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	2.20	2.11	1.89
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	2.005	1.924	1.720

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56						N° GOLPES 25						N° GOLPES 12					
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN							
				Dial	m.m		%	Dial		m.m	%		Dial	m.m	%	m.m.M				
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117				
17/10/2021	11:00:00	24	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.02	117				
18/10/2021	11:00:00	48	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	117					
19/10/2021	11:00:00	72	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	117					
20/10/2021	11:00:00	96	0.0	0.03	0.02	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	117					

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	Lec	Dial	CORRECCIÓN		Lec	Dial	CORRECCIÓN		Lec	Dial	CORRECCIÓN	
			Lbs	Lbs/Pulg ²			Lbs	Lbs/Pulg ²			Lbs	Lbs/Pulg ²
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	
0.025	57.7	126.22	42.07	54.3	120.74	40.26		40.7	90.81	30.27		
0.050	117.5	258.10	86.03	110.6	244.86	81.62		82.9	183.89	61.30		
0.075	169.6	372.88	124.29	159.6	352.86	117.63		119.7	264.91	88.30		
0.100	232.7	512.02	170.67	219.0	483.84	161.28	16.13	164.2	363.13	121.04	12.10	
0.150	321.5	707.92	235.97	302.6	668.22	222.74		226.9	501.41	167.14		
0.200	413.4	910.56	303.52	389.1	858.94	288.31	28.63	291.6	644.45	214.82	14.32	
0.250	471.5	1038.61	346.20	443.7	979.46	326.49		332.6	734.84	244.95		
0.300	536.0	1178.58	382.86	503.5	1111.19	370.40		377.6	833.64	277.88		
0.400	617.1	1359.71	453.24	580.8	1281.66	427.22		435.6	961.50	320.50		
0.500	844.6	1420.43	473.48	606.7	1336.82	446.27		455.0	1004.36	334.79		

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-008 desv.45



Luis López Méndez
ING. CIVIL C.P. N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

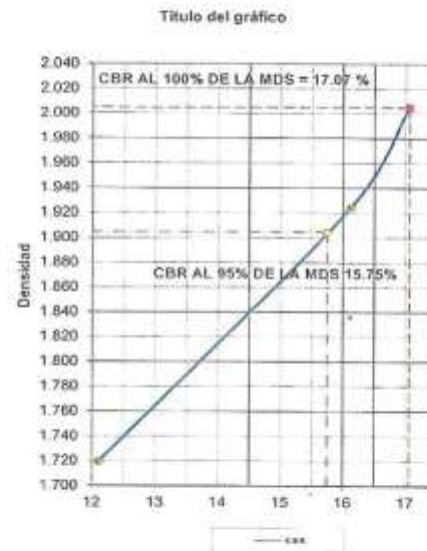
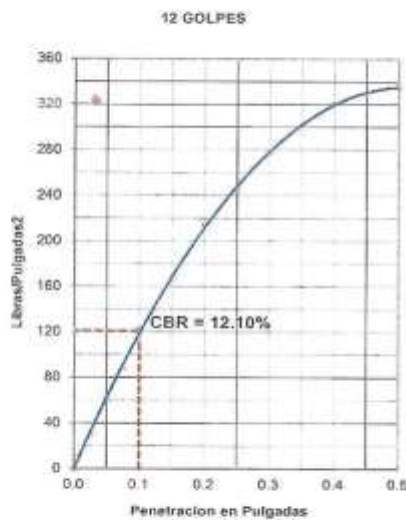
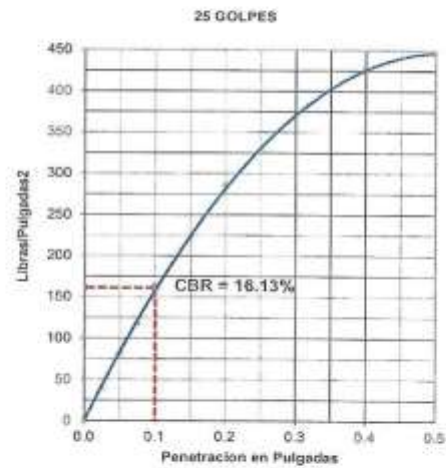
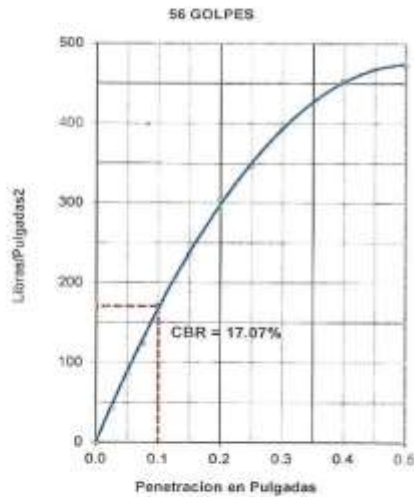
Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Incorporando: 15 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Progresiva: -

Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	9.79	2.005	0.02	100	17.07		
25	9.88	1.924	0.04	96	16.13	15.75	
12	9.65	1.720	0.04	86	12.10		17.07



Luis López Mendoza
ING. CIVIL N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 12: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+20% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Calzada: N° 01 M-III 0.80 - 1.50 Incorporando: 20 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56	N° Capes: 5	Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde	Dímetro: 15.20 cm ²	Altura: 11.70 cm
	Sobrecarga: 10 Lbs.	Vol: 2123.06 cm ³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

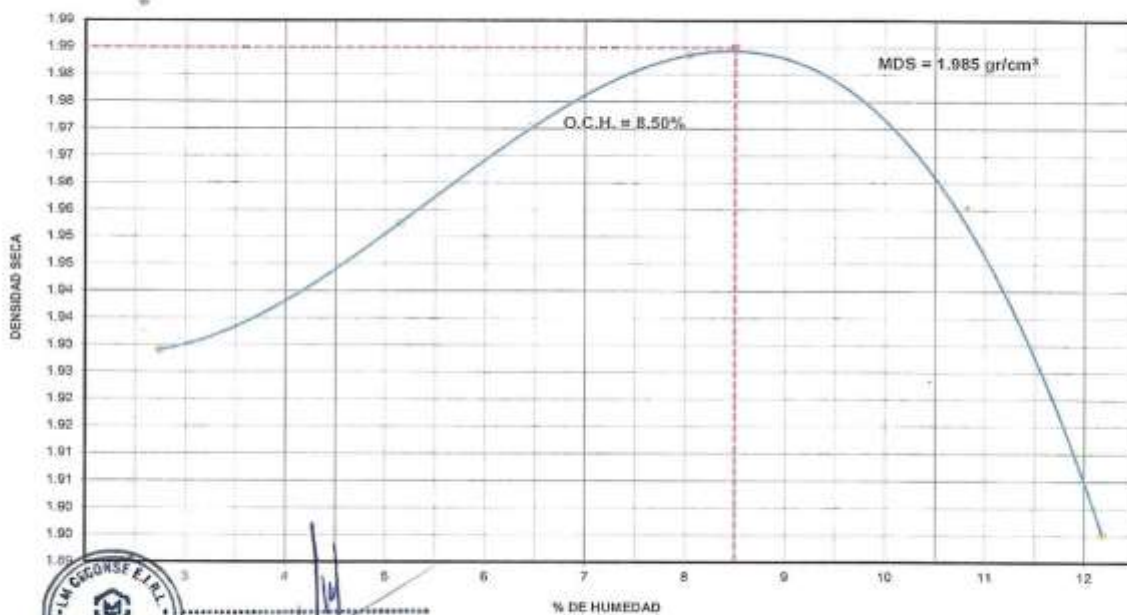
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	13.77	16.04	15.32	15.74
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	113.78	116.05	115.35	115.75
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	110.93	113.56	110.28	111.02
PESO DEL AGUA (grs)	2.85	2.49	5.07	4.73
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	97.2	97.5	95.0	95.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	2.93	2.55	5.34	4.96
% PROMEDIO	2.74	5.15	8.04	12.18

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	2.74	5.15	8.04	12.18
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7278.00	7429.00	7620.00	7584.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4208	4359	4550	4514
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.98	2.05	2.14	2.13
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.93	1.95	1.96	1.90
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.985
Humedad Óptima%				8.50

COMPACTACION



Luis López Mendoza
ING. CIVIL N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Celada: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Incorporando: 20 % de Árido Grueso

Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm2 Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol.: 2123.07 cm3

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	15.73	15.32	15.55	15.48	16.05	15.22
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	115.73	115.33	115.23	115.45	116.07	115.22
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	107.89	107.53	107.40	107.65	107.99	107.60
PESO DEL AGUA (grs)	7.84	7.80	7.83	7.80	8.08	7.62
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	92.16	92.21	91.85	92.17	91.94	92.38
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.51	8.46	8.52	8.46	8.79	8.25
% PROMEDIO	8.48		8.49		8.52	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.48	8.49	8.52
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9678.00	9488.00	8945.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5106.00	5112.00	4958.00
PESO DEL SUELO (grs)	4572.00	4376.00	3987.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.15	2.06	1.86
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.985	1.900	1.731

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Lec Dial	N° GOLPES 56		N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			m.m.M
				EXPANSIÓN		EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			
				m.m	%	Lec Dial	m.m	%	Lec Dial	m.m	%	
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
17/10/2021	11:00:00	24	0.1	0.13	0.11	0.2	0.15	0.13	0.2	0.15	0.13	117
18/10/2021	11:00:00	48	0.2	0.15	0.13	0.2	0.18	0.15	0.2	0.23	0.20	117
19/10/2021	11:00:00	72	0.2	0.15	0.13	0.2	0.20	0.17	0.2	0.23	0.20	117
20/10/2021	11:00:00	96	0.2	0.18	0.15	0.2	0.23	0.20	0.3	0.25	0.22	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	N° de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN		N° de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN		N° de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN	
			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.025	42.4	92.43	30.81		35.1	78.34	26.11		18.3	41.38	13.79	
0.050	82.4	180.74	60.25		68.2	151.44	50.48		33.0	73.69	24.56	
0.075	120.3	264.29	88.10		99.6	220.60	73.53		49.0	109.02	36.34	
0.100	161.8	355.85	116.82	11.66	134.0	296.39	96.80	9.88	66.2	147.04	49.01	4.90
0.150	226.8	499.05	166.35		187.7	414.93	138.31		95.0	210.51	70.17	
0.200	284.8	626.90	208.97	20.90	235.7	520.76	173.59	17.36	124.2	274.88	91.63	6.11
0.250	332.9	732.95	244.32		275.5	608.55	202.85		148.3	327.99	109.33	
0.300	374.1	824.00	274.67		309.7	683.91	227.97		170.4	376.70	125.57	
0.400	426.7	939.93	313.31		353.2	778.88	259.96		204.5	462.00	150.67	
0.500	448.8	988.67	329.56		371.5	820.23	273.41		228.1	503.89	167.96	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Multiplax E-50, con celda de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 deava 45



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 01 M-III 0.80 - 1.50

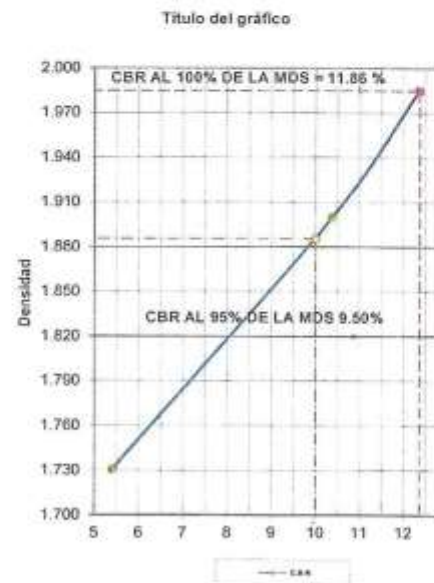
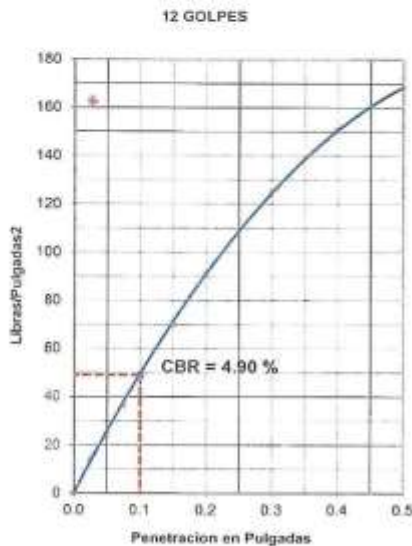
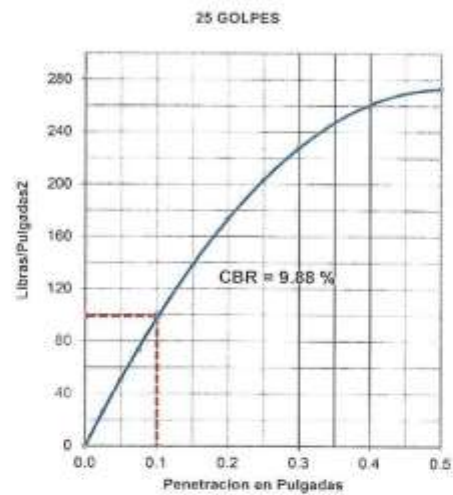
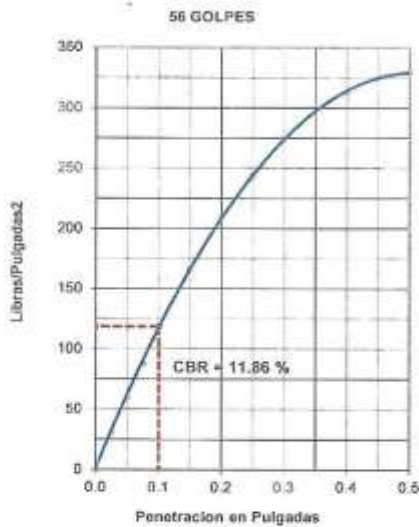
Componentes: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Incorporando: 20 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Progresiva: -

Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	8.48	1.985	0.15	100	11.86		
25	8.49	1.900	0.20	96	9.88	9.60	11.86
12	8.52	1.731	0.22	87	4.90		

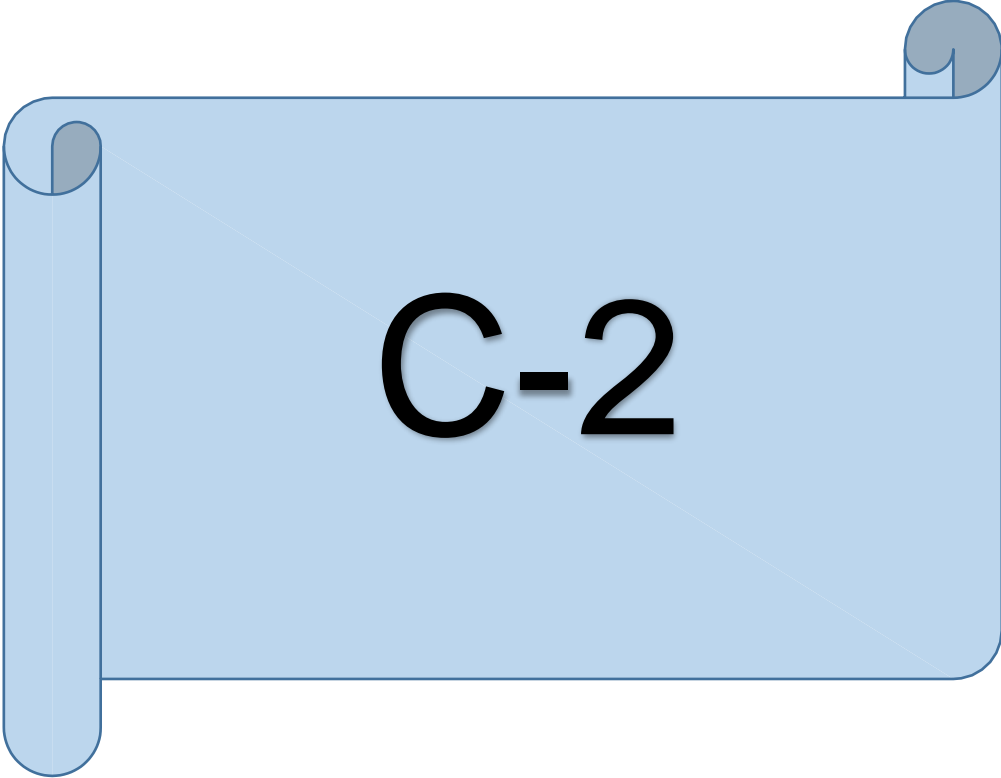


Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO




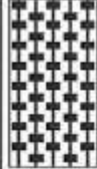
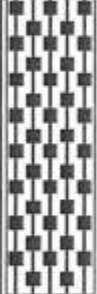
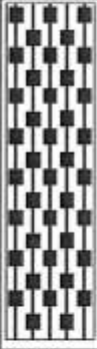
Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú


LAB. DE MECANICA DE SUELOS

A large blue scroll graphic with rounded corners and a vertical strip on the left side, resembling a rolled-up document. The text 'C-2' is centered on the scroll.

C-2

ANEXO 13: PERFIL ESTATIGRAFICO

 Centro de Servicios, consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú		Calicata N° 02
REGISTRO DE EXCAVACION		
Solicitante :	JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA	Coordenadas:
Proyecto:	"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"	280495.55 m E
		9333874.49 m S
Ubicación :	CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA	Fecha : Octubre - 2021
Componente :	FINES DE PAVIMENTACIÓN	Muestra: TODAS
Calicata N° 02	NIVEL FREATICO NO PRESENTA	Prof. Exc. 1.50
Cota As. (m)	Estrato	Cota As. 835.00 (msnm)
		ESPESOR HUMEDAD Observ.
		(m) (%)
CLASIFICACION		
		AASHTO SUCS SIMBOLO
835.00	I	A-4(0) SM 
El primer estrato es un material de relleno conformada por una arena limosa de color marrón claro con betas de color gris. según la clasificación unificada presenta, 7.08% de grava, 50.57% de arena, 42.34% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCS "SM" y AASHTO "A-4(0)".		
834.70	II	A-2-4(0) SM 
El segundo estrato está conformado por una arena limosa de color marrón, según la clasificación unificada presenta, 1.34% de grava, 67.58% de arena, 31.07% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCS "SM" y AASHTO "A-2-4(0)".		
834.10	III	A-2-4(0) SM 
El tercer estrato está conformado por una arena limosa de color marrón pardo, según la clasificación unificada presenta, 3.08% de grava, 72.42% de arena, 24.51% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCS "SM" y AASHTO "A-2-4(0)".		
833.50		
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas A.S.T.M. (registro sin escala)		



Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 14: ENSAYOS DE LABORATORIO SUELO NATURAL M-1
PROFUNDIDAD 0.00-0.30**

Contenido de Humedad



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata N° 02 M-1 Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.49 m S

Prof. de la Muestra: 0.00 - 0.30 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	14.56	14.36	14.32
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	120.56	120.35	120.48
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	112.56	112.34	112.53
PESO DEL AGUA grs	8.00	8.01	7.95
PESO DEL SUELO SECO grs	98.00	97.98	98.21
% DE HUMEDAD	8.16	8.18	8.09
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.14		

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Granulométrico



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
Descripción del material: ARENA LIMOSA
Calicata: N° 02
Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233
Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA
Muestra: M-I
Prof. de la Muestra: 0.00 - 0.30
Fecha: Octubre - 2021
Coordenadas: 280495.56 m E 9333874.49 m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 338.128

ID	Tamizaje (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcel	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Tamiz 1"	127.00				
Tamiz 4"	101.80				
Tamiz 2"	76.20				
Tamiz 1"	50.80				
Tamiz 1 1/2"	38.10				
Tamiz 1"	25.40			0.00%	100.00%
Tamiz 3/4"	19.050	15.23	5.08%	5.08%	94.92%
Tamiz 1/2"	12.760	0.21	0.07%	5.15%	94.85%
Tamiz 3/8"	6.325	0.07	0.01%	5.15%	94.85%
Tamiz 1/4"	6.350	4.15	1.38%	6.54%	93.46%
N° 4	4.760	1.64	0.53%	7.08%	92.92%
N° 6	2.380	4.56	1.52%	8.60%	91.40%
N° 10	2.050	1.34	0.45%	9.05%	90.95%
N° 15	1.190	3.54	1.15%	10.22%	89.77%
N° 20	0.840	2.47	0.82%	11.05%	88.95%
N° 30	0.590	3.20	1.09%	12.14%	87.86%
N° 40	0.420	3.54	1.18%	13.32%	86.68%
N° 60	0.297	5.00	1.67%	14.99%	85.01%
N° 80	0.250	7.23	2.41%	17.40%	82.60%
N° 100	0.177	49.86	16.57%	33.97%	66.03%
N° 150	0.149	11.23	3.74%	37.71%	62.29%
N° 200	0.074	69.69	23.00%	60.71%	39.29%
Fondo	0.01	127.03	42.34%	100.00%	0.00%
TOTAL		300.00			

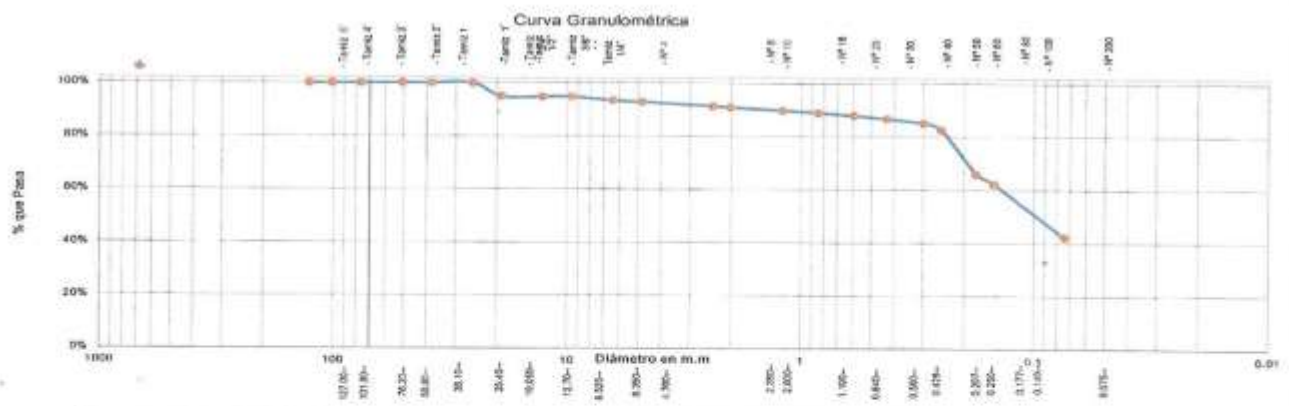
Composición Granulométrica %		% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
GRAMA	7.08%	N°4 =	92.92%
ARENA	50.57%	N° 40 =	86.68%
ARCILLA Y ARGILAS	42.34%	N°100 =	82.60%
N° 200 =		N° 200 =	42.34%

Descripción Muestra:
 Grupo: Suelos de partículas gruesas Sub-Grupo: Arena
ARENA LIMOSA

SUCS =	SM	AASHTO =	A-4(0)
LL	=	WT	= 50.00
LP	=	WT+Scp	= 350.00
IP	=	WSL	= 300.00
IG	= 0	WT+SDL	= 322.57
		WSDL	= 29.00
D	90=	% Finos	= 42.34
D	60=	% ERR	=
D	30=	Cc	=
D	10=	Cu	=

Descripción del Suelo Ensayado:
 El primer ensayo es un material de relleno conformado por arena limosa de color marrón claro con betas de color gris, según la clasificación unificada presenta, 7.08% de grava, 50.57% de arena, 42.34% de limo (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Siendo su clasificación SUCS "SM" y AASHTO "A-4(0)".

% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
Número de tarso =	1
Peso del tarso =	14.4
Peso del tarso + Mh =	120.5
Peso del tarso + Ms =	112.5
Peso del agua =	8.0
Peso suelo húmedo =	106.1
Peso suelo seco =	98.1
% Humedad Muestra =	8.1



Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75233
 ESP. METALISTA DE LABORATORIO



Ensayo Limites de Consistencias



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 02 M-1

Perforación: Cielo Abierto

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.48 m S.

Progresiva: -

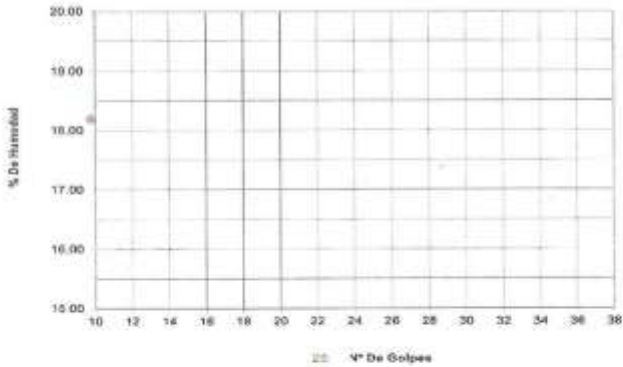
Fecha: Octubre - 2021

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NÚMERO DE GOLPES			

NO LÍQUIDO

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo FI	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA EN LABORATORIO

OBSERVACIONES



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 15: ENSAYOS DE LABORATORIO SUELO NATURAL M-2
PROFUNDIDAD 0.30-0.90**

Contenido de Humedad



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata N° 02 M-II Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.49m S

Prof. de la Muestra: 0.30 - 0.90 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.20	15.34	15.29
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	120.78	120.45	120.48
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	107.25	107.00	107.06
PESO DEL AGUA grs	13.53	13.45	13.42
PESO DEL SUELO SECO grs	92.05	91.66	91.77
% DE HUMEDAD	14.70	14.67	14.62
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.67		

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Granulométrico



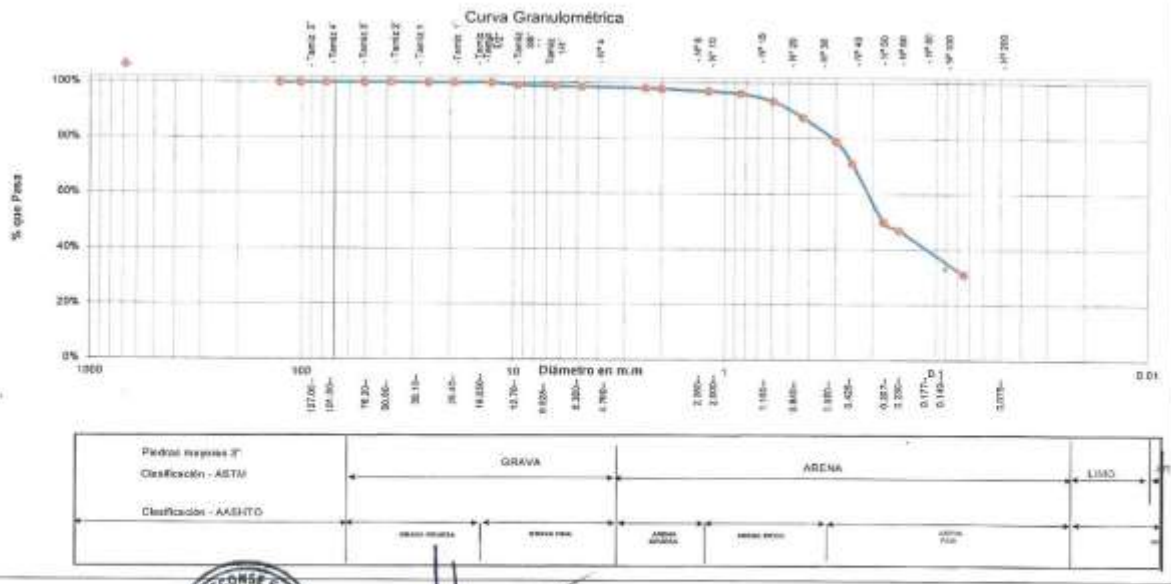
*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA	Muestra: M-II
Descripción del material: ARENA LIMOSA	Prof. de la Muestra: 0.30 - 0.90
Calicata: N° 02	Fecha: Octubre - 2021
Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233	Coordenadas: 280485.66 m E - 933874.49m S
Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N.T.P. 330.128						Composición Granulométrica %					
D (mm)	Peso	% Retenido	% Pasado	% Que Pasa	GRAVA	% QUE PASA PARA CLASIFICACION					
Tamiz 2"	127.00				ARENA	1.34%	Nº 4 =	89.66%	Nº 40 =	87.88%	
Tamiz 4"	101.60				LIMOS Y ARCILLAS	31.07%	Nº 10 =	97.68%	Nº 200 =	31.07%	
Tamiz 2"	76.20				Descripción Muestra:						
Tamiz 2"	69.00				Grupo: SUELOS de partículas Gruesas Sub-Grupo: Arena						
Tamiz 1 1/2"	38.10				ARENA LIMOSA						
Tamiz 1"	25.40				SUCS =		SM		AASHTO =		A-2-4(0)
Tamiz 3/4"	19.00				LL	=	WT	=			
Tamiz 10"	12.50			0.07%	LP	=	WT+5%L	=	50.00		
Tamiz 38"	6.25	2.46	0.02%	0.02%	IP	=	WSL	=	300.00		
Tamiz 10"	6.25	1.20	0.40%	1.22%	IG	=	WT+50L	=	266.78		
Nº 4	4.75	0.38	0.13%	1.34%	D	20-	WSL	=	20.00		
Nº 8	2.36	1.50	0.50%	1.84%	D	30-	% Fines	=	31.07		
Nº 10	2.00	0.62	0.21%	2.55%	D	40-	% FRR	=			
Nº 16	1.18	2.40	0.83%	2.68%	D	60-	Cu	=			
Nº 20	0.85	2.30	0.81%	3.78%	D	10-	Cu	=			
Nº 30	0.60	0.48	0.17%	0.17%	Descripción del Suelo Ensayado:						
Nº 40	0.425	17.86	6.51%	12.45%	El espécimen ensayado está conformado por una arena limosa de color marrón, según la clasificación unificada presenta, 1.34% de grava, 67.58% de arena, 31.07% de finos (que pase la malla Nº200), no presenta limas de consistencia. Sendo su clasificación SUCS "SM" y AASHTO "A-2-4(0)".						
Nº 50	0.297	21.20	8.23%	21.03%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada						
Nº 60	0.250	33.47	7.82%	28.92%	Número de Sello	=	1	Peso del agua	=	13.5	
Nº 80	0.177	63.48	21.10%	60.00%	Peso del tarso	=	15.3	Peso suelo húmedo	=	105.3	
Nº 100	0.149	9.28	3.01%	53.14%	Peso del tarso + Mh	=	120.6	Peso suelo seco	=	91.8	
Nº 200	0.074	47.28	15.70%	89.92%	Peso del tarso + Ms	=	107.1	% Humedad Muestra	=	14.7	
Fondo	0.01	63.23	31.87%	100.00%							
TOTAL	300.00										



Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP Nº 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Limites de Consistencias



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 02 M-II **Coordenadas:** 280495.55 m E 9333874.49m S

Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:** -

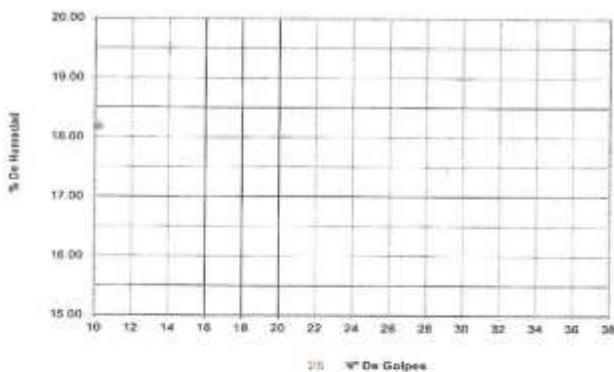
Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233 **Fecha:** Octubre - 2021

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

NO LÍQUIDO

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo FI	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALIDAD DE LABORATORIO

OBSERVACIONES:



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 16: ENSAYOS DE LABORATORIO SUELO NATURAL M-3
PROFUNDIDAD 0.90-1.50**

Contenido de Humedad



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA – JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata N° 02 M-III Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.49 m S

Prof. de la Muestra: 0.90 - 1.50 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021 Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP. 75233

Determinación del % de Humedad Natural ASTM-D4959- N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	15.48	15.23	15.36
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	122.36	122.45	122.48
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	106.63	106.65	106.62
PESO DEL AGUA grs	15.73	15.80	15.86
PESO DEL SUELO SECO grs	91.15	91.42	91.26
% DE HUMEDAD	17.26	17.28	17.38
PROMEDIO % DE HUMEDAD	17.31		

OBSERVACIONES: _____
_____ **N.D.** _____



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Granulométrico



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del material: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 02

Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA - CIP. 75233

Solicitante: JENNIFER DEL PILAR DIAZ TUESTA - JOSE ALEXANDER LINARES HERRERA

Muestra: M-III

Prof. de la Muestra: 0.90 - 1.50

Fecha: Octubre - 2021

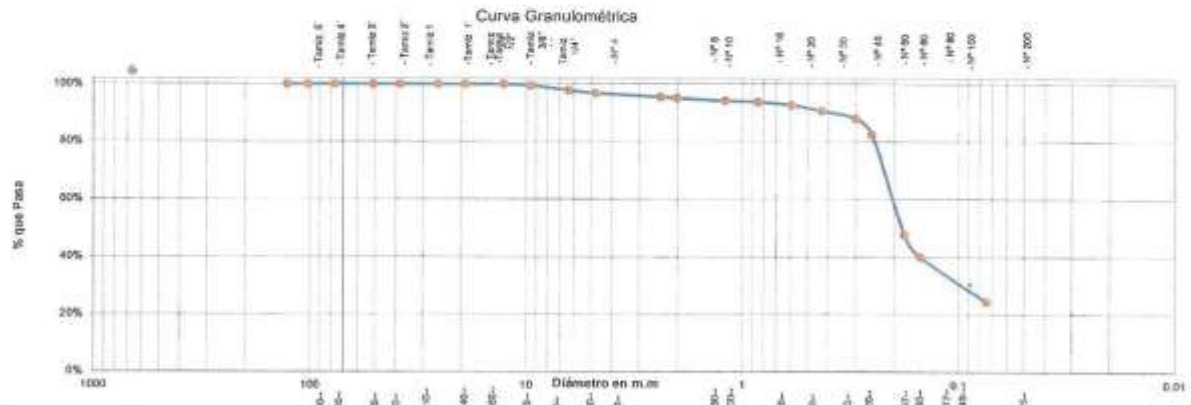
Coordenadas: 280405.55 m E. 933874.49 m S

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D6913 - N. T. P. 338.128

Tamizos	Peso	% Retenido	% Pasado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %			
Ø (mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	GRAVA	ARENA	LIMO Y ARCILLAS	% QUE PASA PARA CLASIFICACIÓN
Tamiz 5"	127.60				3.05%	72.42%	24.51%	N° 4 = 96.02% N° 10 = 85.22% N° 40 = 90.70% N° 200 = 24.31%
Tamiz 4"	101.60							
Tamiz 3"	76.20							
Tamiz 2"	50.80							
Tamiz 1.18"	38.10							
Tamiz 1"	25.40							
Tamiz 3/8"	19.050							
Tamiz 1/2"	12.750							
Tamiz 3/16"	9.525	1.38	0.45%	0.45%	100.00%			
Tamiz 1/8"	6.350	4.99	1.65%	2.00%	99.85%			
N° 4	4.750	2.99	1.00%	3.00%	97.00%			
N° 8	2.360	3.02	1.31%	4.38%	96.62%			
N° 15	2.000	1.70	0.40%	4.79%	95.22%			
N° 30	1.180	2.08	0.99%	5.78%	94.22%			
N° 60	0.840	1.19	0.38%	6.16%	93.84%			
N° 100	0.500	3.26	1.69%	7.85%	92.15%			
N° 200	0.425	6.15	2.55%	9.30%	90.70%			
N° 40	0.287	6.09	2.67%	11.00%	88.04%			
N° 60	0.250	16.33	5.44%	17.49%	82.51%			
N° 80	0.177	104.23	34.74%	52.15%	47.85%			
N° 100	0.149	23.48	7.52%	59.67%	40.34%			
N° 200	0.074	46.59	15.53%	75.43%	24.51%			
Fondo	0.01	73.52	24.51%	100.00%	0.00%			
TOTAL		300.00						

DESCRIPCIÓN MUESTRA:			
ARENA LIMOSA			
SUCS =	SM	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	=	WT =	= 50.00
LP =	=	WT+PAL =	= 350.00
IP =	=	WSAL =	= 300.00
IG =	= 0	WT+SDI =	= 276.48
		WSDL =	= 29.00
		% Fines =	= 24.51
		% ERR =	=
		Cu =	=
		Cu =	=

DESCRIPCIÓN DEL SUELO ENVIADO:			
El tercer estrato está conformado por una arena limosa de color marrón pardo, según la clasificación unificada presenta, 3.05% de grava, 72.42% de arena, 24.51% de finos (que pasa la malla N°200), no presenta límites de consistencia. Según su clasificación SUCS "SM" y AASHTO "A-2-4(0)".			
% de Humedad Natural de la muestra empacada			
Número de tarro =	1	Peso del agua =	15.8
Peso del tarro =	15.4	Peso suelo húmedo =	107.1
Peso del tarro + Mh =	122.4	Peso suelo seco =	91.3
Peso del tarro + Ms =	106.6	% Humedad Muestra =	17.3




Luis López Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo Limites de Consistencias



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 02 M-III **Coordenadas:** 280495.55 m E 9333874.49 m S

Perforación: Cielo Abierto **Progresiva:** -

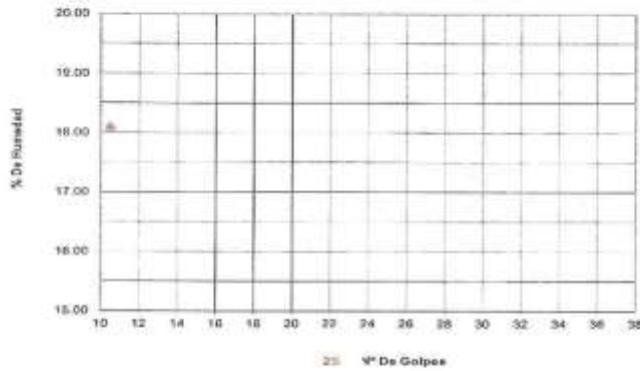
Hecho Por: ING. LUIS LÓPEZ MENDOZA – CIP: 75233 **Fecha:** Octubre - 2021

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs.			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs.			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs.			
PESO DEL AGUA grs.			
PESO DEL SUELO SECO grs.			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

NO LÍQUIDO

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo FI	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Indice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs.			
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs.			
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs.			
PESO DEL AGUA grs.			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

NO PLÁSTICO



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

OBSERVACIONES: _____



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 17: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+0% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú

"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS REICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS REICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Calicota: N° 02 M-III 0.90 - 1.50

Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.49 m S Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diametro:	15.20 cm ²	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs	Vol.:	2123.06 cm ³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "C" MTC E-115

Determinación del contenido de Humedad

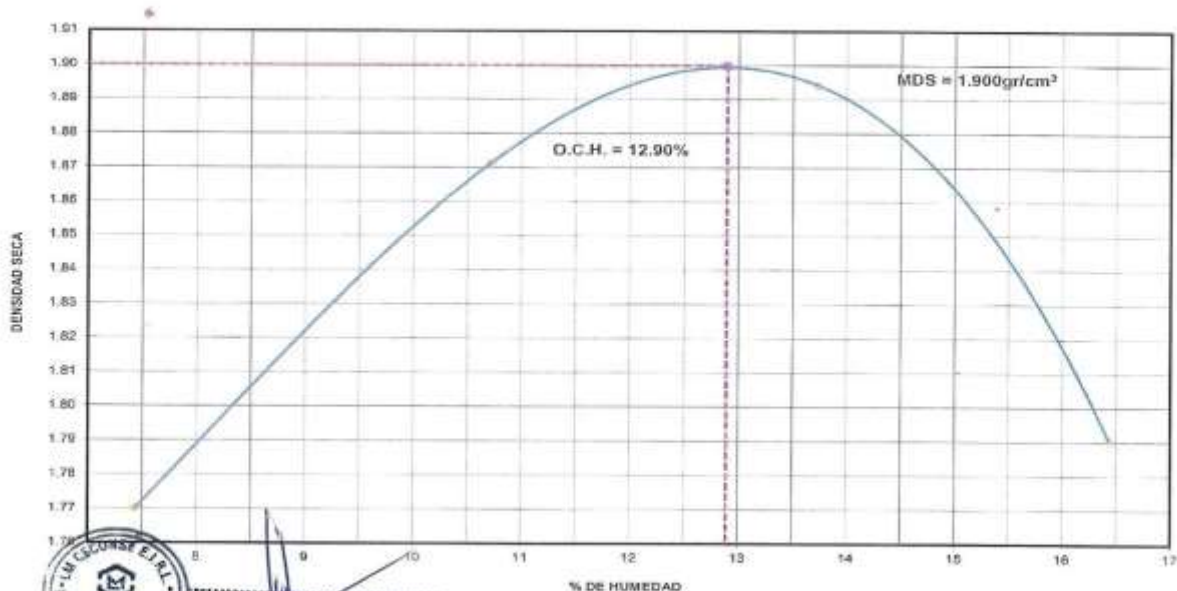
MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRÓ (grs)	15.45	15.54	15.33	15.78	15.46	15.22	14.32	14.56
PESO DEL TARRÓ+MUESTRA HUMEDA	120.56	120.56	122.45	122.56	135.32	135.66	120.45	120.65
PESO DEL TARRÓ+ MUESTRA SECA (grs)	113.26	113.30	112.08	112.22	120.96	120.99	105.46	105.66
PESO DEL AGUA (grs)	7.30	7.26	10.37	10.34	14.36	14.67	14.97	14.99
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	97.8	97.8	96.8	96.4	105.5	105.6	91.2	91.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.46	7.43	10.72	10.72	13.61	13.87	16.42	16.45
% PROMEDIO	7.44		10.72		13.74		16.44	

Determinación de la Densidad

	7.44	10.72	13.74	16.44
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.44	10.72	13.74	16.44
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7108.00	7489.00	7644.00	7496.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4038	4399	4574	4426
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.90	2.07	2.15	2.08
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.77	1.87	1.89	1.79

Densidad Máxima (grs/cm ³)	1.900
Humedad Óptima%	12.90

COMPACTACION



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA
 Calicata: N° 02 M-III 0.90 - 1.50
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
 Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.49 m S Fecha: Octubre - 2021
 Progresiva: -

N° Golpes / capas: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde Diámetro: 15.20 cm² Altura: 11.70 cm
 Sobrecarga: 10 Lbs. Vol: 2123.07 cm³

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	14.56	14.48	15.78	15.88	14.48	14.28
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	121.23	121.56	122.56	122.67	114.58	114.74
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	109.08	109.36	110.52	110.42	103.06	103.25
PESO DEL AGUA (grs)	12.15	12.20	12.04	12.25	11.50	11.49
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	94.52	94.88	94.74	94.54	88.58	88.56
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.85	12.66	12.71	12.98	12.98	12.92
% PROMEDIO	12.86		12.83		12.95	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.86	12.83	12.95
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9409.00	9242.00	8875.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4856.00	4896.00	4857.00
PESO DEL SUELO (grs)	4553.00	4346.00	4018.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.14	2.05	1.89
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.900	1.814	1.676

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56			N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		
				Dial	m.m		%	Dial		m.m	%	Dial
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
17/10/2021	11:00:00	24	0.0	0.00	0.00	0.5	0.51	0.43	0.8	0.81	0.69	117
18/10/2021	11:00:00	48	1.3	1.27	1.09	1.5	1.52	1.30	1.8	1.75	1.50	117
19/10/2021	11:00:00	72	1.5	1.52	1.30	1.8	1.78	1.52	1.8	1.83	1.56	117
20/10/2021	11:00:00	96	2.0	2.03	1.74	2.2	2.16	1.85	2.3	2.29	1.95	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	N° de golpes		CORRECCIÓN		N° de golpes		CORRECCIÓN		N° de golpes		CORRECCIÓN	
	Lec	Dial	Lbs	Lbs/Pulg2	Lec	Dial	Lbs	Lbs/Pulg2	Lec	Dial	Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.025	22.8	49.16	16.39	19.5	44.00	14.67		9.9	22.83	7.61		
0.050	56.0	122.48	40.83	48.0	106.84	35.81		27.5	61.64	20.55		
0.075	84.0	184.22	61.41	72.0	159.76	53.25		36.2	80.80	26.93		
0.100	108.5	238.24	79.41	7.94	93.0	206.07	68.69	6.87	49.5	110.15	36.72	3.67
0.150	166.3	365.58	121.86		142.5	315.21	105.07		71.5	158.66	52.89	
0.200	208.3	458.19	152.73	15.27	178.5	394.59	131.53	13.15	88.0	195.04	65.01	4.33
0.250	253.8	568.82	186.17		217.5	480.59	160.20		102.2	226.33	75.44	
0.300	288.8	635.89	211.90		247.5	546.74	182.26		116.6	258.10	86.03	
0.400	350.0	770.75	256.92		300.0	662.50	220.83		135.3	289.34	89.78	
0.500	388.5	855.84	285.21		333.0	735.27	245.09		146.3	323.59	107.86	

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Múltiple E-50, con caída de 4,5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-006 desvs.45



Luis Lopez Mendoza
 ING. CIVIL CIP N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

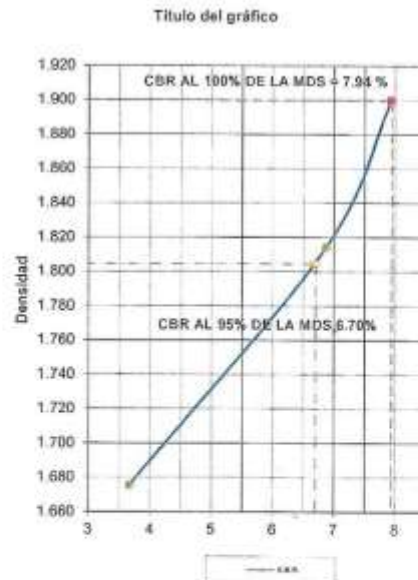
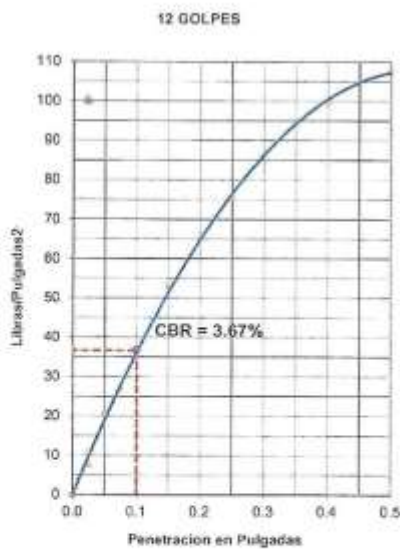
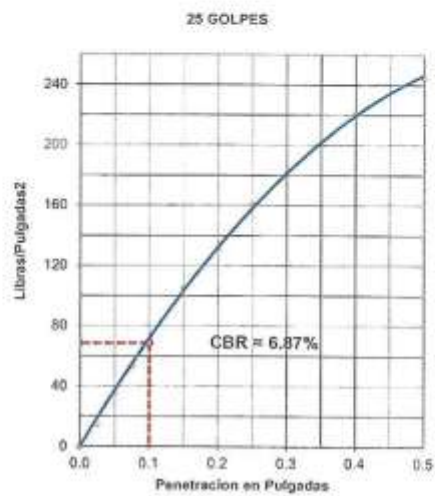
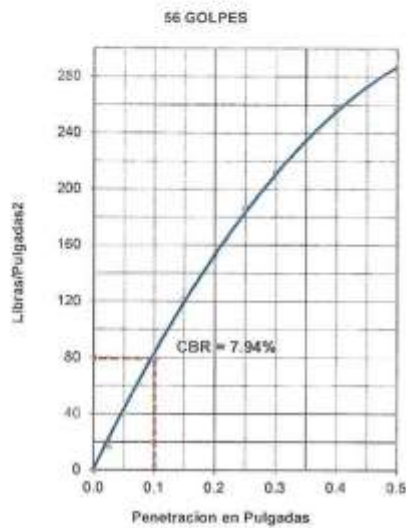
Calicata: N° 02 M-III 0.90 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 280495.55 m E 9333874.49 m S

Progresiva: -

Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	12.86	1.900	1.74	100	7.94		
25	12.83	1.814	1.85	95	6.87	6.70	
12	12.95	1.676	1.95	88	3.67		7.94



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 18: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+10% DE ARIDO
GRUESO REICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú*

"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Calicata: N° 02 M-III 0.90 - 1.50 Incorporando: 10 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

Nº Golpes / capa: 56	Nº Capas: 5	Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm ²		Altura: 11.70 cm
	Sobrecarga: 10 Lbs.	Vol: 2123.06 cm ³

RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "C" MTC E-115

Determinación del contenido de Humedad

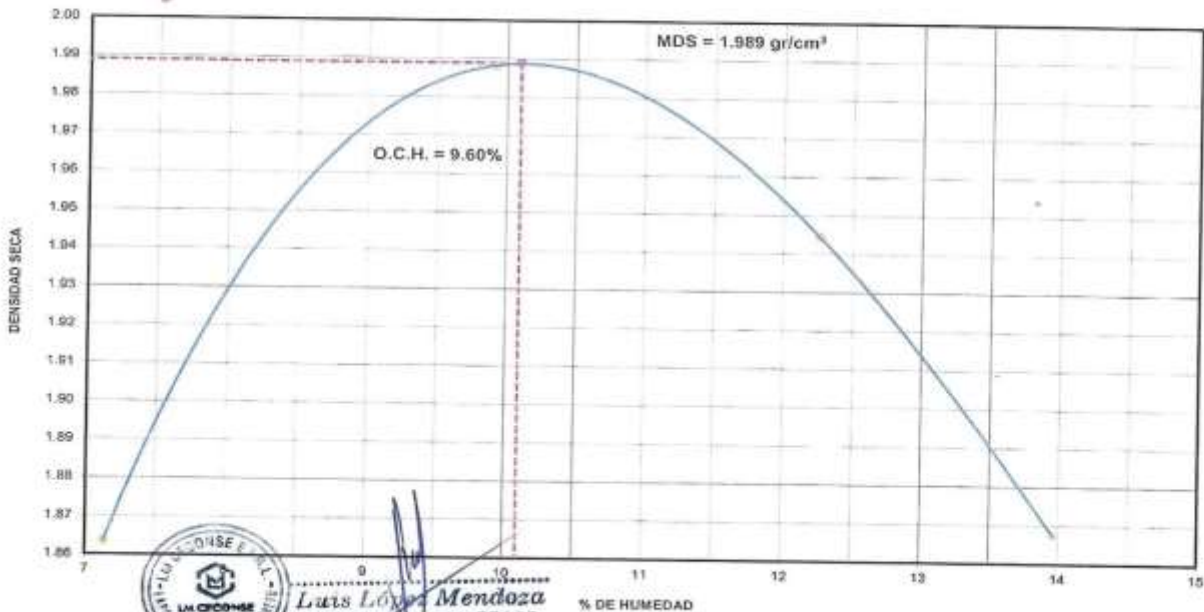
MUESTRA Nº	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	15.82	15.85	15.80	15.55	15.86	15.77	15.90	14.95
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	115.85	115.48	115.89	115.63	115.78	115.69	115.48	114.56
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	109.63	109.26	107.35	106.93	105.22	105.22	103.65	102.75
PESO DEL AGUA (grs)	6.22	6.20	8.54	8.70	10.56	10.47	11.83	11.81
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.8	93.4	91.6	91.4	89.4	89.5	87.8	87.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.63	6.64	9.33	9.52	11.82	11.70	13.48	13.45
% PROMEDIO	6.63		9.42		11.76		13.47	

Determinación de la Densidad

	1	2	3	4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.63	9.42	11.76	13.47
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7289.00	7689.00	7684.00	7569.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4219	4619	4614	4499
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.99	2.18	2.17	2.12
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.86	1.99	1.94	1.87

Densidad Máxima (grs/cm ³)	1.989
Humedad Óptima%	9.60

COMPACTACION



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 02 M-III 0.90 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Coordenadas: 280814.39 m E 933890.35 m S

Incorporando: 10 % de Árido Grueso

Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Molde: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm2 Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol: 2123.07 cm3

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	15.86	15.80	16.32	16.48	15.96	15.94
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA (grs)	118.56	118.45	120.48	120.65	118.45	118.58
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	109.55	109.48	111.29	111.38	109.50	109.50
PESO DEL AGUA (grs)	9.01	9.00	9.19	9.30	8.95	8.99
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	93.89	93.65	94.97	94.87	93.54	93.62
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.62	9.61	9.68	9.80	9.57	9.60
% PROMEDIO	9.61		9.74		9.59	

Determinación de la Densidad

	56	25	12
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.61	9.74	9.59
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9826.00	9728.00	9428.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5196.00	5263.00	5248.00
PESO DEL SUELO (grs)	4628.00	4465.00	4178.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	2.18	2.10	1.97
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.989	1.916	1.796

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56			N° GOLPES 25			N° GOLPES 12			
			Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		Lec	EXPANSIÓN		
				Dial	m.m		%	Dial		m.m	%	Dial
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
17/10/2021	11:00:00	24	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	117
18/10/2021	11:00:00	48	0.0	0.03	0.02	0.1	0.05	0.04	0.1	0.08	0.07	117
19/10/2021	11:00:00	72	0.0	0.03	0.02	0.1	0.05	0.04	0.1	0.10	0.09	117
20/10/2021	11:00:00	96	0.1	0.05	0.04	0.1	0.08	0.07	0.1	0.10	0.09	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56			Molde N° 25			Molde N° 12		
	Lec	CORRECCIÓN		Lec	CORRECCIÓN		Lec	CORRECCIÓN	
		Dial	Lbs/Pulg2		Dial	Lbs/Pulg2		Dial	Lbs/Pulg2
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	47.9	104.62	34.67	43.3	96.53	32.18	33.6	75.19	25.08
0.050	90.8	199.27	66.42	82.2	182.15	60.72	64.9	144.10	48.03
0.075	133.3	292.86	97.62	120.5	266.80	88.93	96.0	212.68	70.89
0.100	182.1	400.63	133.54	133.35	364.28	121.43	123.5	273.27	91.09
0.150	253.2	557.32	185.77	229.0	500.02	168.67	175.0	386.95	128.98
0.200	319.5	703.40	234.47	289.0	638.14	212.71	222.1	490.57	163.56
0.250	384.2	848.14	282.05	347.5	767.26	255.75	263.8	582.64	194.21
0.300	434.8	957.77	319.26	393.3	868.23	289.41	300.1	662.71	220.90
0.400	506.5	1115.82	371.94	458.1	1011.19	337.06	355.3	784.35	261.45
0.500	552.0	1216.22	405.41	499.3	1102.00	367.33	387.9	856.37	285.46

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Múltiplex E-50, con carga de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-008 de evs.45

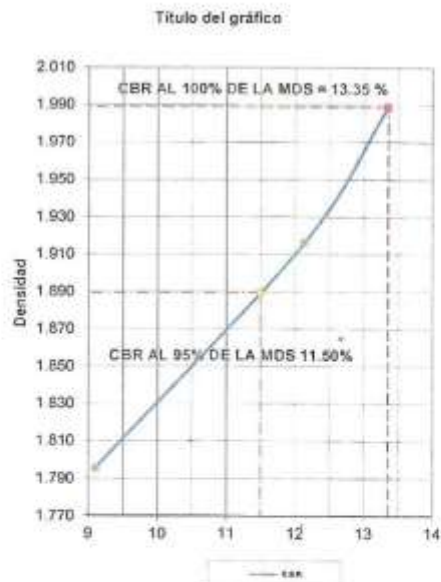
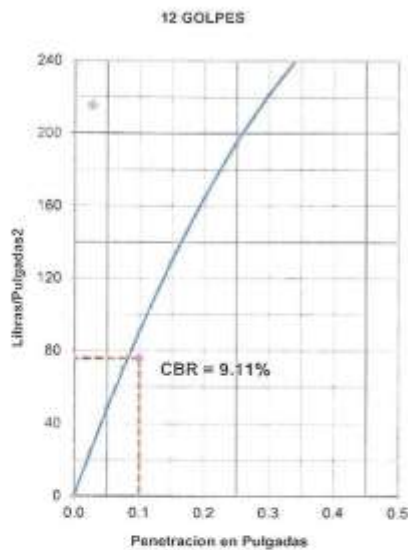
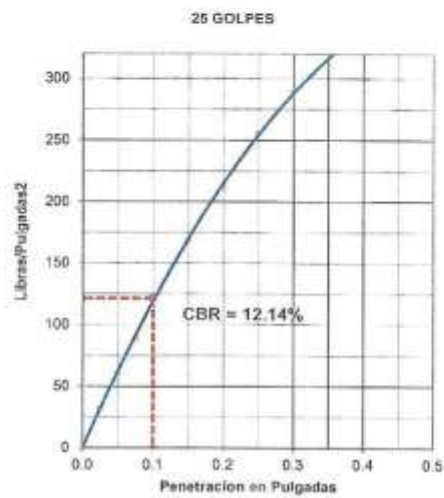
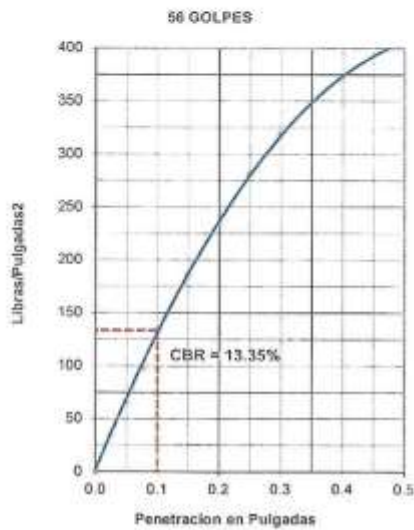


Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA
Calicata: N° 02 M-II 0.90 - 1.50
Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Incorporando: 10 % de Árido Grueso
Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S
Progresiva: -
Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	9.61	1.989	0.04	100	13.35		
25	9.74	1.916	0.07	96	12.14	11.50	13.35
12	9.58	1.796	0.09	90	9.11		



Luis López Mendosa
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 19: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+15% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaúnde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú*

"INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Proyecto: **INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021***

Localización del Proyecto: **CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA**

Descripción del Suelo: **ARENA LIMOSA**

Componente: **FINES DE PAVIMENTACIÓN**

Calzada: **Nº 02 M-III 0.90 - 1.50** Incorporando: **15 % de Árido Grueso**

Coordenadas: **280814.39 m E 9333890.35 m S** Fecha: **Octubre - 2021**

Progresiva: **-**

Nº Golpes / capa:	56	Nº Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde		Dámetro:	15.20 cm ²	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol.:	2123.06 cm ³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

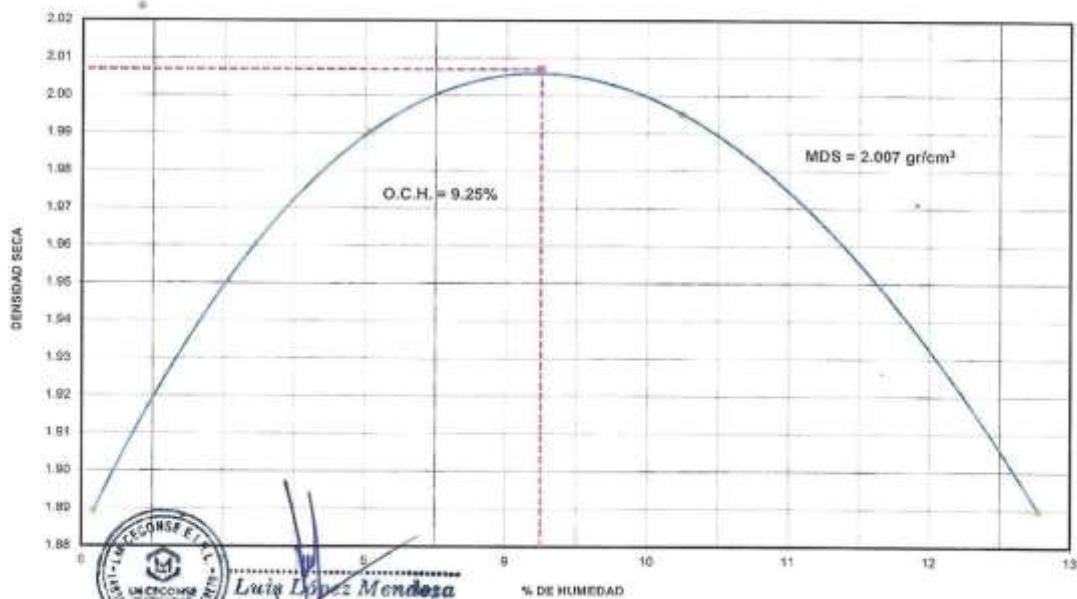
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	15.25	15.48	15.23	15.24	14.78	14.68	15.45	15.65
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	115.36	115.48	115.32	115.36	116.48	116.42	114.56	114.78
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	109.58	109.75	107.89	107.80	107.00	106.99	103.36	103.52
PESO DEL AGUA (grs)	5.78	5.70	7.43	7.46	9.48	9.43	11.20	11.26
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	94.3	94.3	92.7	92.7	92.2	92.3	87.8	87.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.13	6.04	8.02	8.05	10.28	10.22	12.74	12.81
% PROMEDIO	6.09		8.03		10.25		12.78	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.09	8.03	10.25	12.78
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7325.00	7635.00	7740.00	7595.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4255	4565	4670	4525
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	2.00	2.15	2.20	2.13
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.89	1.99	2.00	1.89
Densidad Máxima (grs/cm ³)				2.007
Humedad Óptima%				9.25

COMPACTACION



Lucia Lopez Mendosa
ING. CIVIL CIP Nº 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Calicata: N° 02 M-III 0.90 - 1.50

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN Incorporando: 15 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.38 m E 9333890.35 m S Fecha: Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm2 Altura: 11.70 cm

Sobrecarga: 10 Lbs. Vol. 2123.07 cm3

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grm)	14.89	14.80	15.48	15.45	15.74	15.63
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	120.56	120.74	120.36	120.45	120.63	120.78
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	113.45	113.55	113.30	113.29	113.48	113.65
PESO DEL AGUA (grs)	7.11	7.19	7.06	7.16	7.15	7.13
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	98.56	98.79	97.62	97.84	97.74	98.02
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.21	7.28	7.22	7.32	7.32	7.27
% PROMEDIO	7.25		7.27		7.29	

Determinación de la Densidad

	7.25	7.27	7.29
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.25	7.27	7.29
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9506.00	9265.00	9007.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5026.00	4826.00	5026.00
PESO DEL SUELO (grs)	4480.00	4409.00	3981.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.15	2.08	1.88
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.007	1.936	1.748

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56						N° GOLPES 25						N° GOLPES 12					
			EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial						
			m.m	%		m.m	%		m.m	%		m.m	%							
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
17/10/2021	11:00:00	24	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02			
18/10/2021	11:00:00	48	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.0	0.03	0.02	0.1	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04			
19/10/2021	11:00:00	72	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	0.1	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07			
20/10/2021	11:00:00	96	0.1	0.05	0.04	0.1	0.05	0.04	0.1	0.06	0.07	0.1	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08			

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	Lec Dial	CORRECCION		Lec Dial	CORRECCION		Lec Dial	CORRECCION		Lec Dial	CORRECCION	
		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2		Lbs	Lbs/Pulg2			
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	67.9	148.88	49.56	82.8	139.45	48.46	42.4	84.55	31.52	66.4	191.51	63.84
0.050	138.2	303.82	101.27	127.9	282.98	94.32	86.4	191.51	63.84	124.7	275.91	91.97
0.075	199.5	438.85	148.28	184.5	407.86	135.95	171.1	378.22	126.07	236.4	522.26	174.09
0.100	273.7	602.55	200.85	253.2	559.29	186.43	33.10	304.0	871.26	223.75	14.92	12.61
0.150	375.2	833.02	277.87	349.9	772.47	257.49	304.0	871.26	223.75	346.7	785.42	255.14
0.200	488.4	1071.42	357.14	449.9	992.99	331.00	346.7	785.42	255.14	393.4	868.34	289.45
0.250	564.7	1222.07	407.36	513.1	1132.34	377.45	453.8	1001.62	333.84	474.0	1046.17	348.72
0.300	629.4	1386.74	462.25	582.2	1284.66	428.22						
0.400	726.0	1599.63	533.28	671.6	1481.77	493.92						
0.500	758.4	1671.27	557.09	701.5	1547.85	515.95						

Observación: Penetración ejecutada en una plancha Multiplex E-50, con celda de 4,5 Kx con aproximación con sensor de carga R-674-005 desvs.45



Luis López Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

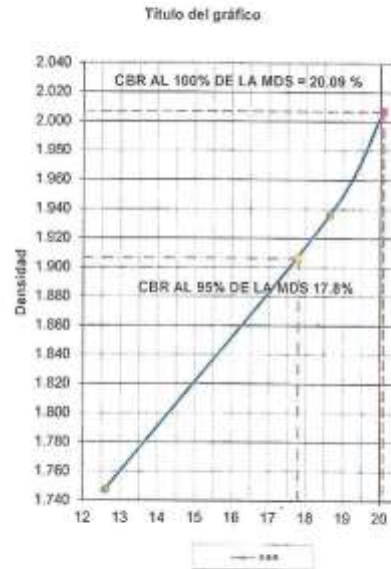
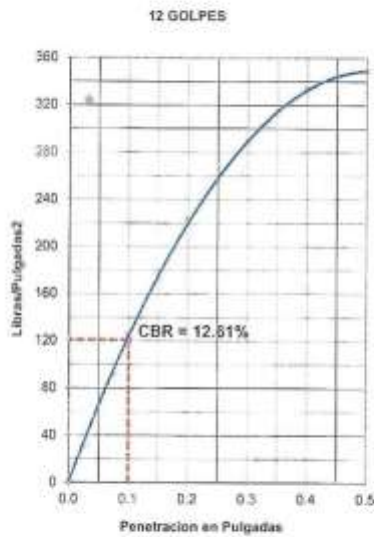
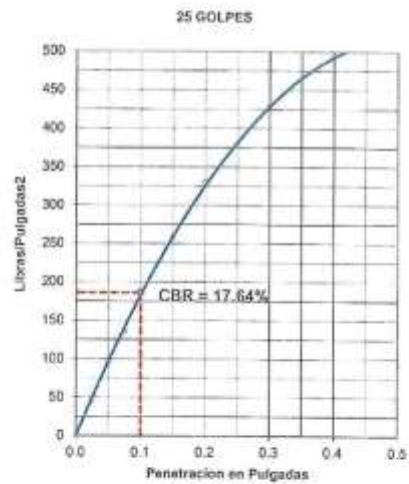
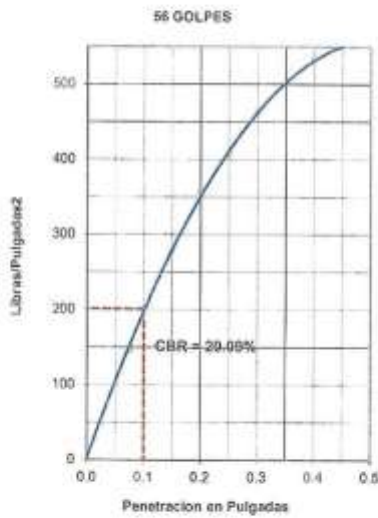


Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA
Calicata: N° 02 M-II 0.90 - 1.50
Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Incorporando: 15 % de Árido Grueso
Coordenadas: 289814.38 m E 9333890.35 m S
Progresiva: -
Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	gr/cm3	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1'	CBR 95%	CBR 100%
56	7.25	2.007	0.04	100	20.09		
25	7.27	1.936	0.07	96	18.64	17.80	
12	7.29	1.748	0.09	87	12.61		20.09



Luis Lopez Mendoza
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba - Perú*

LAB. DE MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 20: ENSAYOS DE LABORATORIO SN+20% DE ARIDO
GRUESO RECICLADO**

Ensayo de Proctor Modificado



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50, Moyobamba
- Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Calicota: N° 01 M-III 0.90 - 1.50 **Incorporando:** 20 % de Árido Grueso

Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S **Fecha:** Octubre - 2021

Progresiva: -

N° Golpes / capa:	56	N° Capas:	5	Peso del Martillo:	10 Lbs.
Dimensiones del Molde:		Diametro:	15.20 cm ²	Altura:	11.70 cm
		Sobrecarga:	10 Lbs.	Vol.:	2123.06 cm ³

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

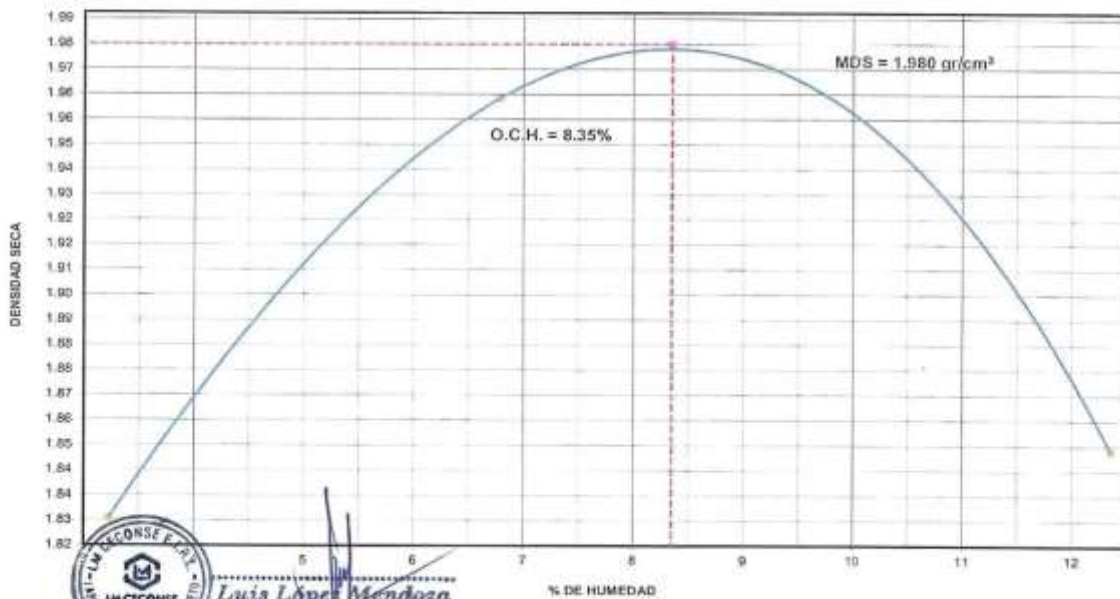
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N°	1		2		3		4	
PESO DEL TARRO (grs)	15.86	15.53	16.48	16.57	15.48	15.47	15.36	15.36
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	120.48	120.78	120.78	120.65	114.89	114.86	120.48	120.78
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	117.23	117.46	113.98	114.20	106.56	106.35	106.06	109.12
PESO DEL AGUA (grs)	3.25	3.32	6.80	6.45	8.31	8.51	11.50	11.66
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	101.4	101.9	97.5	97.6	91.1	90.9	93.6	93.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	3.21	3.26	6.97	6.61	9.12	9.36	12.28	12.44
% PROMEDIO	3.23		6.79		9.24		12.36	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.23	6.79	9.24	12.36
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7078.00	7520.00	7845.00	7484.00
PESO DEL MOLDE (grs)	3070.00	3070.00	3070.00	3070.00
PESO DEL SUELO (grs)	4008	4450	4575	4414
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm ³)	1.89	2.10	2.15	2.08
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.83	1.96	1.97	1.85
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.980
Humedad Óptima%				8.35

COMPACTACION



Luis López Mendosa
ING. CIVIL N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Ensayo de CB



*Centro de Servicios,
consultoría y ejecuciones de obras públicas y privadas
Carretera Fernando Belaunde Terry Km. 493.50,
Moyobamba - Perú*

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS REICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA
 Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA
 Caticata: N° 01 M-III 0.90 - 1.50
 Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN
 Coordenadas: 280814.39 m E 9333690.35 m S
 Incorporando: 20 % de Árido Grueso
 Fecha: Octubre - 2021
 Progresiva: -

N° Golpes / capa: 56 N° Capes: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde: Diámetro: 15.20 cm² Altura: 11.70 cm
 Sobrecarga: 10 Lbs. Val.: 2123.07 cm³

VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA N° / N° GOLPES	56		25		12	
PESO DEL TARRO (grs)	15.36	15.32	15.63	15.55	15.78	15.68
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	120.63	120.69	120.78	120.78	120.65	120.45
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	112.49	112.58	112.56	112.85	112.38	112.38
PESO DEL AGUA (grs)	8.14	8.11	8.22	8.13	8.29	8.07
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	97.13	97.26	96.93	97.10	96.58	96.70
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.38	8.34	8.48	8.37	8.58	8.35
% PROMEDIO	8.36		8.43		8.46	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.36	8.43	8.46
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9644.00	9398.00	9123.00
PESO DEL MOLDE (grs)	5089.00	5036.00	5123.00
PESO DEL SUELO (grs)	4555.00	4362.00	4000.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.15	2.05	1.88
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.980	1.895	1.737

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	N° GOLPES 56						N° GOLPES 25						N° GOLPES 12					
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		m.m					
				m.m	%		m.m	%		m.m	%		m.m	%						
16/10/2021	11:00:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117				
17/10/2021	11:00:00	24	0.1	0.13	0.11	0.2	0.15	0.13	0.2	0.15	0.13	0.2	0.15	0.13	117					
18/10/2021	11:00:00	48	0.2	0.15	0.13	0.2	0.18	0.15	0.2	0.23	0.20	0.2	0.23	0.20	117					
19/10/2021	11:00:00	72	0.2	0.15	0.13	0.2	0.20	0.17	0.2	0.23	0.20	0.2	0.23	0.20	117					
20/10/2021	11:00:00	96	0.2	0.18	0.15	0.2	0.23	0.20	0.3	0.26	0.22	0.3	0.26	0.22	117					

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas:	Molde N° 56				Molde N° 25				Molde N° 12			
	Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN		Lec Dial	CORRECCIÓN	
		Lbs	Lbs/Pulg ²		Lbs	Lbs/Pulg ²		Lbs	Lbs/Pulg ²			
0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.025	47.1	102.81	34.27	40.0	89.24	29.75	19.3	43.57	14.52	19.3	43.57	14.52
0.050	91.6	200.93	66.98	77.8	172.64	57.55	34.7	77.62	25.87	34.7	77.62	25.87
0.075	133.7	293.76	97.92	113.6	251.55	83.85	51.8	114.86	38.29	51.8	114.86	38.29
0.100	179.8	396.50	131.83	152.8	338.03	112.68	69.8	154.93	51.64	69.8	154.93	51.64
0.150	252.0	554.62	184.87	214.2	473.27	157.76	100.2	221.84	73.95	100.2	221.84	73.95
0.200	318.4	696.66	232.22	268.9	594.01	198.00	130.9	289.69	96.56	130.9	289.69	96.56
0.250	368.8	814.50	271.50	314.4	694.17	231.39	155.3	345.67	115.22	155.3	345.67	115.22
0.300	415.7	915.66	305.22	353.4	780.16	260.05	179.6	397.01	132.34	179.6	397.01	132.34
0.400	474.1	1044.48	348.16	403.0	889.66	296.55	215.6	476.38	158.79	215.6	476.38	158.79
0.500	498.7	1098.63	366.21	423.9	935.69	311.90	240.4	531.07	177.02	240.4	531.07	177.02

Observación: Penetración ejecutada en una prensa Múltiple E-50, con célula de 4.5 Kn con aproximación con sensor de carga R-674-009 diez 40



Luis López Mendoza
 ING. CIVIL N° 75233
 ESPECIALISTA DE LABORATORIO

Proyecto: "INCORPORACIÓN DE ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA ESTABILIZACIÓN DE UNA SUBRASANTE MOYOBAMBA 2021"

Localización del Proyecto: CIRCUNVALACIÓN EDMUNDO DEL ÁGUILA

Incorporando: 28 % de Árido Grueso

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA

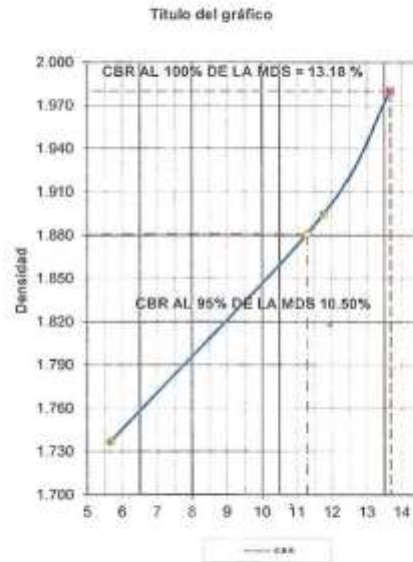
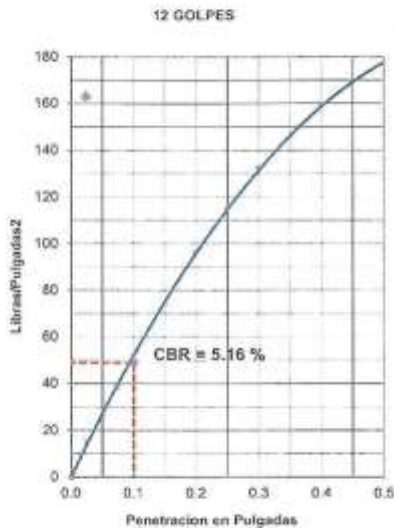
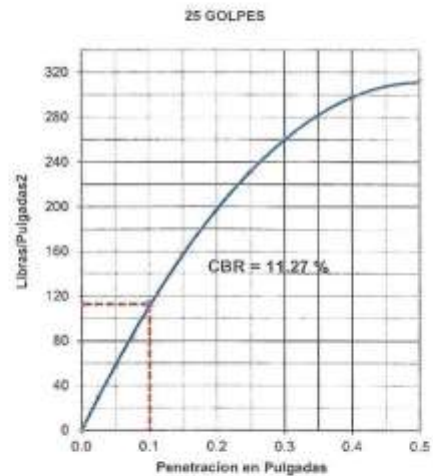
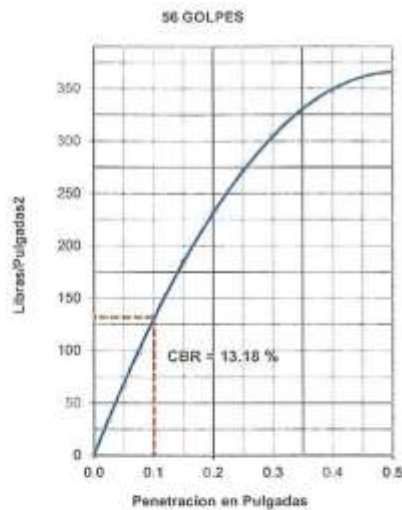
Coordenadas: 280814.39 m E 9333890.35 m S

Calicata N° 01 M-III 0.00 - 1.50

Progresiva: -

Componente: FINES DE PAVIMENTACIÓN

Fecha: Octubre - 2021



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

N° GOLPES	W%	g/s/cm³	EXPANSIÓN	COMP %	CBR 1"	CBR 95%	CBR 100%
56	8.36	1.980	0.15	100	13.18		
25	8.43	1.895	0.20	96	11.27	10.80	13.18
12	8.46	1.827	0.22	88	5.16		



Luis López Mendosa
ING. CIVIL CIP N° 75233
ESPECIALISTA DE LABORATORIO

ANEXO 011: Vistas Fotográficas

Trabajo de Campo



Fotografía N°1: Extracción de la muestra C-1 a 1.50m



Fotografía N°2: Extracción de la muestra C-2 a 1.50m



Fotografía N°3: Extracción de material de demolición de elementos estructurales de concreto RCD



Fotografía N°4: Proceso de chancado de material extraído

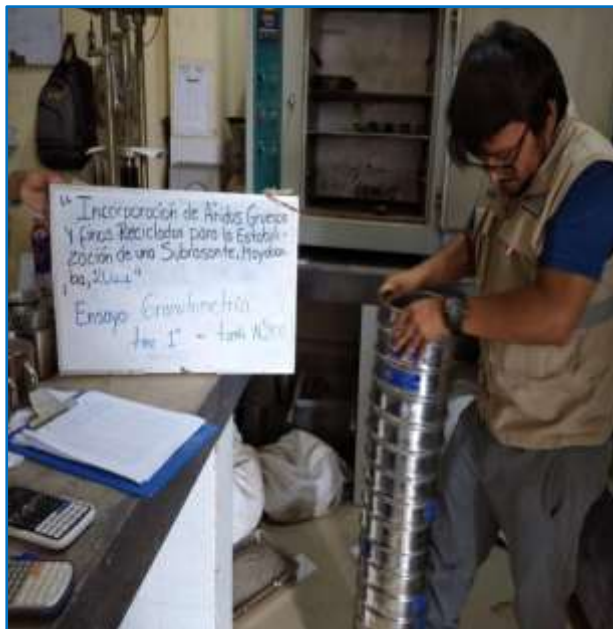
Ensayos de Laboratorio

Muestra Patrón



Fotografía N°5: Contenido de Humedad C-1 y C-2 % ASTM 2216- NTP

339.127



Fotografía N°6: Análisis Granulométrico por Tamizado de la muestra extraída C-1 y C-2 MTC E 120- ASTM D 422



Fotografía N°7: Ensayos de Limites de Atterberg C-1 y C-2 MTC E-110 -NTP
339.129



Fotografía N°8: Proctor Modificado MTC E-115 – ASTM D1557.00



Fotografía N°9: CBR MTC E-132 – AMTM D 1883

Incorporación de RCD



Fotografía N°10: Proctor Modificado + Incorporación de Áridos Gruesos Reciclos 10%, 15% y 20% Calicata 1



Fotografía N°11: Proctor Modificado + Incorporación de Áridos Gruesos Reciclados 10%, 15% y 20% Calicata 2



Fotografía N°12: CBR + Incorporación de Áridos Gruesos Reciclados 10%, 15% y 20% Calicata 1



Fotografía N°12: CBR + Incorporación de Áridos Gruesos Reciclados 10%, 15% y 20% Calicata 2

ANEXO 012: Certificado de Calibración



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF - 0115 - 2021

Página 1 de 3

1. Expediente	0164-2021
2. Solicitante	IM CECONSE E.I.R.L
3. Dirección	CAR. FERNANDO BELAUNDE TERRY S/N (KM 493,5) SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA
4. Equipo	PRENSA DE ENSAYO CBR
Capacidad	5000 kgf
Marca	TECNICAS CP
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Procedencia	PERU
Identificación	LF-0115
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X8
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-08-30

Fecha de Emisión
2021-08-31

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 913 028 621 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

© Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
© ventascalibratec@gmail.com
© CALIBRATEC S.A.C.

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0115 - 2021

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CAR. FERNANDO BELAUNDE TERRY S/N (KM 493,5) SAN MARTIN - MOYOBAMBA - MOYOBAMBA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.5 °C	28.5 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

*Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE-038-21 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0115 - 2021

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_1 (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500	499.6	498.8	499.3	499.3
20	1000	1001.0	1000.2	1000.6	1000.6
30	1500	1500.6	1499.9	1500.7	1500.4
40	2000	2002.1	2001.9	2004.8	2003.1
50	2500	2500.4	2499.5	2500.4	2500.2
60	3000	3000.9	2998.8	2999.8	2999.8
70	3500	3501.1	3499.0	3499.7	3499.8
80	4000	4001.3	3999.3	3999.9	4000.1
90	4500	4501.8	4499.4	4500.1	4500.4
100	5000	5002.7	4999.6	5000.4	5000.6
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U ($k=2$) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	0.14	0.16	-0.12	0.02	0.35
1000	-0.06	0.08	-0.03	0.01	0.34
1500	-0.03	0.05	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.15	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.01	0.04	-0.04	0.00	0.34
3000	0.01	0.07	-0.03	0.00	0.34
3500	0.00	0.06	-0.01	0.00	0.34
4000	0.00	0.05	-0.02	0.00	0.34
4500	-0.01	0.05	-0.02	0.00	0.34
5000	-0.01	0.06	0.00	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente	210118	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.	
3. Dirección	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	YA501	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2 g	
Procedencia	USA	
Identificación	2289 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
5. Fecha de Calibración	2021-05-22	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.06.04 15:57:42
-05'00'**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.commetrologia@metrologiatecnicas.comwww.metrologiatecnicas.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	28,0	28,1
Humedad Relativa (%)	59	62

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 240 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	28 °C	28,1 °C

Medición Nº	Carga L1 = 250,00 g			Carga L2 = 500,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,05	0,00	500,1	0,05	0,10
2	250,0	0,05	0,00	499,9	0,05	-0,10
3	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,06	-0,01
4	250,0	0,05	0,00	500,0	0,05	0,00
5	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,06	-0,01
6	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,05	0,00
7	250,0	0,05	0,00	499,9	0,04	-0,09
8	250,0	0,06	-0,01	499,9	0,04	-0,09
9	250,0	0,05	0,00	499,9	0,05	-0,10
10	250,0	0,05	0,00	500,0	0,05	0,00
	Diferencia Máxima		0,01	Diferencia Máxima		0,20
	Error Máximo Permisible		± 1,00	Error Máximo Permisible		± 1,00

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	28,1 °C	28 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00 g	1,0	0,05	0,00	160,00 g	160,1	0,06	0,09	0,09
2		1,0	0,06	-0,01		160,0	0,05	0,00	0,01
3		1,0	0,05	0,00		160,1	0,06	0,09	0,09
4		1,0	0,05	0,00		160,0	0,06	-0,01	-0,01
5		1,0	0,06	-0,01		160,0	0,05	0,00	0,01
Error máximo permisible								± 1,00	

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2021

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura Inicial Final
 28 °C 28 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
2,00	1,9	0,04	-0,09	-0,09	1,9	0,05	-0,10	-0,10	1,00
5,00	5,0	0,04	0,01	0,01	5,0	0,04	0,01	0,01	1,00
10,00	10,1	0,05	0,10	0,10	9,9	0,05	-0,10	-0,10	1,00
20,00	20,0	0,05	0,00	0,00	20,0	0,06	-0,01	-0,01	1,00
50,00	50,0	0,06	-0,01	-0,01	50,0	0,06	-0,01	-0,01	1,00
100,00	100,0	0,05	0,00	0,00	100,0	0,05	0,00	0,00	1,00
200,00	200,0	0,06	-0,01	-0,01	200,0	0,05	0,00	0,00	1,00
300,00	299,9	0,06	-0,11	-0,11	300,0	0,06	-0,01	-0,01	1,00
400,00	399,9	0,07	-0,12	-0,12	400,0	0,06	-0,01	-0,01	1,00
500,00	499,9	0,07	-0,12	-0,12	499,9	0,07	-0,12	-0,12	1,00

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,51 \times 10^{-4} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{9,16 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 4,20 \times 10^{-6} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	210118
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.
3. Dirección	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	30 000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	10 g
Clase de exactitud	III
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
Número de Serie	8336030008
Capacidad mínima	20 g
Procedencia	USA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
5. Fecha de Calibración	2021-05-22

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.06.04 15:58:37
-05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2021***Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase III" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura: (°C)	27,7	28,0
Humedad Relativa: (%)	58	62

9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-152-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2145-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) METROIL : M-1568-2019	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-1533-2020
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: 101876-D-K-15192-01-00	Pesa (exactitud F1)	M-0759-2020

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 242 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	27,7 °C	27,9 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
4	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
5	15 000	0,5	0,0	29 999	0,5	-1,0
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
10	15 001	0,5	1,0	29 999	0,4	-0,9
	Diferencia Máxima		1,1	Diferencia Máxima		1,0
	Error Máximo Permisible		$\pm 20,0$	Error Máximo Permisible		$\pm 30,0$

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	27,9 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,6	-0,1		9 999	0,6	-1,1	-1,0
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
4		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
5		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
		Error máximo permisible							$\pm 20,0$

* Valor entre 0 y 10e

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2021

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	28 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10	0,5	0,0						
20,0	20	0,6	-0,1	-0,1	20	0,5	0,0	0,0	10,0
100,0	100	0,6	-0,1	-0,1	100	0,6	-0,1	-0,1	10,0
500,0	500	0,5	0,0	0,0	500	0,5	0,0	0,0	10,0
1 000,0	1 000	0,5	0,0	0,0	1 000	0,6	-0,1	-0,1	10,0
5 000,0	4 999	0,4	-0,9	-0,9	5 000	0,5	0,0	0,0	10,0
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,0	10 000	0,6	-0,1	-0,1	20,0
15 000,0	15 000	0,6	-0,1	-0,1	15 000	0,6	-0,1	-0,1	20,0
20 000,4	19 999	0,5	-1,4	-1,4	19 999	0,5	-1,4	-1,4	20,0
25 000,4	25 000	0,4	-0,3	-0,3	24 999	0,5	-1,4	-1,4	30,0
30 000,4	30 000	0,4	-0,3	-0,3	30 000	0,4	-0,3	-0,3	30,0

** error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1,91 \times 10^{-5} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$U = 2 \times \sqrt{4,18 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-8} \times R^2}$$

12. Incertidumbre

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

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 086 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	210118
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.
3. Dirección	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-1A
Número de Serie	15118
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración **2021-05-22**

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.06.04 15:59:27
-05'00'

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 086 - 2021

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,9 °C	28,1 °C
Humedad Relativa	75 %	71 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 110 °C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
Fluke Corporation C0721069		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 086 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	102,5	103,5	103,5	102,4	102,9	109,6	107,5	118,0	114,5	111,5	107,6	15,6
02	110,0	102,7	103,6	103,6	102,4	103,1	110,5	108,5	118,0	114,4	111,9	107,9	15,7
04	110,0	102,4	103,5	103,5	102,4	103,1	110,3	108,3	118,5	114,5	112,0	107,8	16,2
06	110,0	102,5	103,6	103,6	102,5	103,1	110,2	108,5	118,1	113,6	112,1	107,8	15,7
08	110,0	102,4	103,4	103,2	102,0	102,7	109,9	107,6	118,0	113,7	111,5	107,4	16,0
10	110,0	102,4	103,3	103,0	101,9	102,6	109,9	107,4	117,7	114,2	111,2	107,3	15,8
12	110,0	102,7	103,6	103,6	102,4	102,9	110,0	107,8	118,0	114,8	111,7	107,7	15,6
14	110,0	102,5	103,4	103,4	102,3	102,9	110,5	107,9	118,7	114,5	112,0	107,8	16,5
16	110,0	102,3	103,4	103,0	101,8	102,7	109,1	107,9	117,7	114,2	111,4	107,3	15,9
18	110,0	102,7	103,5	103,2	102,1	102,6	109,7	107,2	117,8	114,7	111,4	107,5	15,7
20	110,0	102,7	103,6	103,6	102,4	103,1	110,2	108,0	118,6	114,7	111,8	107,9	16,3
22	110,0	102,4	103,3	103,2	102,2	102,6	110,0	107,9	117,5	114,2	110,8	107,4	15,3
24	110,0	102,5	103,4	103,1	102,0	102,5	109,2	107,4	117,8	114,5	111,4	107,4	15,8
26	110,0	102,2	103,4	103,1	102,0	102,5	110,1	108,1	117,9	114,1	111,4	107,5	15,9
28	110,0	102,4	103,5	103,1	102,1	102,7	109,2	108,1	117,9	114,1	111,4	107,4	15,8
30	110,0	102,4	103,4	103,4	102,3	102,9	110,2	107,5	118,7	114,7	111,4	107,7	16,5
32	110,0	102,6	103,5	103,4	102,4	103,1	109,8	108,1	118,6	114,8	111,4	107,8	16,3
34	110,0	102,4	103,5	103,2	102,4	102,9	110,6	108,2	118,0	114,4	111,9	107,7	15,7
36	110,0	102,4	103,6	103,8	102,4	103,0	110,3	108,1	118,3	114,8	111,8	107,8	16,0
38	110,0	102,5	103,5	103,6	102,3	102,8	110,5	108,1	118,2	114,3	111,4	107,7	16,0
40	110,0	102,2	103,3	102,9	101,8	102,4	109,2	107,1	117,7	114,2	111,2	107,2	15,9
42	110,0	102,3	103,3	103,1	102,0	102,6	110,3	107,5	117,9	114,2	111,3	107,4	15,9
44	110,0	102,4	103,5	103,4	102,3	102,9	110,0	108,1	118,0	114,5	111,9	107,7	15,8
46	110,0	102,5	103,6	103,6	102,1	102,9	109,4	108,2	118,0	115,1	111,7	107,7	15,9
48	110,0	102,5	103,5	103,4	102,3	102,6	109,9	107,1	117,9	114,7	111,3	107,5	15,6
50	110,0	102,4	103,4	103,1	102,0	102,6	109,7	108,3	118,0	114,3	111,7	107,5	16,0
52	110,0	102,5	103,6	103,5	102,4	103,0	109,9	108,0	118,0	115,4	111,8	107,8	15,6
54	110,0	102,4	103,4	103,4	102,3	102,9	109,7	107,6	118,0	115,2	110,9	107,6	15,7
56	110,0	102,3	103,3	103,2	101,9	102,5	109,6	107,1	118,1	114,5	111,1	107,4	16,3
58	110,0	102,5	103,3	103,3	102,1	102,8	109,2	106,9	118,2	114,0	110,8	107,3	16,2
60	110,0	102,2	103,3	103,0	101,8	102,4	110,2	107,6	117,1	114,5	111,2	107,3	15,3
T.PRON	110,0	102,5	103,4	103,3	102,2	102,7	109,9	107,8	118,0	114,4	111,5	107,6	
T.MAX	110,0	102,7	103,6	103,8	102,5	103,1	110,6	108,5	118,7	115,4	112,1		
T.MIN	110,0	102,2	103,3	102,9	101,8	102,4	109,1	106,9	117,1	113,6	110,8		
DTT	0,0	0,5	0,3	0,9	0,7	0,7	1,5	1,6	1,7	1,8	1,3		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 086 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,7	0,3
Mínima Temperatura Medida	101,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,8	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	15,9	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,9	0,04
Uniformidad Medida	16,5	0,3

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

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

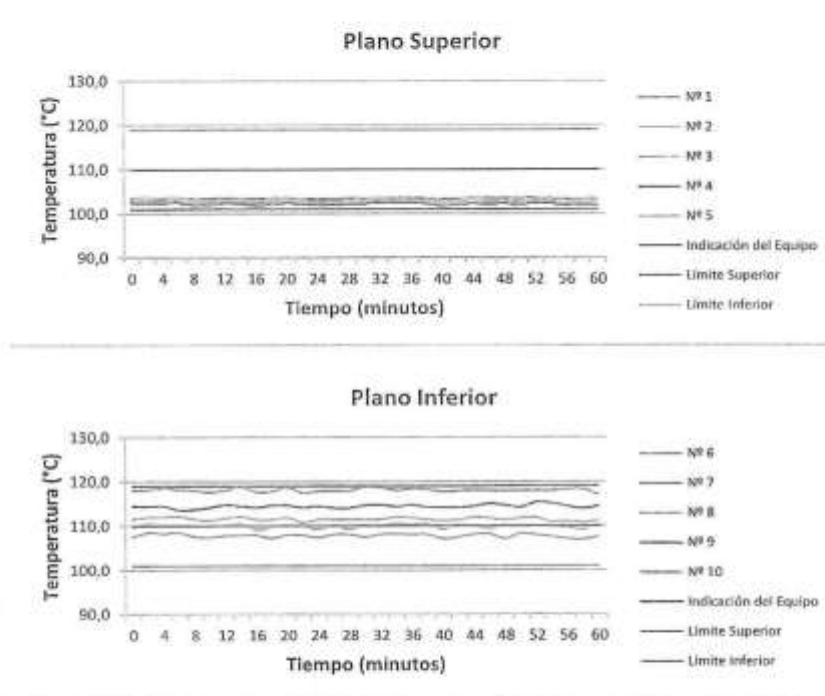
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

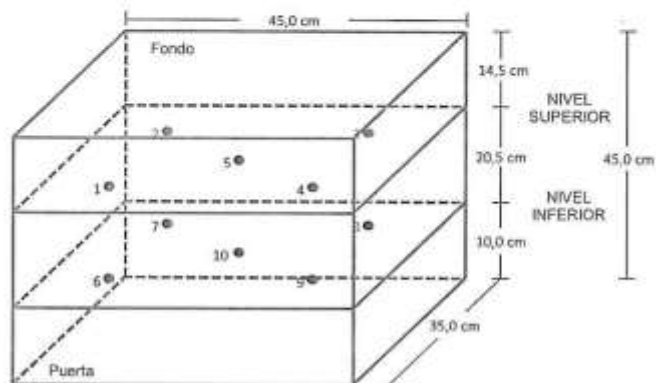
La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 086 - 2021**

Página 5 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 9\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

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

Fin del documento

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 107 - 2021**

Página 1 de 3

1. Expediente	210118	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.		
3. Dirección	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN		Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados: Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Alcance de Indicación	0 pulg. a 1,00 pulg.		
División de Escala / Resolución	0,001 pulg.		
Marca	GENSIZE		
Modelo	NO INDICA		
Número de Serie	9120		
Procedencia	NO INDICA		
Identificación	NO INDICA		
Tipo de Indicación	ANALÓGICO		
5. Fecha de Calibración	: 2021-05-24		

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.06.05 13:03:53
-05'00'



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 107 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI, Segunda Edición.

7. Lugar de calibración**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,5 °C	26,6 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0) Modelo 4100-47	DM / INACAL LLA-149-2020
COMPARADOR MECANICO DE BLOQUES: LLA-125-2020		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 107 - 2021*Área de Metrología*
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	210118	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	LM CECONSE E.I.R.L.		
3. Dirección	Carretera Fernando Belaunde Terry S/N, Moyobamba - Moyobamba - SAN MARTIN		Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Alcance de indicación	0 pulg. a 1,00 pulg.		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
División de Escala / Resolución	0,001 pulg.	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
Marca	GENSIZE		
Modelo	NO INDICA		
Número de Serie	9120		
Procedencia	NO INDICA		
Identificación	NO INDICA		
Tipo de indicación	ANALÓGICO		
5. Fecha de Calibración	: 2021-05-24		

Fecha de Emisión

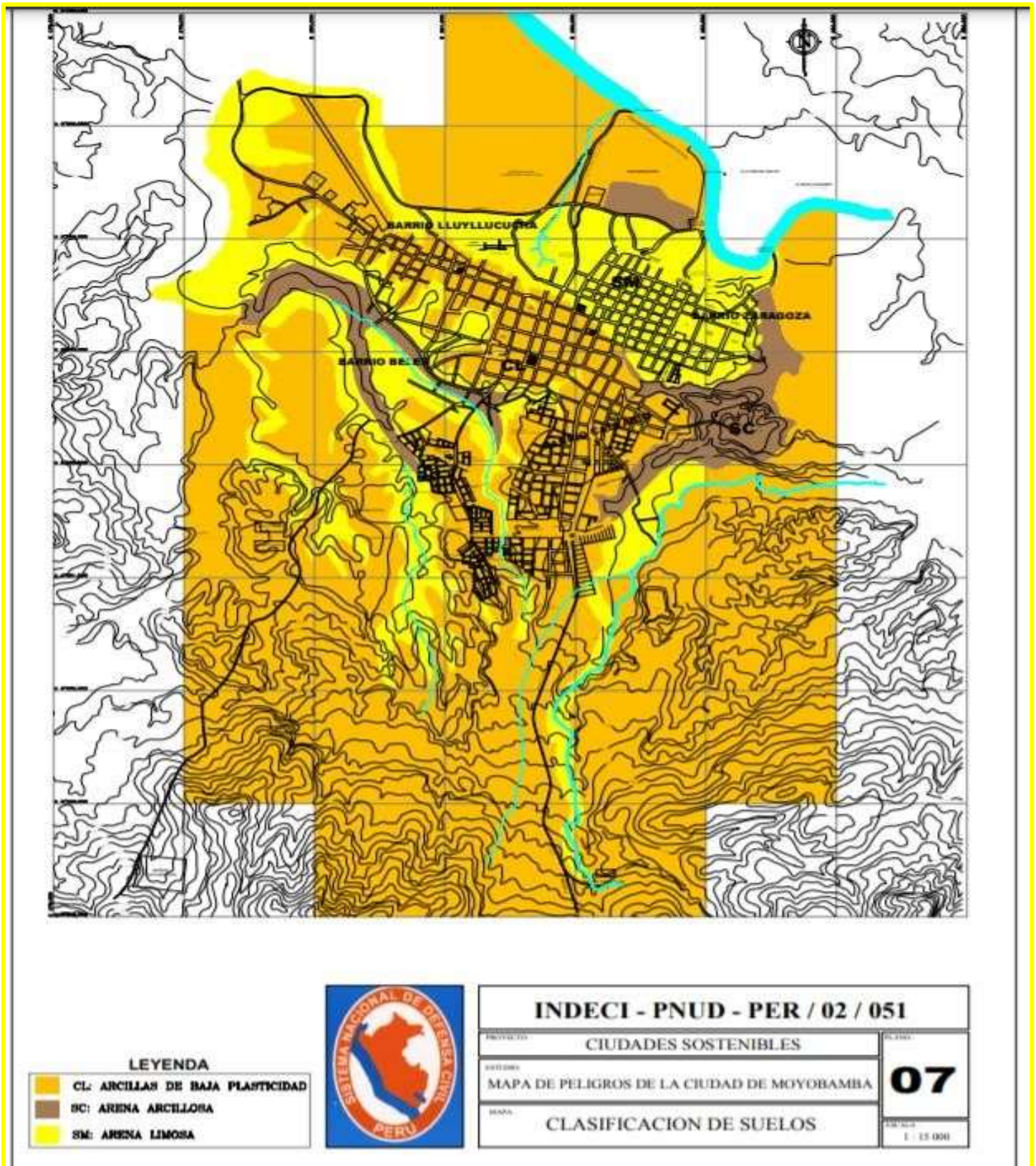
Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-06-04

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.06.05 13:03:53
-05'00'

ANEXO 012: Clasificación de Suelos



LEYENDA

- CL: ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD
- SC: ARENA ARCILLOSA
- SM: ARENA LIMOSA



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

CIUDADES SOSTENIBLES

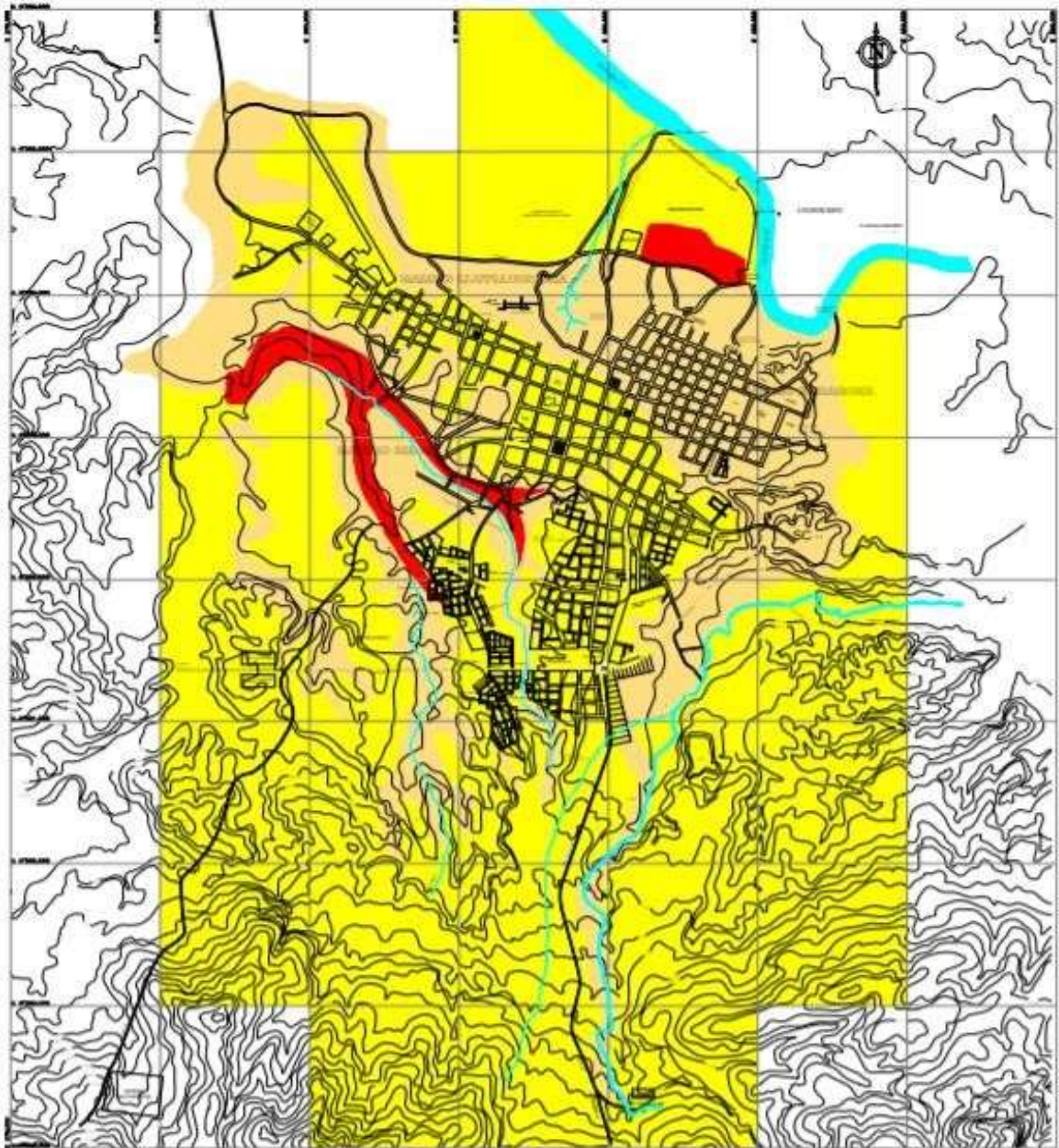
MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA

07

CLASIFICACION DE SUELOS

1 : 15 000

ANEXO 013: Zonificación



LEYENDA

SÍMBOLO	ZONIFICACION	CLASIFICACION SUIC	DESCRIPCION	N.F.	CAPACIDAD PORTANTE
	Peligro Muy Alto	SM	Asena Inmisa - Sueto granizo	+ 0.50 m.	+ 0.00 kg/cm ²
	Peligro Alto	SM - SC	Asena Inmisa - Asena Acidiosa	+ 4.00 m.	0.50 a 1.50 kg/cm ²
	Peligro Medio	CL	Acidia Inorganica de baja plasticidad	+ 6.00 m.	1.00 a 1.50 kg/cm ²



INDECI - PNUD - PER / 02 / 051

CIUDADES SOSTENIBLES

MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE MOYOBAMBA

08

INCORPORACION DE ARIDOS GRUESOS RECICLADOS PARA LA ESTABILIZACION DE UNA SUBRASANTE , MOYOBAMBA 2021 (1) (1).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	vsip.info Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1%