

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de subrasante con concreto reciclado y
agregado natural, mediante métodos granulométricos,
carretera Maras - Moray, Cusco 2021**

Julio Marccelo Cornejo Morales
María Alejandra Hurtado Soto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Cusco, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Agradecimientos

A nuestros padres, quienes, mediante su sabiduría y ejemplo de superación y constancia, a nuestros hermanos por su soporte absoluto, paciencia y confianza para la formulación y conclusión del presente proyecto de investigación.

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada con todo el amor y cariño del mundo a cada uno de los componentes de nuestras familias, ya que, mediante su constante apoyo en cada momento, por cada consejo, llamada de atención, y sobre todo por su motivación constante que nos dieron y mediante ello nos permitió ser personas profesionales, pero más que nada por su gran amor ilimitado.

Tabla de contenido

Agradecimientos	i
Dedicatoria.....	ii
CONTENIDO DE TABLAS.....	v
CONTENIDO DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Problema general.....	2
1.1.2. Problemas específicos.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.3.1. Justificación	3
1.3.2. Importancia.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes del Problema.....	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	7
2.2. Bases teóricas.....	9
2.2.1. Estabilización	9
2.2.2. Estabilización granulométrica de suelos.....	9
2.2.3. Estabilización de subrasante	9
2.2.4. Agregados	10
2.2.5. Agregado de concreto reciclado.....	10
2.2.6. Suelo.....	11
2.2.7. Propiedades físicas de los suelos.....	11
2.3. Definición de términos básicos	12
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	14
3.1. Hipótesis y descripción de variables.....	14
3.1.1. Hipótesis general	14
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	14

3.2. Variables	14
3.2.1. Variable 1: Concreto reciclado y agregado natural	14
3.2.2. Variable 2: Estabilización de sub rasantes	15
3.3. Operacionalización de Variables	15
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	16
4.1. Método de la investigación	16
4.2. Tipo de investigación	16
4.3. Orientación de la investigación	16
4.4. Nivel de la investigación	16
4.5. Diseño de la investigación	17
4.6. Población, muestra y muestreo	17
4.6.1. Población	17
4.6.2. Muestra	17
4.6.3. Muestreo	17
4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
4.7.1. Técnica	18
4.7.2. Instrumentos de recolección de datos	18
4.8. Método de análisis	20
4.9. Aspectos éticos	20
CAPITULO V: ANALISIS – RESULTADOS	21
5.1. Descripción de la zona de estudio	21
5.1.1. Ubicación	21
5.2.1. Características de la zona de estudio	21
5.2. Estudios previos	21
5.2.1. Estudios de campo	21
5.2.2. Análisis de la información	22
5.2.3. Resultados de la investigación	31
CAPÍTULO VI: DISCUSIONES	46
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	49
CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	56

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de una subrasante según su CBR.....	9
Tabla 2 Clasificación según tamaño de partículas.	11
Tabla 3 Operacionalización de variables.	15
Tabla 4 Interpretación de la validez según rangos y magnitud de Validez.	19
Tabla 5 Validez de contenido del instrumento de las variables.	19
Tabla 6 Interpretación de confiabilidad.	20
Tabla 7 Análisis granulométrico por tamizado del suelo de la subrasante.	22
Tabla 8 Resultados de límites de consistencia.	23
Tabla 9 Contenido de humedad.....	24
Tabla 10 Clasificación de suelos SUCS, AASHTO y sus coeficientes.	24
Tabla 11 Máxima densidad seca y contenido de humedad del suelo de la subrasante.	25
Tabla 12 Proporciones de la combinación del suelo de la subrasante, agregado natural y agregado reciclado de concreto.....	26
Tabla 13 Máxima densidad seca y contenido de humedad para T - 1(A).....	26
Tabla 14 Tabla para el cálculo del Índice de Penetración para T- 0(A).....	27
Tabla 15 Tabla para el cálculo del Índice de Penetración para T- 1(A).....	28
Tabla 16 Resumen de los Ensayos realizados por cada tratamiento.....	29
Tabla 17 Correlación del Mr para $7,2 \% < \text{CBR} < 20 \%$	30
Tabla 18 Correlación del Mr para $\text{CBR} < 20 \%$	30
Tabla 19 Los resultados de los ensayos de CBR, densidad seca y Mr.....	31
Tabla 20 Resultados del análisis de la densidad seca del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural en la subrasante.....	31
Tabla 21 Coeficientes de la regresión lineal múltiple y R^2	32
Tabla 22 Análisis de varianza para CBR.....	33
Tabla 23 Resultados del cálculo de la capacidad portante del suelo (CBR).....	36
Tabla 24 Coeficientes de regresión lineal múltiple y R^2	36
Tabla 25 Análisis de varianza para CBR.....	37
Tabla 26 Resultados de la correlación del módulo de resiliencia con el valor del CBR	40
Tabla 27 De coeficientes de regresión lineal múltiple y R^2	40
Tabla 28 Análisis de varianza para módulo de resiliencia.....	41
Tabla 29 Resultados de la determinación de la estabilización del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural.....	44

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Residuos provenientes de la demolición de un pavimento rígido urbano.....	2
Figura 2 Carretera Maras - Moray a nivel de la subrasante.....	2
Figura 3 Curva de análisis granulométrico del suelo de la subrasante	23
Figura 4 Resultados de límites de consistencia del suelo de la subrasante	24
Figura 5 Curva de Compactación para T – 0.	25
Figura 6 Curva de Compactación para T -1	27
Figura 7 Relación entre la profundidad y N.º de golpes - Ensayo T-0 (A).....	28
Figura 8 Relación entre la profundidad y N.º de golpes - Ensayo T-1 (A).....	29
Figura 9 Gráfica de contorno y curvas de nivel de los tratamientos para la densidad seca.....	34
Figura 10 Variación de promedios de la densidad del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural	35
Figura 11 Gráfica de contorno y curvas de nivel de los tratamientos para el CBR.....	38
Figura 12 Variación de promedios de la capacidad portante CBR del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural.	39
Figura 13 Gráfica de contorno y curvas de nivel de los tratamientos para el módulo de resiliencia.....	42
Figura 14 Variación del módulo de resiliencia del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural.	43
Figura 15 Promedios de la variación de la estabilización de la subrasante con agregado reciclado de concreto y agregado natural.	45

RESUMEN

La actual investigación titulada Estabilización de Subrasante con Concreto Reciclado y Agregado Natural, Mediante Métodos Granulométricos, Carretera Maras - Moray, Cusco 2021, propone como objetivo el determinar la estabilización de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos en la carretera Maras – Moray; como metodología de investigación se empleó el método científico deductivo, de tipo y nivel explicativo, posee una orientación aplicada y presenta un diseño experimental puro.

El resultado del ensayo de la capacidad portante (CBR %) del suelo de la subrasante natural es de 13.21 % para el tratamiento T-0 con 0% ARC y 0% AN, y los valores de la capacidad portante (CBR%) para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural varían desde 35.34%, 35.95%, 46.02%, 48.42%, 51.87%, 50.21%, 52.08%, 55.55%, 59.67%, 59.31% y 60.76% para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente.

Se concluye que la máxima capacidad portante de la subrasante mejorada alcanzó un valor de CBR de 60.76%± 3.62% (rango de variación) que representa un incremento de 359.95% respecto al tratamiento de control, todos y cada uno de los tratamientos propuestos en esta investigación alcanzaron clasificarse como subrasantes excelentes según la clasificación del MTC.

Palabras claves: Estabilización, subrasante, capacidad portante, agregado reciclado.

ABSTRACT

The current investigation entitled stabilization of the subgrade with recycled concrete and natural aggregate, using granulometric methods, Maras - Moray highway, Cusco 2021, proposes as an objective to determine the stabilization of the subgrade with recycled concrete and natural aggregate, through granulometric methods on the Maras highway. – Moray, as a research methodology, the deductive scientific method was used, of type and explanatory level, it has an applied orientation and presents a pure experimental design.

The result of the test of the bearing capacity (CBR%) of the soil of the natural subgrade is 13.21% for the T-0 treatment with 0% ARC and 0% AN, and the values of the bearing capacity (CBR%) for the subgrade soil with different dosages of recycled concrete aggregate and natural aggregate varies from 35.34%, 35.95%, 46.02%, 48.42%, 51.87%, 50.21%, 52.08%, 55.55%, 59.67%, 59.31% and 60.76% for treatments from T-1 to T-11 respectively.

It is concluded that the maximum bearing capacity of the improved subgrade reached a CBR value of 60.76%± 3.62% (range of variation), which represents an increase of 359.95% with respect to the control treatment, each and every one of the treatments proposed in this section investigation were classified as excellent subgrades according to the MTC classification.

Keywords: Stabilization, subgrade, bearing capacity, recycled aggregate.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la reutilización de los residuos de demolición dentro del sector de construcción ha sido objeto de diferentes trabajos investigativos. Existen investigaciones recientes que han concluido que el agregado resultante de la demolición de estructuras de concreto posee características mecánicas similares a las del agregado natural. Se tienen investigaciones nacionales y la experiencia en otros países donde la utilización del agregado reciclado en reemplazo del agregado natural en sub bases y bases integradas por materiales granulares con fallas geomecánicas, han obtenido resultados exitosos

La presente investigación está orientada a la reutilización de concreto proveniente de la demolición de pavimentos rígidos como estabilizante granulométrico de la subrasante de la carretera Maras – Moray. Para lo cual se plantea como problema general: ¿Cuánto se estabilizará la subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras – Moray 2021?; como problema específico uno: ¿Cuál es la variación de la densidad seca de subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?; como problema específico dos: ¿Cuánto varía la capacidad portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021? y como problema específico tres: ¿Cuánto varía el módulo de resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?

Esta investigación tiene como objetivo general: determinar la estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras – Moray, Cusco 2021; también plantea como objetivo específico uno: Estimar la densidad seca de sub rasantes con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021; como objetivo específico dos: Calcular la capacidad portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021; y como objetivo específico tres: Determinar el módulo de resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021.

Esta investigación formula como hipótesis general: La subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, se estabilizará significativamente en la carretera Maras - Moray, Cusco 2021; como hipótesis específica uno: La densidad seca de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos en la carretera Maras - Moray varía

significativamente; como hipótesis específica dos; La capacidad portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray se incrementará y como hipótesis específica tres: El módulo de resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray será mayor al del suelo inicial.

Prosiguiendo con la continuidad se tiene el desarrollo de la justificación de la problemática, partiendo desde la parte teórica: Aporta antecedentes y conocimientos sobre la estabilización de subrasantes, desde el punto de vista práctico: Los resultados obtenidos podrán servir de apoyo para otros profesionales que deseen realizar investigaciones similares aplicándolo en realidades diferentes y desde el punto de vista metodológico: La presente investigación contiene herramientas de recolección de datos las cuales han sido sometidas a un riguroso proceso de validación y confiabilidad.

En la presente investigación se describen los siguientes capítulos:

Capítulo I: Comprende la representación de la realidad problemática, se expone el problema general, de igual modo se realizan los problemas específicos, se narra la justificación y la importancia de la investigación, y se plantean los objetivos de la investigación.

Capítulo II: Se muestra las bases teóricas en las cuales se tocan puntos fundamentales, siendo estos necesarios para la comprensión de esta investigación; se define los términos básicos, y se refiere los antecedentes nacionales e internacionales con respecto a investigaciones similares donde se utilizaron otros métodos para estabilizar los suelos de un pavimento.

Capítulo III: se plantea las hipótesis de la investigación, y se procede a la identificación y operacionalización de las variables de estudio.

Capítulo IV: Se detalla acerca del tipo y nivel de investigación, se presenta el método utilizado en la investigación, y se especifica la población y muestra que se utilizó; por otro lado, se describen las técnicas utilizadas en cuanto a la selección de muestras, recolección de información, análisis e interpretación de la información.

Capítulo V: Se explica el proceso análisis e interpretación con los cuales se alcanzó los resultados, también se efectúa la prueba de hipótesis y se describen todos los resultados obtenidos.

Capítulo VI: Se desarrolla la discusión de los resultados obtenidos en la presente investigación realizando la debida comparación con los antecedentes citados.

Capítulo VII: Se presenta la redacción de las conclusiones en el orden de los objetivos.

Capítulo VIII: Se exponen las recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema.

Esta investigación está encaminada a lograr la estabilización de una sub rasante utilizando agregado natural y reutilizando residuos producto de la demolición de los pavimentos rígidos urbanos de los cuales se puede obtener agregados reciclados que cumplan con las especificaciones técnicas correspondientes.

Dentro del ámbito internacional el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible en el año 2009 determinó que, los agregados provenientes del concreto reciclado, son relevos competentes en sustitución de agregados naturales o vírgenes con dosificaciones de hasta un 10% de reemplazo, su libre utilización dentro de las aplicaciones del concreto incluyendo concretos estructurales. Adicional a ello investigaciones diversas realizadas dentro del Reino Unido revelan que se puede manejar hasta un reemplazo del 20% de agregados de concreto reciclado en casi todas las aplicaciones referidas al uso del concreto. (1)

En cuanto al ámbito nacional, de acuerdo al Informe Técnico Legal N°003-2016-VIVIENDA/VMCS-DGAA pronunciado por la Dirección General de Asuntos Ambientales, de acuerdo a las cifras de los años 2013 al 2014, se logró identificar que los residuos sólidos provenientes de la construcción y demolición en espacios públicos ascendían a un total de 5 030 140 m³ (2); la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento busca con el Decreto Supremo N°003-2013-VIVIENDA promover la reutilización y un manejo adecuado de los desechos producto de la construcción y demolición. (3)

Una correcta estabilización de suelos permitirá incrementar la calidad y durabilidad del suelo para cualquiera sea el uso dispuesto, de esta manera al incrementar la resistencia del terreno se aprovecha sus cualidades para obtener una capa durable y estable. Por ello, la adición de agregado reciclado de concreto permitirá el desarrollo y mejora de todas las propiedades mecánicas que posee el suelo existente.

La subrasante de la carretera Maras – Moray, se constituye de un suelo arenoso pobremente graduado, esto conlleva a la subrasante a poseer una capacidad portante baja, dicha situación indica que el ensayo de mayor relevancia dentro de esta investigación será el ensayo de CBR, dichos resultados demostrarán la necesidad de las muestras a ser estabilizadas. Es importante indicar que debido a que las gravas aportan a la mejora de la resistencia del suelo se busca que la

adición de agregado reciclado y agregado natural mejoren las características físicas y geomecánicas de la subrasante en estudio.



Figura 1
Residuos provenientes de la demolición de un pavimento rígido urbano.



Figura 2
Carretera Maras - Moray a nivel de la subrasante.

1.1.1. Problema general

¿Cuánto se estabilizará la subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras – Moray 2021?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es la variación de la densidad seca de subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?

¿Cuánto varía la Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?

¿Cuánto varía el Módulo de Resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras – Moray, Cusco 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

Estimar la densidad seca de sub rasantes con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021.

Calcular la Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021.

Determinar el Módulo de Resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

La presente investigación apoya su justificación en términos netamente técnicos puesto que una de los fines de la ingeniería civil es la de buscar métodos innovadores y novedosos para la estabilización y tratamiento de los suelos en general.

La utilización de agregados reciclados originados en la demolición de estructuras de concreto como lo son losas, vigas, columnas y pavimentos, abre nuevas alternativas en cuanto al empleo de los residuos de construcción y demolición

Las investigaciones referentes a reciclamiento de RCD se han ido incrementando con el tiempo, sin embargo, su utilización dentro del campo de la ingeniería civil sigue siendo casi nula, esto se debe al limitado marco legal que se posee en el país, así como a la escasa promoción de esta actividad por parte del estado e instituciones privadas.

a) Justificación teórica

En cuanto al carácter teórico de la investigación esta se justifica, ya que aporta antecedentes y conocimientos sobre la estabilización de subrasantes con concreto reciclado y agregado natural por medio de métodos granulométricos.

b) Justificación práctica

En el aspecto práctico proporcionará información en cuanto a la estabilización de subrasantes por medio de métodos granulométricos, puesto que los resultados obtenidos podrán servir de apoyo para otros profesionales que deseen realizar investigaciones similares aplicándolo en realidades diferentes.

c) Justificación metodológica

El presente trabajo investigativo contiene instrumentos de recolección de datos los cuales han sido sometidos a un riguroso proceso de validez y confiabilidad, esta investigación será utilizada por otros profesionales a partir de los datos obtenidos y sugerencia a la realidad problemática que representa la estabilización de subrasantes.

1.3.2. Importancia

La utilización de estos agregados reciclados nos permite mejorar e incluso sustituir materiales con baja capacidad de soporte y problemas geotécnicos. Con el fin de poder promover y motivar la utilización de residuos de construcción y demolición, esta investigación está orientada a la reutilización de los residuos de un pavimento rígido urbano demolido y agregado natural, con el objetivo de estabilizar la subrasante de la carretera Maras – Moray, y poder saber con exactitud cuál es el aporte del agregado reciclado al material de la subrasante en comparación al aporte del agregado natural.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema

2.1.1. Antecedentes Internacionales

O. Kashoborozi et al., (2017) en el artículo **titulado**: “Uso de residuos de concreto triturado en estabilización de suelos de arena arcillosa para la construcción de sub bases” fijaron como **objetivo** el estabilizar la tierra arcillosa que no cumple con las propiedades de ingeniería requeridas utilizando los residuos de concreto para incrementar la resistencia de la sub base, usando una **metodología** basada en el método científico de nivel explicativo y cuantitativa, brindaron los siguientes **resultados**: los valores de CBR fueron de 34, 46 y 59 para el 30%, 40% y 50% de la adición de agregado reciclado respectivamente considerando el CBR al 95% MDD. Finalmente, fijaron como **conclusiones** que los diseños mixtos del 40% y 50% de los agregados reciclados y 60% y 50% de los suelos de arena arcillosa fueron considerados aptos para su uso como sub base, ya que mostraban valores CBR de 46 y 59. (4)

Campaña (2017) en la tesis de grado **titulado**: “Elaboración de concreto utilizando agregado grueso reciclado de las edificaciones colapsadas por el terremoto en Pedernales” fijó como **objetivo** utilizar el material pétreo reciclado de componentes provenientes de concretos estructurales de las edificaciones desmoronadas en la provincia de Manabí, Ecuador a consecuencia del terremoto, aplicando una **metodología** con método científico, de tipo aplicada con nivel explicativa se obtuvieron los siguientes **resultados**: las resistencias a la compresión a los 28 días del concreto de la empresa Holsin arrojó valores en MPa de 23.2, 30.65 y 37.95; para las mezclas con concreto reciclado se obtuvieron los valores en MPa de 28.25, 30.85 y 36.7 para los tres diseños respectivamente. Finalmente, fijó como **conclusión** que la elaboración de concreto a base de agregados reciclados, muestra un desempeño exitoso en cuanto a la resistencia a la compresión se refiere. (5)

Amrutha & Praveen (2018) en el artículo de investigación **titulado**: “Estabilización de suelo de subrasante con agregado de hormigón demolido” fijaron como **objetivo** establecer la estabilidad de la subrasante después de usar los desechos de la construcción como agente estabilizador. Aplicando como **metodología** el método científico con un nivel explicativo y

cuantitativo. De esta investigación se lograron los siguientes **resultados**: con la adición del 40% del agregado de concreto demolido, el valor de CBR se incrementó de 2.37% a 24.09%. Finalmente, fijaron como **conclusión** que la adición del agregado demolido al suelo rojo conduce a la reducción del contenido óptimo de humedad y al aumento de la densidad seca máxima. (6)

Ochoa (2019) en el artículo de investigación **título**: “Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD para la aplicación en pavimentos” fijó como **objetivo** el análisis de la utilización de RCD para optimizar la capacidad de soporte de subrasantes de pavimentos en Foz do Iguazú, aplicando una **metodología** basada en el método científico de nivel explicativa y cuantitativa se obtuvieron los siguientes **resultados**: el mayor valor obtenido de la capacidad de soporte se dio con el 60% del RCD, aumentando 17,56 veces el porcentaje de CBR respecto al suelo limo-arcilloso y hallándose dentro del parámetro establecido ($CBR \geq 12\%$) por la NBR 15115 (2004) para ser utilizados como subrasante. Finalmente, fijó como **conclusión** que en el ensayo de CBR se aprecia un aumento en la capacidad de soporte del suelo al añadir residuos de concreto, probablemente debido a procesos vinculados de estabilización química (minerales de cemento) y mecánica (compactación). (7)

Silvia & Delvasto (2020) en el artículo de investigación **título**: “Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes.” fijaron como **objetivo** evaluar las propiedades en estado fresco (flujo de asentamiento) y estado endurecido (resistencia a la compresión) de concretos autocompactantes ante la influencia de los RCD, aplicando una **metodología** fundada en el método científico de nivel explicativo y cuantitativa, se obtuvieron los siguientes **resultados**: las mezclas con AGR obtuvieron valores de flujo de asentamiento (SF) que el CAC de referencia (550 mm), en las pruebas que se obtienen resultados respecto a la resistencia y a la compresión las mezclas con AGR a los 28 días presentaron una disminución del 12.3% en la resistencia a la compresión y a los 90 días fue una reducción de 10.2% con respecto al mortero de referencia. Finalmente, fijaron como **conclusiones** que el manejo del residuo de albañilería como un parcial sustituto del cemento en la elaboración de concretos autocompactantes

posee una alta viabilidad, debido a que cumplieron con los requerimientos normativos. (8)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Noriega & Villarreal (2020) en la tesis de grado **titulado**: “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”, fijaron como **objetivo** determinar cómo afecta el concreto reciclado a la estabilización de un suelo con arcilla para una subrasante en un pavimento flexible. Haciendo uso de una **metodología** de tipo aplicada, con un diseño experimental, los **resultados** emanados indican que la incorporación de 7% de concreto reciclado produce un aumento muy significativo de CBR, ya que el mayor valor obtenido es de 77.59%. Finalmente, fijaron como **conclusión** que es posible cumplir con las exigencias mínimas para un adecuado CBR de la subrasante (9)

Santa Cruz (2019) en la tesis de grado **titulado**: “Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 9+200” fijaron como **objetivo** el valorar el dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada de la vía auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Matero Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 09+200. Aplicando una **metodología** empírica. De esta investigación se obtuvieron los siguientes **resultados**; para valores de CBR de 10.86%, 15,11%, 18.38% y 23 % se obtuvieron valores de Modulo de Resiliencia de 14.14kpsi, 17,52kpsi, 19,90kpsi y 23,03 kpsi respectivamente. Finalmente, fijaron como **conclusión** que a los seis kilómetros aproximadamente del suelo se fue uniformizando, dicho datos se contradice con la indagación respecto a la mecánica de suelos y a los valores derivados a través de la correlación deflectométrica. (10)

Quispe (2020), la tesis titulada: “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado natural y estabilizado con cemento reciclado al 2%, 4% y 6% para base, Los Olivos - 2020” fijó como **objetivo** determinar el efecto en el CBR para una base en un suelo estabilizado con cemento reciclado, aplicando una **metodología** con un tipo de investigación aplicada

y diseño cuasi experimental, se obtuvieron los siguientes **resultados**: el valor del CBR obtenido para un base de suelo natural fue de 85.3%, mientras que los valores de CBR para suelos estabilizados con cemento reciclado en adiciones de 2%, 4% y 6% fueron de 90.7%, 92.0% y 95.2% respectivamente. Finalmente, fijó como **conclusión** que la utilización en distintas dosificaciones de cemento reciclado efectivamente mejora las capacidades portantes de un suelo. (11)

Camargo (2018), en el artículo de investigación **titulado**: “Evaluación del uso de pavimentos rígidos demolidos como agregados reciclados en la elaboración de mezclas de concreto en la región Puno - 2011” fijó como **objetivo** determinar la influencia de los agregados reciclados y agregados naturales en la elaboración de mezclas de concreto. Aplicando una **metodología** con el método científico de nivel explicativo, los **resultados** presentan una variación de acuerdo al peso unitario del agregado fino reciclado: 1664; el peso unitario del agregado grueso reciclado: 1151; el peso específico del agregado reciclado grueso: 2,57; fija como **conclusión** que la recuperación de los agregados que provienen de la demolición de pavimentos rígidos en innovadoras dosificaciones de concreto permiten la preservación de recursos no renovables que se sitúan en la ciudad de Juliaca así como la reducción de los volúmenes de residuos sólidos. (12)

Sánchez & Yataco (2017), en la tesis de investigación **titulada**: “Propiedades índice de los suelos y su relación con el diseño estructural de los pavimentos en el distrito de nuevo Chimbote” fijaron como **objetivo** el evaluar las propiedades índices de los suelos y su relación con el diseño estructural de los pavimentos, aplicando una **metodología** cuantitativa, se obtuvieron los siguientes **resultados**: correlacionando el CBR obtenido en la subbase granular con el Módulo de Resiliencia se obtuvieron los siguientes resultados, para un CBR de 82,90% y 52,40% el Mr. en Mpa fue de 297.71 y 221.94 respectivamente, finalmente, fijaron como **conclusión** que para ejecutar cualquier estructura de un pavimento se deberá tener presente las particularidades mecánicas tanto de la resistencia de la subrasante, y el CBR que es representado como un indicador de dicha resistencia, el aumento o reducción de su valor instituye el espesor de la estructura de un pavimento. (13)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Estabilización

El estudio de estabilización de suelos se basa en la mejora de un suelo ya existente, al cual adicionando ciertos materiales o agentes se pueden obtener diversas ventajas tales como: Acrecentar su firmeza a la erosión así como a otros agentes que estén relacionados con el clima, el aprovechamiento de suelos de escasa calidad impidiendo así su extracción y transporte a botaderos, la disminución de su capacidad de hinchamiento al absorber agua, la obtención de plataformas estables que sirvan de apoyo firme a las estructuras. (14)

2.2.2. Estabilización granulométrica de suelos

Se determina como estabilización granulométrica consiste en la combinación y manipulación de suelos, en proporción adecuada, con el objetivo de alcanzar un resultado de mayor estabilidad que los suelos originales, y apto para la aplicación según se vea necesario. (15)

Consiste en la mezcla de dos o más suelos íntimamente, y su posterior compactación. Se busca obtener una mezcla densamente granulada y de fracción plástica limitada. (15) Santos et al. (2016) ejemplifica con una mezcla de arena y arcilla en proporción definida y compactada en un óptimo de humedad. Sin embargo, hay materiales naturales que se pueden utilizar sin mezcla o adición. Sin embargo, hay materiales naturales que se pueden utilizar sin mezcla o adición. (16)

2.2.3. Estabilización de subrasante

La estabilización de sub rasante es aquel proceso por el cual se modifica o se transforman sus propiedades inherentes al suelo, por tal razón se llega a obtener un material que satisfaga los requerimientos solicitados por la normativa vigente, dichas mejoras reflejan su influencia en el soporte de carga del suelo. (11)

Tabla 1
Clasificación de una subrasante según su CBR.

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%

S3: Subrasante Buena	De CBR \geq 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: (MTC, 2013) (17)

2.2.4. Agregados

Se define como aquellos materiales inertes, su procedencia puede ser de origen natural o artificial, integran un medio de tipo granular que determina los aspectos físicos habituales, y que de manera grupal junto con el cemento portland se percibe agua que es un componente básico del compacto (piedra artificial) siendo distinguido como un concreto u hormigón. De otro lado, se establecen materiales inertes a causa de su nula reacción de manera deformable con diversos componentes del concreto básicamente del concreto fundamentalmente del cemento. (18)

Cisneros (2013) determina que los agregados básicamente se separan en dos medios: finos y gruesos. Dichos agregados gruesos son donde algunas partículas se acumulan en la malla No 16 y logran diversificar hasta las 152mm donde los agregados finos son arenas propicias y elaboradas con medidas de la partícula que logra alcanzar hasta las 10 mm. (19)

2.2.5. Agregado de concreto reciclado

En un medio fundamental, se toma en cuenta un agregado reciclado (AR) puesto que el agregado se enfoca en el tratamiento de materiales inorgánicos anticipados usados en los medios de construcción". De otro lado, la materia prima para su producción, es entonces, entre los pétreos y materiales que se dieron como residuo en el proceso de demolición y construcción. Dichos residuos de hormigón de cemento Portland junto a los áridos naturales, procesados, cribados en plantas de reciclado que otorgan el material secundario del hormigón." Dicho material se convierte en un solo material, que es denominado el hormigón. Estos agregados reciclados derivan de un material casi igualitario, puesto que la disparidad de su construcción está enfocada básicamente en el mortero ubicado en el residuo. Seguidamente se debe de tener presente la existencia de subcomponentes, que logran consentir un cierto límite, siempre y cuando se tenga presente la naturaleza pétreo. (20)

2.2.6. Suelo

El suelo se define como una capa fina por encima de la corteza terrestre de material que procede del desmoronamiento y/o alteración química y/o física de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se fundan. (21)

2.2.7. Propiedades físicas de los suelos

El poder identificar las particularidades físicas primordiales de los suelos es sumamente relevante, pues a través de su correcta y total comprensión se logrará pronosticar el comportamiento de un terreno, el cual está sometido a cargas por lapsos prolongados de tiempo. (22). Se tiene tres parámetros para poder precisar el comportamiento de un suelo ante el proyecto que incide sobre él, estos son:

a) Los parámetros de identificación: Los cuales son la granulometría y la plasticidad.

Tabla 2
Clasificación según tamaño de partículas.

Tipo de Material	Tamaño de las Partículas
Grava	76 mm - 4.75 mm
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
Limo	0.075 mm - 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: (MTC, 2013) (17)

b) Los parámetros de estado: Los cuales son la humedad y la densidad.

Ecuación Contenido de humedad

$$\% W = \frac{\text{peso de agua contenida} \times 100}{\text{peso seco}} = \frac{W_h - W_s}{W_s} \times 100 \quad \text{Ec. 2.1.}$$

Dónde:

%W: Porcentaje de humedad

W: Peso de muestra húmeda

Ws: Peso de muestra seca

c) Los parámetros estrictamente mecánicos

Mediante estas propiedades mecánicas se determinará la capacidad portante del suelo, las cuales son el Proctor Modificado, ensayos de Soporte de California (CBR), módulo de resiliencia. (23)

Ecuación de la Densidad Seca:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \frac{\omega}{100}} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Siendo:

γ_m = densidad húmeda.

ω = contenido d humedad

Ecuación de determinación del valor de CBR

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en el suelo patron}} \quad \text{Ec.2.3}$$

Para obtener una gran diversidad de material granular y cohesivo, el Cuerpo del Ejército Americano de Ingenieros (U.S. Army Corp of Engineers Webster) identifico la correlación definida en la ecuación 4; la cual ha sido ha sido comprobada y aplicada por muchos investigadores.

$$\text{Log}(CBR) = 2.465 - 1.12 * \text{Log}(IP) \quad \text{ò} \quad CBR = \frac{292}{IP^{2.12}} \quad \text{Ec. 2.4}$$

Ecuación: Correlación de módulo de resiliencia y CBR

$$Mr. (\text{psi}) = 3000 * CBR^{0.65} \quad \text{Ec. 2.5} \quad \text{Para } 7,2 \% < CBR < 20 \%$$

$$Mr (\text{psi}) = 4326 * \text{Ln}CBR + 241 \quad \text{Ec. 2.6} \quad \text{Para } CBR < 20 \%$$

2.3. Definición de términos básicos

- Capacidad de Soporte: Es la capacidad de carga es la facultad del suelo para resistir las cargas que se aplican al suelo por encima. (24)
- CBR (California Bearing Ratio): Es un parámetro importante del diseño de la estructura de la subrasante, que bien puede expresar la capacidad de la subrasante para resistir la deformación permanente. (25)
- Contenido de humedad: Relación referida en el nivel porcentual que se tiene del peso de agua de un volumen determinado del suelo al peso de cada una de las partículas sólidas. (26)

- Estabilización: Es un proceso mediante el cual se eleva el comportamiento a través de la reducción de su susceptibilidad ante el efecto del agua o ante los estados de tránsito en un periodo de tiempo razonable. (27)
- Máxima densidad seca: Alta densidad seca: Toma en cuenta a la densidad alta que consigue un suelo que fue compactado a un contenido óptimo de humedad. (28)
- Módulo de Resiliencia: Es un parámetro que explica de mejor entendimiento la conducta del suelo subordinado a cargas dinámicas de ruedas. (29)
- Peso unitario: Se determina por aquella relación que se genera entre el volumen de agregados gruesos y el volumen total que ocupan. (30)

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis y descripción de variables

3.1.1. Hipótesis general

La subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, se estabilizará significativamente en la carretera Maras - Moray, Cusco 2021.

3.1.2. Hipótesis Específicas

La densidad seca de sub rasantes con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos en la carretera Maras - Moray varía significativamente.

La Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray se incrementará.

El Módulo de Resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray será mayor al del suelo inicial.

3.2. Variables

3.2.1. Variable 1: Concreto reciclado y agregado natural

Definición conceptual

El concreto reciclado se define como los residuos provenientes de demoliciones de estructuras de concreto, se puede usar para la fabricación de agregados (31), mientras que por otro lado se puede definir el agregado natural como el componente integrado por materiales geológicos como son, la piedra, la arena y la grava, estas se manejan de manera indispensable en toda construcción. (32)

Definición operacional

La variable del concreto reciclado y agregado natural se operacionaliza mediante sus indicadores, los cuales son: granulometría, dosificaciones y contenido de humedad, los cuales son las propiedades, y a su vez cada una de las dimensiones se sub divide en indicadores que deben ser cuantificables.

3.2.2. Variable 2: Estabilización de sub rasantes.

Definición conceptual

Una sub rasante estabilizada se define como una capa que se ubica por debajo de la sub base granular donde se reemplazó el mismo medio con materiales de conformación de incorporación, se considera al escombros y rajón; a causa de la subrasante manifestada en la rigidez y poca resistencia de la carga cíclica. (33)

Definición operacional

La estabilización de sub rasante se operacionaliza mediante sus indicadores las cuales son: Máxima densidad seca, capacidad portante y módulo de resiliencia, las cuales son las propiedades, y al mismo tiempo la dimensión que se sub divide en otros indicadores.

3.3. Operacionalización de Variables

Tabla 3
Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTO
V1: Concreto reciclado y agregado natural.	Concreto Reciclado: Aquel que proviene de concreto y mortero de demolición y es utilizado en el área de construcción. (34). Agregado natural: Se definen como los compuestos de materiales geológicos, y se utilizan de manera continua en las obras de construcción. (32)	La V1: Concreto reciclado y agregado natural se operacionaliza mediante sus indicadores: I1: Peso unitario y Vacíos.; I2: Dosificaciones y I3: Contenido de Humedad, y a su vez cada uno de los indicadores se desglosa en un indicador.	I1: Peso unitario y Vacíos. I2: Dosificaciones de los agregados I3: Contenido de Humedad.	Kg/cm3 % de Agregados Contenido de humedad %	Fichas de tipo bibliográficas, de contenido y fichas técnicas con formatos estandarizados
V2: Estabilización de Sub rasantes.	Área culminada de la carretera y un grado de movimiento de los suelos (relleno o corte) en base a la instalación estructura del pavimento o afirmado. (25)	La V2 Subrasante de la carretera Maras – Moray se operacionaliza mediante sus indicadores I1: Densidad Seca, I2: CBR, y I3: Modulo de Resiliencia, y a su vez cada una de los indicadores se desglosa en un indicador	I1: Densidad Seca I2: CBR I3: Modulo de Resiliencia	gr/cm3 CBR % Mpa	

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Método de la investigación

El método científico deductivo consiste en: “En el razonamiento de tipo formal, teniendo a la conclusión que se basa en el juicio que se genera a partir de la parte, así mismo se tiene consideración cuando se concluye si se ha recibido el juicio y se considera cuando es parte, de igual manera se consideran admitidas aquellas inferencias si son consideradas como verdaderas, se tendrá a la conclusión como verídica”. (35) En el presente estudio se tendrá inicio con la observación directa de la subrasante de la carretera Maras – Moray Cusco, debido a que las sub rasantes presentan una baja capacidad portante, en esta investigación se aplicará el **método científico deductivo**.

4.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación explicativa consiste: “En exponer la razón por la cual sucede un fenómeno, y el espacio donde se evidencia o revela a causa de la conexión de diversas variables, quiere decir, buscan determinar las causas de los medios o fenómenos que se investigan” (36) Esta investigación tiene el interés y objetivo de explicar el por qué y de qué manera nuestras variables de agregado reciclado y agregado natural influyen o afectan a la estabilización de sub rasantes en la carretera Maras – Moray, Cusco. Según estas consideraciones, esta investigación es de tipo **explicativo**.

4.3. Orientación de la investigación

La investigación con una orientación aplicada consiste en que: “La investigación puede tener una aplicación contigua en la solución de problemas prácticos” (37). Para esta investigación se aplicarán las bases teóricas de los residuos de construcción y demolición (RCD) y de los agregados naturales, así como los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio, en la problemática de la estabilización de sub rasantes en la carretera Maras – Moray, Cusco. Según estas consideraciones, esta investigación es de orientación **aplicada**.

4.4. Nivel de la investigación

La investigación es de nivel explicativa ya que: “Va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, sino que está dirigida a responder las causas de los eventos físicos y descubrir la razón por la que ocurre un fenómeno determinado” Esta investigación está dirigida a establecer de qué manera el agregado reciclado

de concreto y el agregado natural afectan en la estabilización de la subrasante en la carretera Maras – Moray, Cusco. Según estas consideraciones, esta investigación es de nivel **explicativo**. (35)

4.5. Diseño de la investigación

De otro lado, el diseño de investigación experimental se basa en: “ Controlar de manera expresa las diferentes variables independientes para percibir sus efectos en las variables dependientes, ya que permite formar grupos de control empleando la aleatorización de los integrantes o elementos”. La presente investigación contará con un **diseño experimental puro** puesto que se caracteriza por mantener un manejo de la variable de agregado reciclado y agregado natural, los cuales influirán sobre la variable de sub rasantes en la carretera Maras – Moray, Cusco. (35)

4.6. Población, muestra y muestreo

4.6.1. Población

Es así, que la población que se tomó en cuenta es el universo junto a un todo donde se considera un grupo o conjunto de compuestos de los cuales se busca extraer las características fundamentales como sus características específicas. (38) En el presente estudio, la población estará formada por la subrasante de la carretera Maras- Moray siendo integrada por 9km de vía, ubicada en el distrito de Maras, Provincia de Urubamba, departamento de Cusco.

4.6.2. Muestra

La muestra es una parte representativa del universo de estudio gracias a esta lograra identificar información exacta de la misma, esta muestra se consigue de diversos procesos que entienden dos grandes categorías, primero el muestreo probabilístico junto al no probabilístico (38), la muestra comprende del km 08+000 hasta el km 08+298 del segundo tramo de la carretera Maras – Moray a nivel de la subrasante, extrayendo un total de 150 kg de muestra.

4.6.3. Muestreo

Seguidamente el **muestreo no probabilístico** se enfoca en el: “ Medio de clasificación en donde se omite la probabilidad que integran los elementos de la población para formar parte de la muestra”. (37) Se procederá a realizar la extracción de las muestras de manera intencional en base a

razonamientos o juicios predefinidos del investigador, se efectúa la selección de cada muestra de material consiguiendo una in situ con los que se efectúan los ensayos necesarios.

4.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.7.1. Técnica

Mediante la técnica llamada observación directa: se desarrolla ya que esta técnica tiene varios propósitos, debido a que mediante esta el investigador puede generar una idea de los que se está realizando, como se está dando, en qué periodo se realiza, el lugar en que se propicia, la demora, de igual manera contempla elegir, descubrir y tener el registro de cada una de las particularidades y diligencias que realiza la unidad en estudio. (39). Dicho estudio se genera a partir de aplicar la técnica denominada **observación directa**, para iniciar con la recolección de la información, sumado a ello se tuvo que realizar una **visita directa al lugar** en el cual se desarrolla la investigación, y donde se visualizara el fenómeno de la problemática y se realizó el análisis documental correspondiente.

4.7.2. Instrumentos de recolección de datos

Se considera instrumento “Al recurso a ser manejado por los investigadores para inspeccionar los datos referentes a la variable anteriormente determinada que fue enunciada tratando de buscar la relación: tanto de las variables como de los indicadores” (40) En el desarrollo de la investigación respecto a los resultados a los que se llegaron mediante los instrumentos y/o formatos para cada uno de los ensayos que se realizó en el laboratorio haciendo uso de la ficha de recopilación de datos.

a) Validez

Se considera la validez como: “La magnitud en el cual un instrumento de manera efectiva computa la variable que procura medir. La validez hace referencia al grado de evidencia adquirida sobre qué mide el instrumento, explica la particular comprensión del instrumento”.

Los instrumentos se validaron con la ayuda de profesionales que dieron apto para la aplicación, dicho proceso se denomina juicio de expertos, la validez: describe en sí a la herramienta formulada, y por tanto los ítems escogidos, los cuales son indicadores los cuales tienen que dar la posibilidad de ser cuantificados. Y se somete a que los instrumentos

puedan ser evaluados por cada investigador o experto en la materia, quienes calificarán el potencial de éste para valorar todas las variables que se desea medir. (41)

Tabla 4
Interpretación de la validez según rangos y magnitud de Validez.

Rangos	Magnitud
0,53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,59	Validez baja
0,60 a 0,65	Validez
0,66 a 0,71	Muy Validez
0,72 a 0,99	Excelente Validez
1,0	Validez Perfecta

Fuente: (Oseda D. et al, 2015) (42)

Tabla 5
Validez de contenido del instrumento de las variables.

N.º	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing. Civil	Alex Junior Quispe Llano	238354	0.89
2	Ing. Civil	Joel Adolfo Quispe Medina	138501	0.78
3	Ing. Civil	Pavel Peralta Azcue	117479	0.89

El resultado del análisis de validez del instrumento de investigación fue de 0.85 que al confrontar con la tabla N.º 4 se llega a apreciar como una validez EXCELENTE. La validez final es el promedio de la validez de cada experto.

b) Confiabilidad

La confiabilidad se define como “la medida en la que un instrumento posee los resultados los cuales tienen la característica de ser coherente y sobre todo sólido” (40) Para ello se toma en consideración la siguiente tabla en la que se tiene la interpretación del valor y nivel de confiabilidad el cual se desarrolla mediante la magnitud y los rangos que se obtienen de la confiabilidad.

Tabla 6
Interpretación de confiabilidad.

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Ruiz, 2002) (43)

4.8. Método de análisis

Respecto a los métodos se tuvo que recurrir a la estadística de tipo descriptiva, para ello se tuvo que calcular los diseños de mezcla se hará uso de la herramienta de estadística de diseño de experimento (DoE) para diseñar las condiciones ideales de la investigación para que se cumpla con las expectativas deseadas utilizando el mínimo número de experimentos, así se utilizará el análisis de regresión lineal múltiple y adicional, de ello el análisis de varianza para identificar el efecto de nuestras variables como explican nuestros resultados, de igual modo los ensayos se procederán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras el MTC (EM-2000).

4.9. Aspectos éticos

Dentro de la redacción de la presente indagación se han examinado y tomado en cuenta las citas y referencias bibliográficas teniendo presente las normas internacionales APA, dichas citas se han utilizado como guía poder construir cada etapa del estudio, de igual manera los artículos que saldrán a partir de los datos del estudio.

En esta investigación se adherirá a la propiedad intelectual de los principales autores que se están considerando, así como a la validez que tienen los resultados a partir de la aplicación del instrumento los criterios tomados en cuenta son la confiabilidad, objetividad y originalidad.

CAPITULO V: ANALISIS – RESULTADOS

5.1. Descripción de la zona de estudio

5.1.1. Ubicación

La carretera Maras – Moray tramo II en proceso de construcción se encuentra ubicada en el Distrito de Maras en la Provincia de Urubamba, en la región de Cusco, y sus coordenadas UTM son Latitud Sur 13°20'40 y Longitud Oeste 72°09'33 UTM – 18 S WGS – 84.

5.2.1. Características de la zona de estudio

La carretera que es objeto de estudio se encuentra en ejecución y se clasifica dentro de la categoría vecinal, posee un ancho de 6.60 m (de 3.30 por carril) y 0.50 m de berma a cada lado, es una carretera de segunda categoría con IMDA de 2000- 401 veh/día.

5.2. Estudios previos

5.2.1. Estudios de campo

a) Exploración de suelos

La subrasante existente dentro del área intervenida se disgregará hasta obtener una profundidad de 15 cm extrayendo dicho material para un posterior uso. Los materiales de aporte y los disgregados se tendrán que humedecer hasta tener la humedad que se necesita para poder realizar la compactación la cual debe respetar los estándares que implica el ensayo de Proctor Modificado, posteriormente se tendrá que realizar la mezcla de ambos tipos de suelos, se tendrá que establecer y realizar la compactación teniendo que respetar las exigencias que debe tener tanto para la densidad como para el espesor que constituirá el nivel de subrasante.

b) Estudios de laboratorio

Los estudios de laboratorio nos permiten evaluar propiedades físicas y mecánica de los suelos de acuerdo a ensayos normados dentro del Manual de Ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

- **Determinación del Contenido de Humedad de un Suelo** - MTC E 108 - ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

- **Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado** - MTC E 107 - ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.
- **Peso unitario y vacíos de los agregados** - MTC E 203: Para el peso unitario y vacíos de los agregados, NTP 400.017 dicho método de ensayo regulado para establecer la masa que debe tener por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y aquellos vacíos que conforman los agregados.
- **Compactación de Suelos en Laboratorio Utilizando una Energía Modificada (Proctor Modificado)** - MTC E 115 - 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)) y el 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)).
- **California Bearing Ratio** – ASTM D 6951 – 03 - Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en estructuras de pavimentos.

5.2.2. Análisis de la información

A. Estimación la densidad seca de sub rasantes con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos.

Se inicia por la caracterización de los materiales (suelo de la subrasante, agregado reciclado y agregado natural), mediante clasificación de suelos.

1. Análisis granulométrico : Se realiza el análisis granulométrico al suelo de la subrasante para poder clasificar el suelo y determinar los agregados a añadir.

Tabla 7
Análisis granulométrico por tamizado del suelo de la subrasante.

	Tamiz	Peso parcial retenido	Parcial retenido	Acumulado retenido	Acumulado que pasa
-	mm	gr	%	%	%
	3”	75.000	0.00	0.00	100.00
	2”	50.000	0.00	0.00	100.00
	1 ½”	37.500	0.00	0.00	100.00
	1”	25.000	240.00	5.11	94.89

3/4"	19.000	144.00	3.07	8.18	91.82
3/8"	09.500	558.00	11.89	20.07	79.93
N.º 004	04.750	576.00	12.27	32.34	67.66
N.º 010	02.000	596.00	12.70	45.04	54.96
N.º 020	00.850	664.00	14.15	59.18	40.82
N.º 040	00.425	420.00	8.95	68.13	31.87
N.º 060	00.250	318.00	6.77	74.90	25.10
N.º 100	00.150	936.00	19.94	94.84	5.16
N.º 200	00.075	198.00	4.22	99.06	0.94
Platillo		44.00	0.94	100.00	0.00
Total		4694.00	100.00	-	-

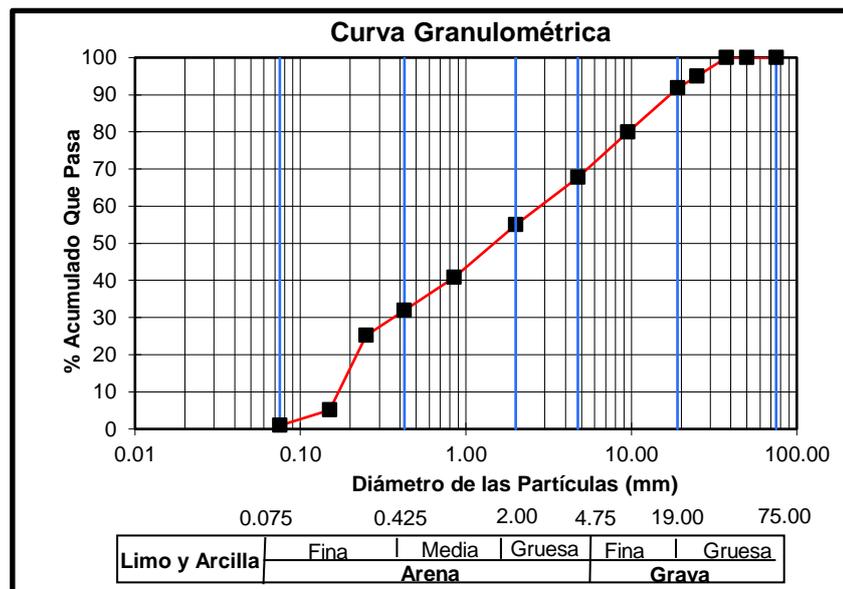


Figura 3
Curva de análisis granulométrico del suelo de la subrasante

2. Límites de consistencia:

Tabla 8
Resultados de límites de consistencia.

Descripción	Resultados
	Suelo de subrasante
Límite Líquido (%)	27.37
Límite Plástico (%)	0.00
Índice de Plasticidad	27.37

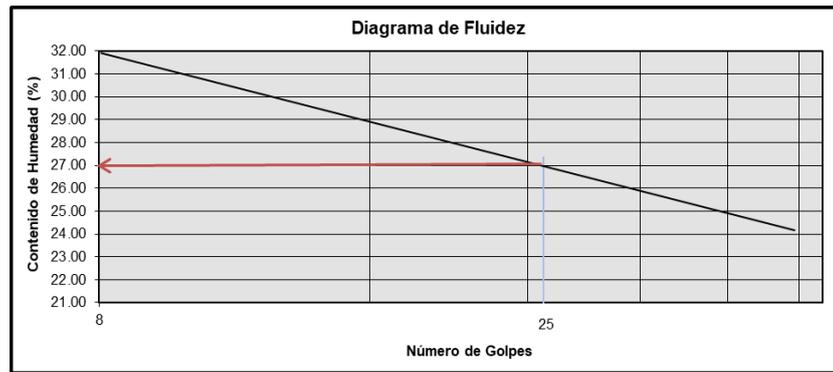


Figura 4
Resultados de límites de consistencia del suelo de la subrasante

En la figura 4, se observa que el suelo únicamente presenta límite líquido debido, mas no presenta límite. En la muestra de subrasante el límite líquido (27.37), por otro lado, el límite plástico (0.0), y finalmente en el Índice de plasticidad (27.37).

3. Contenido de humedad: Se obtiene el contenido de humedad de los materiales a utilizar (agregado de concreto reciclado, agregado natural y arena de la subrasante) mediante la ecuación 2.1.

Tabla 9
Contenido de humedad

Descripción	Suelo de subrasante	Agregado reciclado de concreto	Agregado natural
Contenido de humedad (%)	3.27%	1.68%	0.28%

Tabla 10
Clasificación de suelos SUCS, AASHTO y sus coeficientes.

Clasificación	Suelo de subrasante	Denominación
Grava 3"-N°4	32.34	SP: Arena pobremente graduada
Grava N°4-N°200	66.72	
Finos <N°200	0,94	
Clasificación SUCS	SP	
Clasificación AASHTO	A-2-6	
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0,28	
Coefficiente de uniformidad (Cu)	16,60	

4. Ensayo de Proctor modificado al suelo de la subrasante en condición natural, lo cual permitirá conocer la Máxima Densidad Seca MDS y el Optimo Contenido de Humedad. Los datos alcanzados del ensayo de

Proctor Modificado realizado al suelo de la subrasante son presentados a continuación:

Tabla 11
Máxima densidad seca y contenido de humedad del suelo de la subrasante.

N° del ensayo Proctor Modificado	w	g
1	4.2%	1.84
2	8.0%	1.87
3	12.2%	1.91
4	12.9%	1.92
5	15.8%	1.82
DMS	1.914	
COH	10.00%	
R2	0.760	

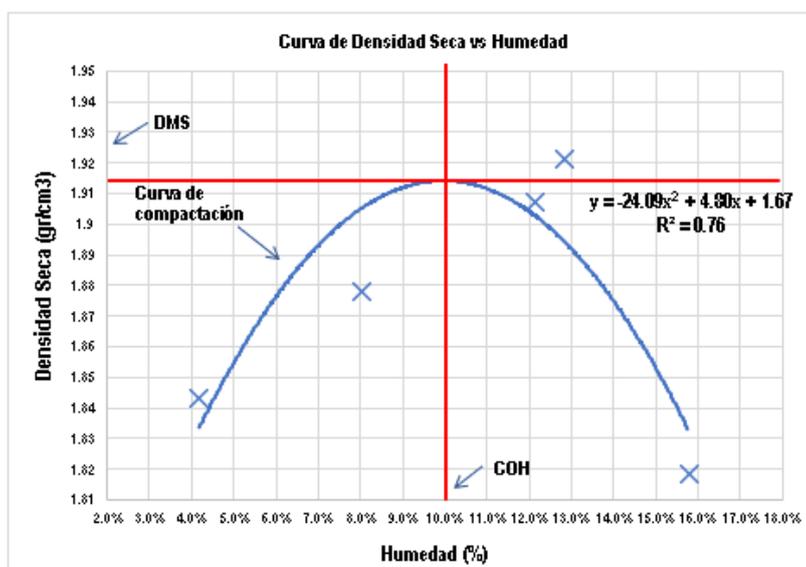


Figura 5
Curva de Compactación para T – 0.

- Determinación de las proporciones de la combinación del suelo de la subrasante, agregado natural y agregado reciclado para efectuar el Proctor modificado y estimar los indicadores del óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

Tabla 12
Proporciones de la combinación del suelo de la subrasante, agregado natural y agregado reciclado de concreto.

Tratamiento	% Agregado reciclado de concreto	% Suelo de subrasante	% Agregado natural
T-0 (control)	0.00	1.00	0.00
T-1	0.330	0.300	0.330
T-2	0.250	0.300	0.450
T-3	0.050	0.300	0.650
T-4	0.400	0.250	0.350
T-5	0.050	0.250	0.700
T-6	0.245	0.210	0.545
T-7	0.200	0.200	0.600
T-8	0.400	0.137	0.463
T-9	0.163	0.137	0.700
T-10	0.400	0.080	0.520
T-11	0.220	0.080	0.700

6. Realización del ensayo de Proctor modificado a las proporciones de suelo de la subrasante y a las dosificaciones determinadas con anterioridad. Para el primer tratamiento T – 1 se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 13
Máxima densidad seca y contenido de humedad para T - 1(A)

N° del ensayo de Proctor	CONTENIDO	
	W	ρ seca
1	2.9%	1.76
2	5.0%	1.95
3	9.8%	1.95
4	11.9%	1.75
DMS	2.03	
COH	7.20%	
R2	1.000	

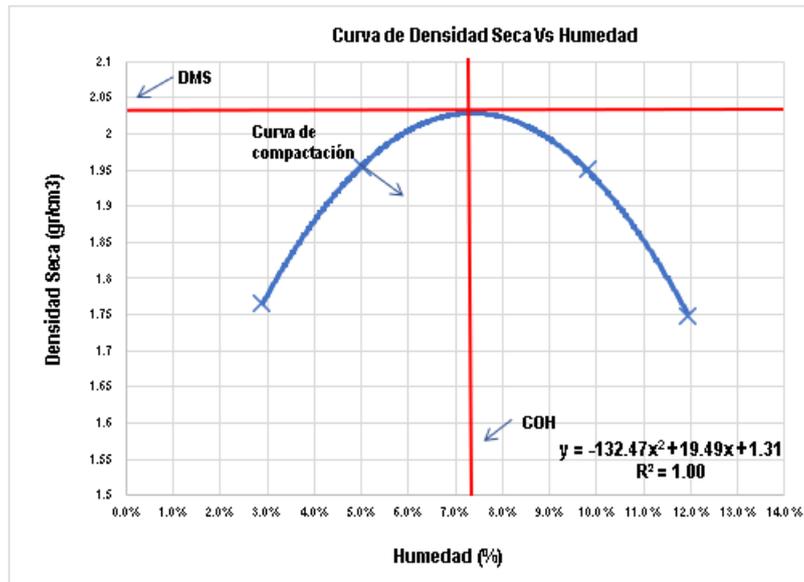


Figura 6
Curva de Compactación para T-1

B. Cálculo de la Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural.

1. Realización del ensayo de PDC: se realiza el ensayo de PDC al suelo de la subrasante, es decir al CBR natural de la carretera. Se realizaron 3 ensayos para una mayor confiabilidad.

Tabla 14
Tabla para el cálculo del Índice de Penetración para T-0(A).

Nº de golpe	DCP Prof (mm)	Índice de penetración (mm/golp)	CBR
0ed	15	-	-
1	30	15	14.1
2	38	8	28.4
3	50	12	18.1
4	74	24	8.3
5	90	16	13.1
6	104	14	15.2
7	125	21	9.6
8	142	17	12.2
9	165	23	8.7
10	190	25	7.9
11	220	30	6.5
12	255	35	5.4

13	285	30	6.5
Nº De Índices	Índice	Prof hasta (mm)	CBR
1	16.23	125	11.85
2	29	285	

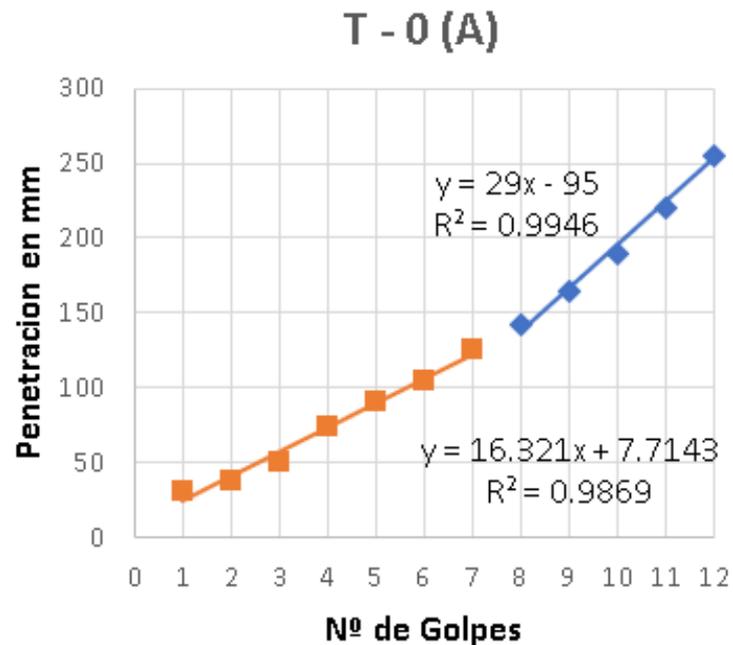


Figura 7
Relación entre la profundidad y N.º de golpes - Ensayo T-0 (A)

2. De igual modo se procede con las diferentes dosificaciones correspondiente al diseño de experimento, los ensayos se realizaron de manera aleatoria, y por cada tratamiento se tuvo 2 repeticiones adicionales.

Tabla 15
Tabla para el cálculo del Índice de Penetración para T- 1(A).

Nº de golpe	DCP Prof (mm)	Índice de penetración (mm/golp)	CBR
0ed	67	-	-
1	79	12	18.1
2	88	10	23.5
3	95	7	35.9
4	101	7	35.9
5	107	6	39.3

6	113	6	39.3
7	118	5	48.1
8	124	6	39.3
9	131	7	33.0
10	138	7	33.0
11	143	5	48.1
Nº De Índices	Índice	Prof. Hasta (mm)	CBR
1	6.26	143	35.76

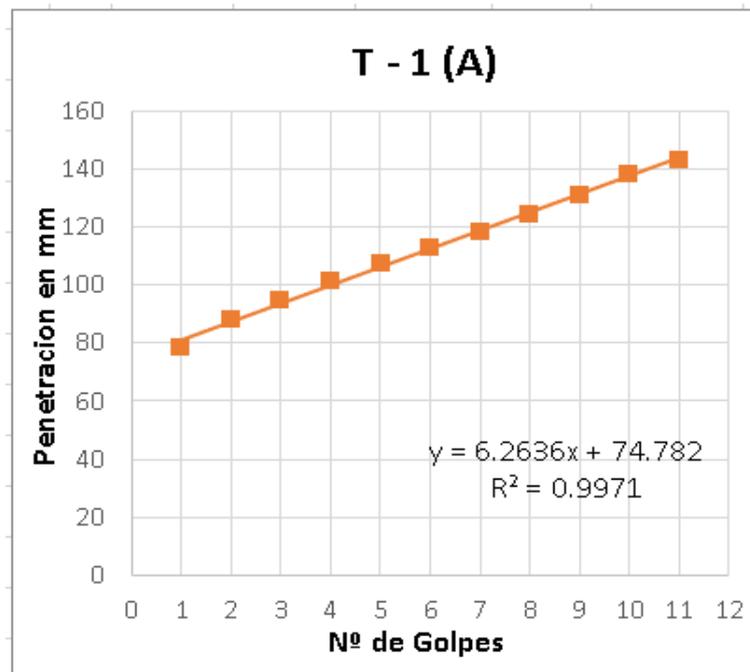


Figura 8
Relación entre la profundidad y N.º de golpes - Ensayo T-1 (A)

- Al realizar los ensayos correspondientes, se tomará en cuenta el promedio de los 3 ensayos realizados para los cálculos posteriores.

Tabla 16
Resumen de los Ensayos realizados por cada tratamiento

Tratamiento	T- 1 (A)		T- 1 (B)		T- 1 (C)	
	Índice de penetración (mm/golp)	CBR	Índice de penetración (mm/golp)	CBR	Índice de penetración (mm/golp)	CBR
0ed	-		-		-	
1	15	14.1	14	15.2	13	17.3
2	8	28.4	11	19.9	12	18.1
3	12	18.1	12	18.1	14	15.8
4	24	8.3	26	7.6	15	14.1
5	16	13.1	21	9.9	12	18.1

6	14	15.2	17	12.6	13	16.5
7	21	9.6	18	11.5	15	14.1
8	17	12.2	18	11.5	22	9.2
9	23	8.7	11	19.9	19	10.8
10	25	7.9	23	8.7	16	13.1
11	30	6.5	15	14.1	16	13.1
12	35	5.4	23	8.7	12	18.1
13	30	6.5	20	10.2		
14			15	14.1		
15			17	12.2		
CBR	CBR 1	11.85	CBR 2	12.94	CBR 3	14.84

C. Determinación de la correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR obtenido de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural.

1. Identificación de las fórmulas de correlación del CBR para hallar el Módulo de Resiliencia, para la presente investigación se utilizaron las ecuaciones 6 y 7.
2. Aplicación de la fórmula de correlación del Mr para suelos granulares y arenosos, para representar los resultados en MPa se hará la conversión correspondiente.

Tabla 17
Correlación del Mr para 7,2 % < CBR < 20 %.

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$$

CBR	A	B	C	Mr (A)	Mr (B)	Mr(C)
T (0)	11,85	12,94	14,84	109.31	119.31	110.64

Tabla 18
Correlación del Mr para CBR < 20 %.

$$Mr \text{ (psi)} = 4326 * LnCBR + 241$$

CBR	A	B	C	Mr (A)	Mr (B)	Mr(C)
T (1)	58,0	42,1	56,1	167.25	167.82	167.58

Las fórmulas de correlación del CBR para hallar el Mr se aplicaron a los 36 CBR obtenidos mediante el ensayo del PDC, los cuales se encuentran en los anexos.

D. Determinación de la estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos.

1. Evaluación y comparación de los resultados del ensayo CBR, densidad seca y Mr en estado natural y con la combinación del agregado reciclado y agregado natural.

Tabla 19

Los resultados de los ensayos de CBR, densidad seca y Mr.

Tratamiento	CBR %	Densidad Seca (gr/cm ³)	Mr (MPa)
T-0 (Tratamiento de control)	13.21	1,923	109.18
T-1	35.54	2,024	167.25
T-2	35.95	2,086	167.45
T-3	46.02	2,103	168.29
T-4	48.94	2,154	168.88
T-5	51.99	2,169	169.53
T-6	50.21	2,176	168.40
T-7	52.08	2,181	169.14
T-8	55.55	2,181	169.30
T-9	59.67	2,182	170.19
T-10	59.31	2,193	169.88
T-11	60.76	2,198	170.46

5.2.3. Resultados de la investigación

A. Estimación de la densidad seca de subrasante con agregado reciclado de concreto y agregado natural, en la carretera Maras - Moray

Tabla 20

Resultados del análisis de la densidad seca del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural en la subrasante.

Tratamiento	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Promedio (gr/cm ³)	Rango Variación	Variación porcentual %
T-0	1.93	1.90	1.94	1.92	0.02	0.00
T-1	2.01	1.94	2.13	2.02	0.10	5.25
T-2	2.06	2.15	2.06	2.09	0.05	8.49
T-3	2.12	2.09	2.09	2.10	0.02	9.33
T-4	2.13	2.14	2.19	2.15	0.03	12.01
T-5	2.16	2.15	2.20	2.17	0.03	12.77

T-6	2.13	2.19	2.21	2.18	0.04	13.17
T-7	2.15	2.19	2.19	2.18	0.02	13.39
T-8	2.17	2.12	2.25	2.18	0.07	13.42
T-9	2.17	2.18	2.19	2.18	0.01	13.46
T-10	2.21	2.18	2.19	2.19	0.01	14.01
T-11	2.14	2.23	2.23	2.20	0.05	14.29

Interpretación

En la tabla 20 se comprueba el incremento porcentual de la densidad seca para cada tratamiento con diferentes dosificaciones con respecto a el tratamiento de control a medida que se adiciona agregado reciclado de concreto y agregado natural, del cual indica que la primera adición de ARC y AN para el tratamiento T-1 se ve reflejado en un aumento del 5.25%, así como también el tratamiento T-11 provocó el mayor incremento de la densidad seca de 14.29 % con respecto al tratamiento de control T-0.

Tabla 21
Coefficientes de la regresión lineal múltiple y R^2

Término	Coefficientes	R-cuadrado
Agregado reciclado de concreto	2.15	0.95
Suelo de subrasante	1.90	
Agregado natural	2.24	

En la tabla 21 se logra apreciar los coeficientes derivados de la regresión, los cuales son utilizados para predecir nuestro valor de respuesta densidad seca, así como también se aprecia el valor de coeficiente de determinación R^2 es de 0.95, del cual se interpreta que las proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de sub rasante explican el 95% por ciento de la variación de la densidad seca.

Tabla 22
Análisis de varianza para CBR

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	0.06944	0.06944	0.03472	26.54	0.000
Lineal	2	0.06944	0.06944	0.03472	26.54	0.000
Error residual	9	0.01177	0.01177	0.00130		
Total	11	0.08121				

Interpretación

Planteamiento de Hipótesis:

H_0 : La utilización de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, no influyen significativamente en la variabilidad de la densidad seca

H_1 : La utilización de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, influyen significativamente en la variación de la densidad seca.

Considerando que:

Aceptar la H_0 : si p-valor ≥ 0.05 ; Rechazar la H_0 : si p-valor < 0.05

Respecto a la tabla, se puede tener en cuenta el valor de (0.000) que representa la significancia, teniendo que este valor es menor al que se establece como p-valor (0.05), es por ello que se toma la decisión de poder desechar la hipótesis nula, y de manera inmediata se considera a la hipótesis alterna, es por este proceso que la hipótesis es verificada mediante el manejo de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, influye significativamente en la variabilidad de la densidad seca.

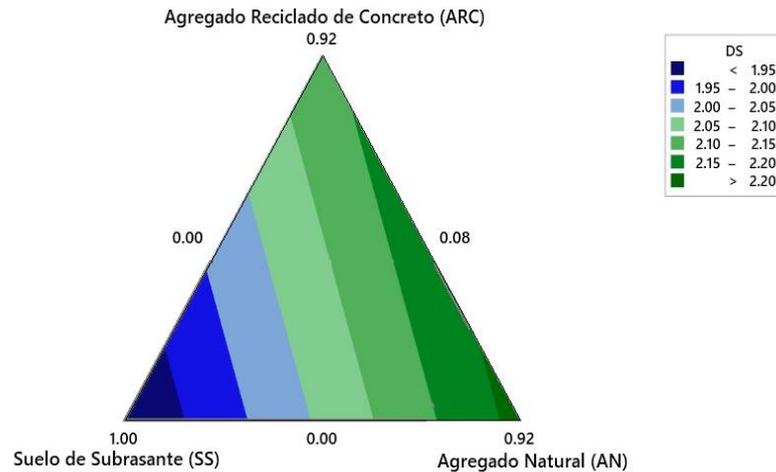


Figura 9
Grafica de contorno y curvas de nivel de los tratamientos para la densidad seca.

Interpretación

A través de la figura 9 se aprecia la gráfica de contorno y curvas de nivel para la densidad seca, nos permite observar las diferentes regiones representadas con colores en las cuales existen diferentes valores de densidad seca a distintas dosificaciones de nuestros materiales para esta investigación (se aprecia en la leyenda), es decir que los valores más bajos de densidad seca corresponden al área azul y celeste las cuales cuentan con una muy baja o nula presencia ya sea de agregado reciclado de concreto como de agregado natural, por lo contrario en la medida que se adiciona el agregado reciclado de concreto y agregado natural se incrementa el valor de la densidad seca, este valor está íntimamente relacionado a las proporciones de nuestros agregados como se ve reflejado en las áreas de color verde.

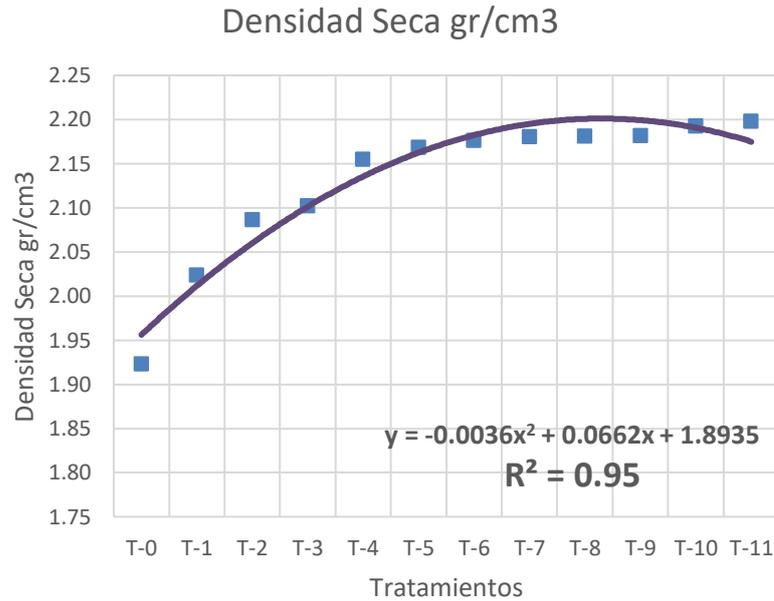


Figura 10
Variación de promedios de la densidad del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural

Interpretación

En la figura 10 se observa que la densidad seca para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural varía desde 2.02gr/cm³, 2.09gr/cm³, 2.10gr/cm³, 2.15gr/cm³, 2.17gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.19gr/cm³ y 2.20gr/cm³ para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. La mayor densidad seca alcanzada fue de 2.20gr/cm³± 0.05 gr/cm³ (rango de variación) que representa un incremento del 14.59% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante de la densidad seca tiende a ser cada vez menor.

B. Cálculo de la Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural.

Tabla 23
Resultados del cálculo de la capacidad portante del suelo (CBR)

Tratamiento	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Prom. (%)	Rango Variación	Incremento Porcentual %
T-0 (control)	11.85	12.94	14.84	13.21	1.51	-
T-1	35.76	32.46	37.79	35.54	2.78	169.07
T-2	39.15	34.34	34.26	35.95	3.83	172.11
T-3	49.87	42.21	45.99	46.02	2.69	248.37
T-4	50.27	47.90	47.08	48.94	1.66	270.48
T-5	52.86	54.21	48.56	51.99	2.95	293.57
T-6	52.80	48.70	48.90	50.21	0.56	263.13
T-7	55.49	50.41	50.31	52.08	2.98	294.25
T-8	56.11	51.94	58.58	55.55	3.36	320.51
T-9	57.34	60.86	60.79	59.67	2.01	351.70
T-10	58.94	60.29	58.94	59.31	0.73	343.00
T-11	62.06	63.55	56.67	60.76	3.62	359.95

Interpretación

La tabla 23 comprende el incremento porcentual de la capacidad portante (CBR) para cada tratamiento con diferentes dosificaciones con respecto al tratamiento de control a medida que se adiciona agregado reciclado de concreto y agregado natural, del cual indica que la primera adición de ARC y AN para el tratamiento T-1 se ve reflejado en un aumento de 169.07%, así como también el tratamiento T-11 provocó que se tuvo un elevado aumento de la densidad seca de 359.95 % con respecto al tratamiento de control T-0.

Tabla 24
Coeficientes de regresión lineal múltiple y R^2

Término	Coeficientes	R-cuadrado
Agregado reciclado de concreto	56.38	0.90
Suelo de subrasante	14.85	
Agregado natural	65.63	

En la tabla 24 se logra apreciar los coeficientes derivados de la regresión, los cuales son utilizados para predecir nuestro valor de respuesta capacidad portante CBR, así como también se aprecia el valor de coeficiente de determinación R^2 es de 0.90, el cual se puede interpretar como las proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de sub rasante explican el 90% por ciento de la variación de la capacidad portante CBR.

Tabla 25
Análisis de varianza para CBR

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	1803.1	1803.1	901.55	39.82	0.000
Lineal	2	1803.1	1803.1	901.55	39.82	0.000
Error residual	9	203.8	203.8	22.64		
Total	11	2006.9				

Interpretación

Planteamiento de hipótesis:

H_0 : La utilización de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, no influyen significativamente en la variación de la capacidad portante CBR.

H_1 : La utilización de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, influyen significativamente en la variación de la capacidad portante CBR.

Considerando que:

Aceptar la H_0 : si p-valor ≥ 0.05 ; Rechazar la H_0 : si p-valor < 0.05

Respecto a la tabla, se puede tener en cuenta el valor de (0.000) que representa la significancia, teniendo que este valor es menor al que se establece como p-valor (0.05), es por ello que se toma la decisión de poder desechar la hipótesis nula, y de manera inmediata se considera a la hipótesis alterna, es por este proceso que la hipótesis es verificada mediante el manejo de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado

natural y suelo de subrasante, influye significativamente en la variación de la capacidad portante CBR.

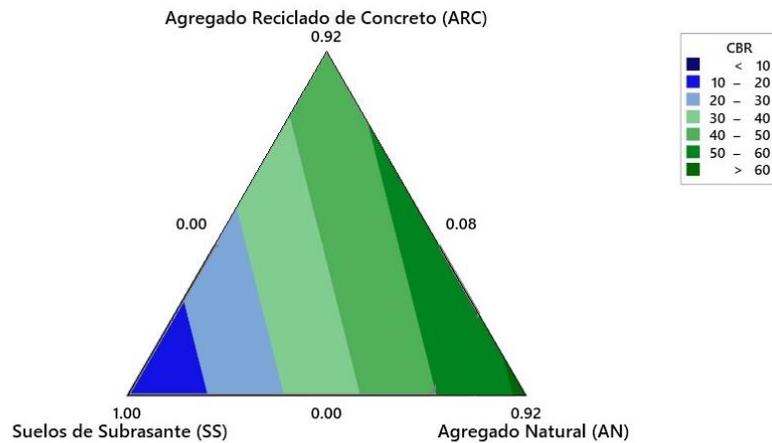


Figura 11
Gráfica de contorno y curvas de nivel de los tratamientos para el CBR.

Interpretación

A través de la figura 11 se aprecia la gráfica de contorno y curvas de nivel para la capacidad portante CBR, el cual nos permite observar las diferentes regiones representadas con colores donde existen diferentes valores de la capacidad portante CBR a distintas dosificaciones de nuestros materiales utilizadas para esta investigación (se aprecia en la leyenda), es decir que los valores más bajos de capacidad portante CBR corresponden al área azul y celeste, las cuales cuentan con una muy baja o nula presencia ya sea de agregado reciclado de concreto como de agregado natural; así mismo, en la medida que se adiciona el agregado reciclado de concreto y agregado natural se incrementa el valor de la capacidad portante CBR, este valor está íntimamente relacionado a las proporciones de nuestros agregados como se ve reflejado en las áreas de color verde.

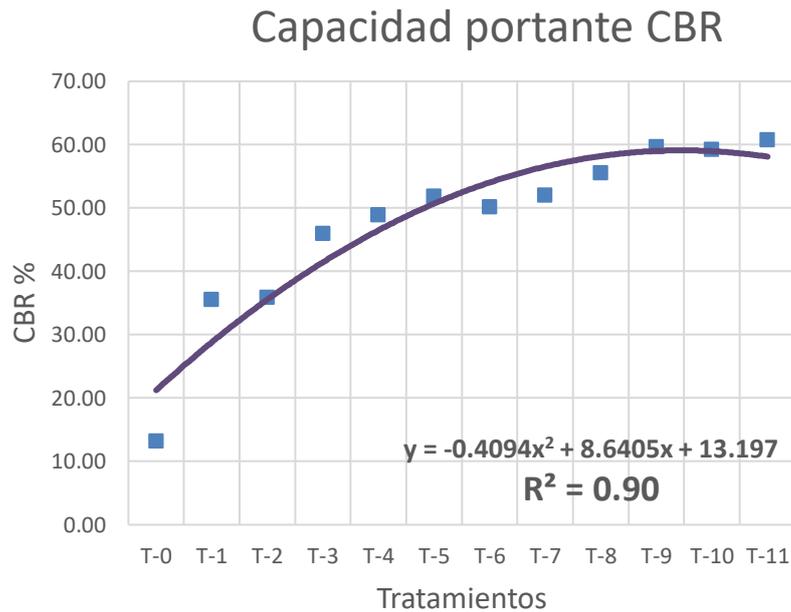


Figura 12
Variación de promedios de la capacidad portante CBR del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural.

Interpretación

En la figura 12 se observa que la capacidad portante CBR para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural varía desde 35.54%, 35.95%, 46.02%, 48.42%, 51.87%, 50.21%, 52.08%, 55.55%, 59.67%, 59.31% y 60.76% para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. La mayor capacidad portante CBR alcanzada fue de 60.76%± 3.62% (rango de variación) que representa un incremento de 359% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona agregado reciclado de concreto y agregado natural, el incremento constante de la capacidad portante CBR tiende a ser cada vez menor.

C. Determinación de la correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR obtenido del suelo de subrasante con agregado reciclado de concreto y agregado natural

Tabla 26

Resultados de la correlación del módulo de resiliencia con el valor del CBR

Tratamiento	Replica 1 (MPa)	Replica 2 (MPa)	Replica 3 (MPa)	Prom. (MPa)	Rango Variación	Incremento Porcentual %
T-0	103.10	109.17	119.34	110.53	8.19	-
T-1	167.60	167.25	167.82	167.56	0.29	51.46
T-2	167.97	167.45	167.44	167.62	0.30	51.50
T-3	169.09	168.29	168.69	168.69	0.40	52.46
T-4	169.13	168.88	168.80	168.94	0.17	52.73
T-5	169.39	169.53	168.95	169.29	0.30	53.02
T-6	169.39	168.97	168.99	169.11	0.06	52.64
T-7	169.66	169.14	169.13	169.31	0.30	53.02
T-8	169.72	169.30	169.97	169.66	0.34	53.34
T-9	169.84	170.19	170.19	170.07	0.20	53.71
T-10	170.00	170.14	170.00	170.05	0.07	53.61
T-11	170.31	170.46	169.78	170.18	0.36	53.81

Interpretación

En la tabla 26 se valora el incremento porcentual de la correlación entre el Módulo de Resiliencia y el CBR de cada tratamiento con diferentes dosificaciones con respecto al tratamiento de control a medida que se adiciona agregado reciclado de concreto y agregado natural, del cual se indica que la primera adición de ARC y AN para el tratamiento T-1 se ve reflejado en un crecimiento de 51.46%, así como también el tratamiento T-11 provocó el mayor incremento de la densidad seca de 53.81 % con respecto al tratamiento de control T-0.

Tabla 27

De coeficientes de regresión lineal múltiple y R²

Término	Coeficientes	R-cuadrado
Agregado reciclado de concreto	180.00	0.92
Suelo de subrasante	116.42	
Agregado natural	183.32	

Tabla 28
Análisis de varianza para módulo de resiliencia

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	2	2848.8	2848.8	1424.40	43.27	0.000
Lineal	2	2848.8	2848.8	1424.40	43.27	0.000
Error residual	9	269.3	296.3	32.92		
Total	11	3145.1				

Interpretación

Planteamiento de hipótesis:

H_0 : La utilización de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, no influyen significativamente en la variación del módulo de resiliencia

H_1 : La utilización de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, influyen significativamente en la variación del módulo de resiliencia

Considerando que:

Aceptar la H_0 : si p-valor ≥ 0.05 ; rechazar la H_0 : si p-valor < 0.05

Respecto a la tabla 28, se puede tener en cuenta el valor de (0.000) que representa la significancia, teniendo que este valor es menor al que se establece como p-valor (0.05), es por ello que se toma la decisión de poder desechar la hipótesis nula, y de manera inmediata se considera a la hipótesis alterna, es por este proceso que la hipótesis es verificada mediante el manejo de diferentes proporciones de agregado reciclado de concreto, agregado natural y suelo de subrasante, influye significativamente en la variación del módulo de resiliencia.

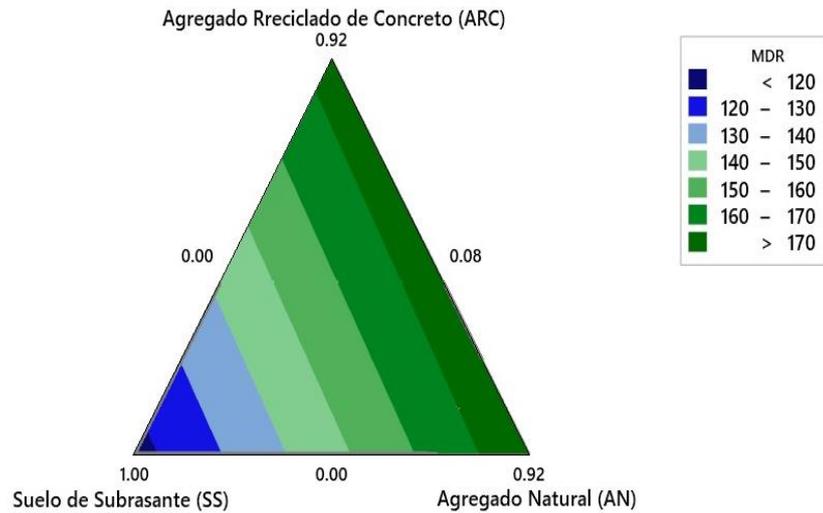


Figura 13
Gráfica de contorno y curvas de nivel de los tratamientos para el módulo de resiliencia.

Interpretación

A través de la figura 13 se aprecia la gráfica de contorno y curvas de nivel para el módulo de resiliencia, el cual nos permite observar las diferentes regiones representadas con colores donde existen diferentes valores de módulo de resiliencia a distintas dosificaciones de nuestros materiales utilizados para esta investigación (se aprecia en la leyenda), es decir, que los valores más bajos del módulo de resiliencia corresponden al área azul y celeste, las cuales cuentan con una muy baja o nula presencia ya sea de agregado reciclado de concreto como de agregado natural; puesto que, en la medida que se adiciona el agregado reciclado de concreto y agregado natural se incrementa el valor del módulo de resiliencia, este valor está íntimamente relacionado a las proporciones de nuestros agregados como se ve reflejado en las áreas de color verde.

Modulo de Resiliencia

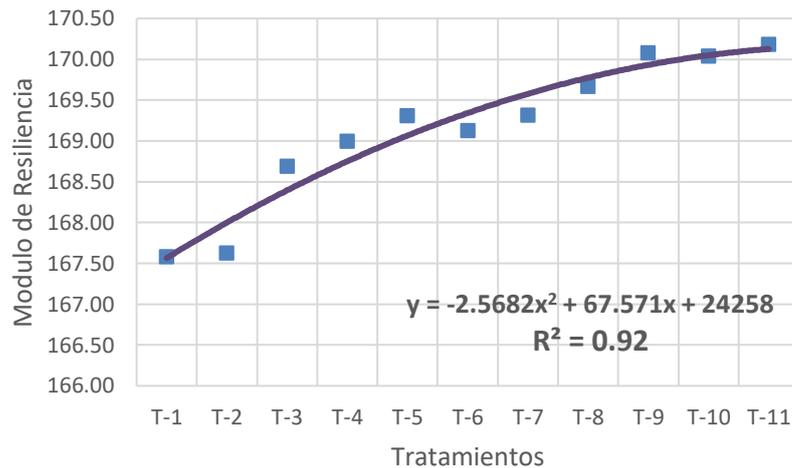


Figura 14

Variación del módulo de resiliencia del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural.

Interpretación

En la figura 14 se observa que la determinación de la correlación del módulo de resiliencia con el CBR para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural varía desde 167.56 Mpa, 167.62 Mpa, 168.69 Mpa, 168.94 Mpa, 169.29 Mpa, 168.38 Mpa, 169.31 Mpa, 169.66 Mpa, 170.07 Mpa, 169.96 Mpa y 170.18 Mpa para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. El mayor módulo de resiliencia alcanzado fue de 170.18 Mpa \pm 0.36 Mpa (rango de variación) que representa un incremento del 53.81% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona agregado reciclado de concreto y agregado natural, el incremento constante del módulo de resiliencia tiende a ser cada vez menor.

D. Determinación de la estabilización de subrasante con agregado reciclado de concreto y agregado natural, mediante métodos granulométricos.

Tabla 29

Resultados de la determinación de la estabilización del suelo con agregado reciclado de concreto y agregado natural.

Parámetros en la estabilización	Densidad seca (gr/cm³)	CBR (%)	Módulo de resiliencia (MPa)
T-0 (Control)	1.92	13.21	110.64
T-1	2.02	35.54	167.58
T-2	2.09	35.95	167.62
T-3	2.10	46.02	168.69
T-4	2.15	48.94	168.99
T-5	2.17	51.99	169.30
T-6	2.18	50.21	169.12
T-7	2.18	52.08	169.31
T-8	2.18	55.55	169.66
T-9	2.18	59.67	170.07
T-10	2.19	59.31	170.04
T-11	2.20	60.76	170.18
Tendencia	Positiva	Positiva	Positiva
Influencia	Si	Si	Si
Mejor tratamiento	T-11	T-11	T-11

Interpretación

Como se puede apreciar en la tabla 29, de los resultados obtenidos para determinar la estabilización del suelo de la sub rasante, se observa que los tratamientos demostraron una tendencia e influencia positiva en incrementar sus respectivos parámetros con respecto al tratamiento de control, del cual se puede indicar que el tratamiento T-11 es aquel que obtuvo la mayor variación para cada uno de ellos.

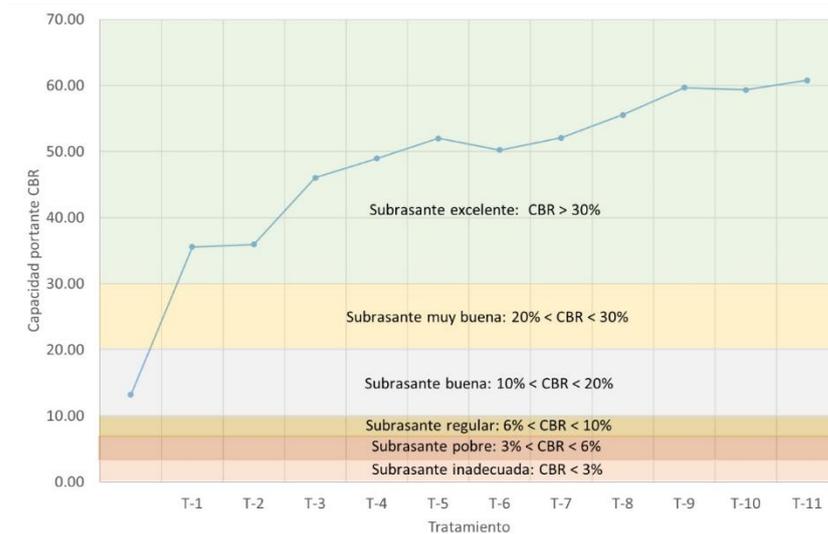


Figura 15
Promedios de la variación de la estabilización de la subrasante con agregado reciclado de concreto y agregado natural.

Interpretación

La figura 15 muestra la variación que la adición de agregados reciclados de concreto y agregado natural genera en la estabilización del suelo de la subrasante, esta implica una mejora en el valor de la capacidad portante CBR el cual es a su vez un indicador importante de estabilidad en la subrasante, el tratamiento de control T-0 de suelo de subrasante presenta un valor de CBR de 13.21% que según la clasificación típica de suelo se considera como subrasante buena, en tanto que los tratamientos a distintas dosificaciones de ARC y AN T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-6, T-7, T-8, T-9, T-10 y T-11 han alcanzado clasificarse como sub rasantes excelentes, se puede notar que el tratamiento T-1 logro la mayor estabilidad del suelo seguido del tratamiento T-10, finalmente también se demuestra que el tratamiento T-1 que obtiene el valor de CBR más bajo de todos los tratamientos con un valor de 35.54%, sigue siendo muy superior al CBR del suelo natural de subrasante reflejándose en una mejora del 169%, calificando a este tratamiento como una subrasante buena, por lo cual este tratamiento debe ser más que suficiente para estabilizar positivamente la subrasante en la carretera Maras – Moray.

CAPÍTULO VI: DISCUSIONES

Discusión 1

La densidad seca para el suelo de la subrasante con diversas dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural varía desde 2.02gr/cm³, 2.09gr/cm³, 2.10gr/cm³, 2.15gr/cm³, 2.17gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.19gr/cm³ y 2.20gr/cm³ para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. La mayor densidad seca alcanzada fue de 2.20gr/cm³± 0.05 gr/cm³ (rango de variación) que representa un incremento del 14.59% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante de la densidad seca tiende a ser cada vez menor.

Al respecto Noriega y Villareal (2020) citado como antecedente nacional, ha determinado que la adición de concreto reciclado en proporciones de 7%, 10 y 12% en peso de suelos de subrasante varían los resultados obtenidos de densidad seca desde 2.46 gr/cm³, 2.10 gr/cm³ y 2.99 gr/cm³. Asimismo, Quispe (2020) citado como antecedente nacional ha estimado que la adición de cemento reciclado en porcentajes de 2%, 4% y 6% en peso de una muestra de suelo de base, ha incrementado los valores de densidad seca que varían desde 2.375 gr/cm³, 2.445 gr/cm³ y 2.428 gr/cm³.

Como se puede apreciar, los valores definidos para este ítem son similares con los resultados de los antecedentes, por ende, el objetivo fijado es alcanzado.

Discusión 2

La capacidad portante CBR para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural varía desde 35.34%, 35.95%, 46.02%, 48.42%, 51.87%, 50.21%, 52.08%, 55.55%, 59.67%, 59.31% y 60.76% para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. La mayor capacidad portante CBR alcanzada fue de 60.76%± 3.62% (rango de variación) que representa un incremento de 359% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante de la capacidad portante CBR tiende a ser cada vez menor.

Al respecto, Amrutha (2018) referenciado dentro de los antecedentes internacionales ha demostrado que la adición de agregado reciclado en distintas proporciones de ARC desde 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 60% aumentan la capacidad portante (% CBR) de un suelo de subrasante limoso con material orgánico en 9.87%, 15.24%, 21.60%, 24.09%, 22.53% y 19.86% respectivamente para cada adición de ARC. Asimismo,

Kashoborozi et al (2017) referenciado como antecedente internacional ha demostrado que la adición de concreto reciclado en porcentajes de 30%, 40% y 50% en peso de un suelo de subrasante clasificado como arena arcillosa, varían los valores obtenidos de la capacidad portante CBR desde 34%, 46% y 59.00% respectivamente.

Como se logra apreciar los valores definitivos para este ítem son comparables con los resultados de los antecedentes, en consecuencia, el objetivo fue conseguido.

Discusión 3

La correlación del módulo de resiliencia con el CBR para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural se determina que varía desde 167.56 Mpa, 167.62 Mpa, 168.69 Mpa, 168.94 Mpa, 169.29 Mpa, 168.38 Mpa, 169.31 Mpa, 169.66 Mpa, 170.07 Mpa, 169.96 Mpa y 170.18 Mpa para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. El mayor módulo de resiliencia alcanzado fue de 170.18 Mpa \pm 0.36 Mpa (rango de variación) que representa un incremento del 53.81% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante del módulo de resiliencia tiende a ser cada vez menor.

Al respecto Santa Cruz (2019) citado como antecedente nacional, para hallar los valores de correlación entre el CBR y el Módulo de Resiliencia hizo uso de las fórmulas recomendadas por Consejo Científico de Sudáfrica (CSIR) y AASHTO 1993, para valores de CBR de 10.86%, 15,11%, 18.38% y 23.00% se obtuvieron valores de Modulo de Resiliencia de 97.49 MPa, 120.79 Mpa, 137.20 MPa y 158.78 MPa respectivamente. Asimismo, respecto a Rivasplata (2017), utilizo la formula recomendada por Consejo Científico de Sudáfrica (CSIR) para suelos granulares para correlacionar el CBR obtenido en la subbase granular con el Módulo de Resiliencia obteniendo los siguientes resultados, para un CBR de 82,90% y 52,40% el Mr fue de 297.70 MPa y 221.96 MPa respectivamente.

Como se aprecia en los párrafos anteriores los valores logrados para este ítem son comparables con los resultados de los antecedentes, por ende, el objetivo es alcanzado.

Discusión 4

La adición de agregados reciclados de concreto y agregado natural al suelo de la subrasante, implica una mejora en el valor de la capacidad portante CBR el que además es un indicador importante de estabilidad en la subrasante, los tratamientos T-1, T-2, T-3, T-4, T-6, T-5, T-7, T-8, T-9, T-10 y T-11 han alcanzado clasificarse como subrasantes excelentes, finalmente también se demuestra que el tratamiento T-1 que

obtiene el valor de 35.54% que sigue siendo muy superior al CBR del suelo natural de subrasante, demostrando una mejora del 169%, calificándolo como una subrasante buena, por lo cual, este tratamiento debe ser más que suficiente para estabilizar positivamente la subrasante en la carretera Maras – Moray.

Al respecto Ochoa (2019) citado como antecedente internacional ha verificado que existe una estabilización en un suelo de subrasante del tipo limo arcilloso que contaba con un CBR inicial de 1.8%, y a medida que se le adicionaba concreto reciclado en proporciones de 20%, 40% y 60%, los valores para el CBR crecieron, variando de 11.6%, 21.3% y 31.6% respectivamente, donde se apreció que la capacidad de soporte se amplió 17,56 veces con respecto al suelo, con un porcentaje de 60% de ARC; cumpliendo los requisitos normativos para subrasante de $CBR > 12$. Del mismo modo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones estableció a través del Manual de Carreteras la caracterización de una subrasante por medio de su CBR y nos indica que se considera como buena subrasante aquella con un valor de CBR de entre 10% y 20%, como subrasante muy buena aquella con CBR entre 20% y 30% y como subrasante excelente aquella con un valor mayor a 30%.

Tal como se aprecia los valores determinados para este ítem son comparables con los resultados de los antecedentes, de ahí que el objetivo de esta investigación fue alcanzado.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Conclusión 1

La densidad seca para el suelo de la subrasante con diferentes dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural se estima desde 2.02gr/cm³, 2.09gr/cm³, 2.10gr/cm³, 2.15gr/cm³, 2.17gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.18gr/cm³, 2.19gr/cm³ y 2.20gr/cm³ para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. La mayor densidad seca alcanzada fue de 2.20gr/cm³± 0.05 gr/cm³ (rango de variación) que representa un incremento del 14.59% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante de la densidad seca tiende a ser cada vez menor.

Conclusión 2

La capacidad portante CBR para el suelo de la subrasante con distintas dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural se calcula que varía desde 35.34%, 35.95%, 46.02%, 48.42%, 51.87%, 50.21%, 52.08%, 55.55%, 59.67%, 59.31% y 60.76% para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. La mayor capacidad portante CBR alcanzada fue de 60.76%± 3.62% (rango de variación) que representa un incremento de 159% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante de la capacidad portante CBR tiende a ser cada vez menor.

Conclusión 3

La determinación de la correlación del módulo de resiliencia con el CBR para el suelo de la subrasante con distintas dosificaciones de agregado reciclado de concreto y agregado natural se determina que varía desde 167.56 Mpa, 167.62 Mpa, 168.69 Mpa, 168.94 Mpa, 169.29 Mpa, 168.38 Mpa, 169.31 Mpa, 169.66 Mpa, 170.07 Mpa, 169.96 Mpa y 170.18 Mpa para los tratamientos desde T-1 hasta T-11 respectivamente. El mayor módulo de resiliencia alcanzado fue de 170.18 Mpa ± 0.36 Mpa (rango de variación) que representa un incremento del 53.81% respecto al tratamiento de control, se indica que a medida que adiciona ARC y AN, el incremento constante del módulo de resiliencia tiende a ser cada vez menor.

Conclusión 4

Se determina que la adición de agregados reciclados de concreto y agregado natural al suelo de la subrasante, implica una mejora en el valor de la capacidad portante CBR, el que a su vez es un indicador importante de estabilidad en la subrasante, los

tratamientos T-1, T-2, T-3, T-4, T-6, T-5, T-7, T-8, T-9, T-10 y T-11 han alcanzado clasificarse como sub rasantes excelentes, finalmente también se demuestra que el tratamiento T-1 que obtiene el valor de 35.54% sigue siendo muy superior al CBR del suelo natural de subrasante demostrando una mejora del 169%, calificándolo como una subrasante excelente, por lo cual, este tratamiento debe ser más que suficiente para estabilizar positivamente la subrasante en la carretera Maras – Moray

CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Se recomienda manejar las dosificaciones del tratamiento T-1 que pertenece al 35% Agregado reciclado de concreto + 30 % agregado natural +35% Suelo de subrasante, para la optimización de los materiales e incrementar la máxima densidad.

Recomendación 2

Se recomienda tener en cuenta las proporciones del tratamiento T-1 que corresponde al 35% Agregado reciclado de concreto + 30 % agregado natural +35% Suelo de subrasante, para optimizar los materiales e incrementar la capacidad portante de un suelo constituido por arena pobremente graduada.

Recomendación 3

Se recomienda considerar la posibilidad de correlacionar el módulo de resiliencia con los valores de CBR, dependiendo el tipo de suelo, ya que estos arrojan valores confiables.

Recomendación 4

Se recomienda que para alcanzar la máxima estabilización del suelo de subrasante considerar utilizar las proporciones del tratamiento T-11 correspondiente a 22% ARC + 70 % AN + 8% Suelo de subrasante, mientras que si se desea alcanzar como mínimo una subrasante de categoría excelente considerar las proporciones del tratamiento T-1 que corresponde a 35% Agregado reciclado de concreto + 30 % Agregado natural +35% Suelo de subrasante.

BIBLIOGRAFÍA

1. Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. *RECICLANDO CONCRETO*. Estados Unidos : WBCSD, 2009.
2. Direccion General de Asuntos Ambientales. *Informe Técnico Legal N°003-2016-VIVIENDA/VMCS-DGAA*. Lima : s.n., 2016.
3. Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento. *Decreto Supremo N°003-2013-VIVIENDA*. Lima : s.n., 2013.
4. O. Kashoborozi, y otros. *Use of Crushed Concrete Aggregate Waste in Stabilization of Clayey Soils for Sub Base Pavement Construction*. Uganda : s.n., 2017.
5. Campaña Montenegro, Daniel Santiago. *Elaboración De Concreto Utilizando Agregado Grueso Reciclado De Los Elementos Estructurales De Las Edificaciones Colapsadas Por El Terremoto En Pedernales*. Quito : s.n., 2017.
6. Amrutha Abraham, Shamna Mol y Praveen D Dethan. *STABILISATION OF SUBGRADE SOIL USING DEMOLISHED CONCRETE AGGREGATE*. Kerala : s.n., 2018.
7. Ochoa Averos, Sara del Rocio. *Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con rcd-concreto fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos*. Foz do Iguaçu : s.n., 2019.
8. Silvia Urrego, Yimmy y Delvasto Arjona, Silvio. *Uso de residuos de construcción y demolición como material cementicio suplementario y agregado grueso reciclado en concretos autocompactantes*. Colombia : s.n., 2020. Informe Técnico.
9. Noriega Gongora, Anderson Alejandro y Villarreal Acosta, Katia Talía. *Influencia Del Porcentaje De Concreto Reciclado En La Estabilización De Suelos Arcillosos Para La Sub-Rasante Para Un Pavimento Flexible, De Una Trocha De 10 Km En Los Sectores De Alto Huallaga Hasta La Merced, Laredo - La Libertad – 2020*. Trujillo : s.n., 2020.
10. Santa Cruz De la Cruz, Claudia. *Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán K*. Lima : s.n., 2019.
11. Quispe Ponce, Henry Eloy . *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN AFIRMADO NATURAL Y ESTABILIZADO CON CEMENTO RECICLADO AL 2%, 4% Y 6% PARA BASE, LOS OLIVOS - 2020*. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Lima : s.n., 2020. Tesis de licenciatura.
12. Camargo Najar, Cesar. *Evaluación del uso de pavimentos rígidos demolidos como agregados reciclados en la elaboración de mezclas de concreto en la región Puno - 2011*. Juliaca : s.n., 2018. Revista Científica Investigación Andina.

13. Sanchez Lizarraga, Juan Antonio y Yataco Morillo, Junior Esteban. *Propiedades índice de los suelos y su relación con el diseño estructural de los pavimentos en el distrito de nuevo Chimbote*. Nuevo Chimbote : s.n., 2017.
14. Piqueras Yepes, Victor. Universidad Politecnica de Valencia. [En línea] 24 de Enero de 2014. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/01/23/la-estabilizacion-de-suelos/>.
15. Santos Arrivabeni, Breno , y otros. *ESTABILIZACIÓN GRANULOMÉTRICA Y QUIMICA DE SUELO CON FINES VIALES*. Cajuri : s.n., 2016.
16. Medina, J y Motta, L.M.G. *Mecânica dos Pavimentos*. Rio de Janeiro : s.n., 2005. ISBN 85-905987-3-3.
17. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *MANUAL DE CARRETERAS ; SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS*. Lima : s.n., 2013.
18. Contreras Cueva, Karol Nataly y Peña Villalobos, Jose Steven . *ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD EN EL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE CENIZAS VOLANTES DE CARBÓNEN LA MEZCLA*. Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2017.
19. Campos Cisneros, Ronald. Monografias.com. [En línea] 2013. [Citado el: 22 de Enero de 2018.]
<http://www.monografias.com/trabajos55/agregados/agregados.shtml#ixzz54y4ppxAR>.
20. Contreras Quezada, Karlita Beatriz y Herrera Lázaro, Victor Alfonso. *MEJORAMIENTO DEL AGREGADO OBTENIDO DE ESCOMBROS DE LA CONSTRUCCIÓN PARA BASES Y SUB-BASES DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EN NUEVO CHIMBOTE-SANTA-ANCASH*. Nuevo Chimbote : s.n., 2015.
21. Villalaz, Crespo. *Mecanica de Suelos y Cimentacion*. s.l. : Editorial Limusa, 2004. 968-18-6489-1.
22. Crespo Villalaz, Carlos. *Mecanica de Suelos Ycimentaciones*. Mexico : Limusa, 2004. 968-18-6489-1.
23. Gutiérrez Montes, Carlos Alberto. *ESTABILIZACION QUIMICA DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS EN EL PERU Y VENTAJAS COMPARATIVAS DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE CALCIO*. Lima : s.n., 2010.
24. Lees, Andrew. TENSAR. [En línea] 18 de Feb de 2021. https://info-tensar-co-uk.translate.google.com/blog/what-is-the-bearing-capacity-of-soil?_x_tr_sch=http&_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=nui,sc.
25. *A Prediction Method for the California Bearing Ratio of Soil-Rock Mixture Based on the Discrete Element Method and CT Scanning*. Ji, Xiaoping, y otros. China : Chunshun Zhang, 2020.
26. Miranda Janco, Yesi. SLIDESHARE. [En línea] 24 de Sep de 2018. <https://es.slideshare.net/YesicaMirandaJanco/contenido-de-humedad-suelos>.

27. Yepes Piquieras, Victor. Universidad Politecnica de Valencia. [En línea] 23 de Ene de 2014. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2014/01/23/la-estabilizacion-de-suelos/>.
28. Cardenas Piucol, Arturo Rosendo y Donoso Montero, Alex Eduardo. http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/cardenas_piucol_2008.pdf. Punta Arenas : Universidad de Magallanes, 2008.
29. INGENIERIA CIVIL. [En línea] Junio de 2019. [Citado el: 04 de Setiembre de 2021.] <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/09/normal-0-21-false-false-false.html>.
30. Civil Sir. CivilSir. *CivilSir*. [En línea] 01 de Enero de 2021. <https://civilsir.com/what-is-bulk-density-and-voids-of-coarse-aggregates/>.
31. Martínez Urieles, Pablo Emilio. Repositorio Institucional UCC. [En línea] 15 de Dic de 2020. <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/28566>.
32. CEMEX. [En línea] <https://www.cemex.com/es/productos-servicios/productos/agregados>.
33. Rondón Quintana, H. A. y Reyes Lizcano, F. A. *Pavimentos: materiales, construccion y diseño*. Bogota : Ecoe Ediciones, 2015.
34. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Decreto Supremo N°003-2013-VIVIENDA*. Lima : s.n., 2013.
35. Valderrama Mendoza, Santiago. *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigacion Científica*. Lima : San Marcos de Anibal Jesus Paredes Galvan, 2002.
36. Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar . *Metodología de la Investigación*. Mexico : INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2014.
37. Arias Odon, Fidias Gerardo. *El proyecto de investigacion 6ta edicion*. Caracas : Episteme, 2012. 980-07-8529-9.
38. Cabezas Mejía, Edison Damián , Andrade Naranjo , Diego y Torres Santamaría, Johana . *INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Sangolquí : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018.
39. Noriega Gongora, Anderson Alejandro y Villarreal Acosta, Katia Talia. *INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA LA SUB-RASANTE PARA UN PAVIMENTO FLEXIBLE, DE UNA TROCHA DE 10 KM EN LOS SECTORES DE ALTO HUALLAGA HASTA LA MERCED, LAREDO - LA LIBERTAD – 2020*. La Libertad : Universidad Privada del Norte, 2020.
40. Hernández Sampieri , R, Fernández Collado , C y Baptista Lucio, M.d. *Metodologia de la investigación*. Mexico : MC GRAW HILL, 2014.
41. Vara Horna, Aristides Alfredo. *7 Pasos par auna tesis exitosa*. Lima : Universidad San Martin de Porres, 2012.

42. *Teoría y Práctica de la Investigación Científica*. Oseda D, y otros. 2015, pág. 182.

43. Ruíz Bolívar, Carlos. *Instrumentos de investigación educativa. Procedimientos para su diseño y validación*. Venezuela : s.n., 2002. pág. 266.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

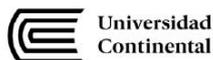
ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE MÉTODOS GRANULOMÉTRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ESCALA	MÉTODOS
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuánto se estabilizará la subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras – Moray, Cusco 2021?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS ¿Cuál es la variación de la densidad seca de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?</p> <p>¿Cuánto varía la Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?</p> <p>¿Cuánto varía el del Módulo de Resiliencia con el CBR obtenido de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Determinar la estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Estimar la densidad seca de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021</p> <p>Calcular la Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021.</p> <p>Determinar el Módulo de Resiliencia con el CBR obtenido de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL La subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, se estabilizará significativamente, carretera Maras - Moray, Cusco 2021</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS La densidad seca de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray varía significativamente.</p> <p>La Capacidad Portante de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray se incrementará.</p> <p>El Módulo de Resiliencia de la subrasante con concreto reciclado y agregado natural en la carretera Maras – Moray será mayor al del suelo inicial</p>	<p>V1: Concreto Reciclado y Agregado Natural</p> <p>V2: Estabilización de Subrasante.</p>	<p>I1: Peso unitario y vacíos de los agregados.</p> <p>I2: Dosificaciones</p> <p>I3: Contenido de Humedad.</p> <p>I1: Densidad Seca</p> <p>I2: Capacidad Portante</p> <p>I3: Modulo de Resiliencia</p>	<p>gr/cm3</p> <p>% de Agregados</p> <p>Contenido de humedad %</p> <p>gr/cm3</p> <p>CBR %</p> <p>MPa</p>	<p>MÉTODO Deductivo: El razonamiento formal en el que la conclusión se obtiene por la forma del juicio del que se parte, se considera como conclusión verdadera si hemos admitido del juicio del que se parte, se admite que, si las inferencias son verdaderas, la conclusión será verídica. (35)</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Explicativa: En exponer la razón por la cual sucede un fenómeno y en qué contexto se revela o por qué se relacionan dos o más variables, es decir procuran establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian. (36)</p> <p>ORIENTACIÓN La investigación puede tener una aplicación contigua en la solución de problemas prácticos. (37)</p> <p>NIVEL Explicativo: Se considera el fenómeno estudiado y sus componentes y se definen variables. (36)</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Experimental puro: Se manipulan intencionalmente las variables para analizar las consecuencias y se pretende establecer el posible efecto de una casusa que se manipula. (36)</p> <p>POBLACIÓN La población es considerada un universo y un todo donde puede estar referida a cualquier grupo o conjunto de elementos de los cuales se desea extraer tanto sus características generales como sus características específicas. (38) MUESTREO No probabilístico: no se conoce la probabilidad con la que el elemento dentro de la población fue seleccionado para ser parte de la muestra, fueron tomados en base al criterio y a la experiencia del investigador (36)</p> <p>MUESTRA La muestra es una parte representativa del universo de estudio gracias a la cual permitirá dar a conocer datos específicos de la misma, dicha muestra se puede obtener por diferentes procedimientos que comprenden dos grandes categorías, el muestreo probabilístico y el no probabilístico (38)</p> <p>INSTRUMENTOS Se considera instrumento “al recurso a ser manejado por los investigadores para inspeccionar los datos referentes a la variable anteriormente determinada que fue enunciada tratando de relacionar: variables, indicadores e indicadores” (40)</p>

ANEXO 2: Instrumentos de investigación validado

I.-	INFORMACION GENERAL:			
	UBICACIÓN:			
	DISTRITO:	MARAS	ALTITUD:	3,560 m.s.n.m.
	PROVINCIA:	URUBAMBA	LATITUD:	-133,325
	REGION:	CUSCO	LONGITUD:	-721,564
II.-	Peso Unitario y Vacios			
	I+C14II.			
	Indicador 1:	Und		
	Peso Unitario y Vacios	gr/cm3		
III.	Dosificaciones			
	Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:			
	Indicador 1:	Und		
	% de Agregados	%		
IV.-	Contenido de Humedad.			
	Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D4V2:			
	Indicador 1:	Und		
	Contenido de humedad	%		
V.-	Máxima Densidad Seca			
	Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:			
	Indicador 1:	Und		
	Máxima Densidad Seca	gr/cm3		
VI.-	Capacidad Portante			
	Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:			
	Indicador 1:	Und		
	Capacidad Portante	CBR		
VII.-	Modulo de Resiliencia			
	Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:			
	Indicador 1:	Und		
	Modulo de Resiliencia	MPA		

ANEXO 3: Certificados de ensayos de laboratorio



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS			
MTC E 203			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	30/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	AGREGADO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68

+ DATOS DE LA DENSIDAD

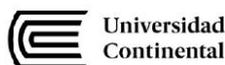
Tipo de Muestra	
Condición de la Muestra	
Peso del Molde + Muestra	g
Peso del Molde	g
Peso de la Muestra	g
Peso Unitario	g/cm ³
Contenido de Vacíos	g/cm ³

AGREGADO RECICLADO	
P.U.S.	P.U.C.
9850	10025
6328	6424
3522	3601
1.669	1.706
35.57%	34.13%

AGREGADO NATURAL	
P.U.S.	P.U.C.
10050	10270
6328	6424
3722	3846
1.763	1.822
31.91%	29.65%


 CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115764

Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	AGREGADOS Y SUELO NATURAL		

+ DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	SUELO NATURAL	AGREGADO RECICLADO	AGREGADO NATURAL
		A	B	C
Peso de la cápsula	g	58.5	59	58.5
Peso de la Cáps. + Suelo Humedo	g	1589.5	1118	1323.5
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	1541.0	1100.5	1320
Peso del Agua	g	48.5	17.5	3.5
Peso del Suelo Seco	g	1482.5	1041.5	1261.5
Contenido de Humedad	%	3.27%	1.68%	0.28%

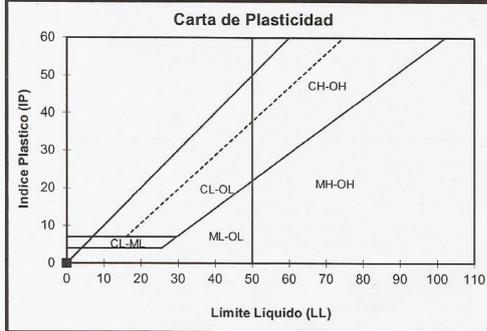
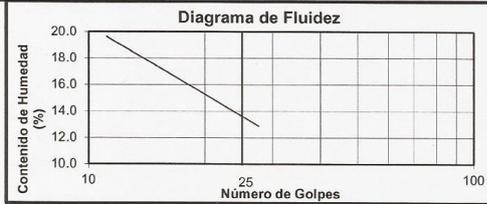

 CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 115764

Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe

**ENSAYO GRANULOMETERICO POR TAMIZADO
ASTM D 422 MTC E 107**

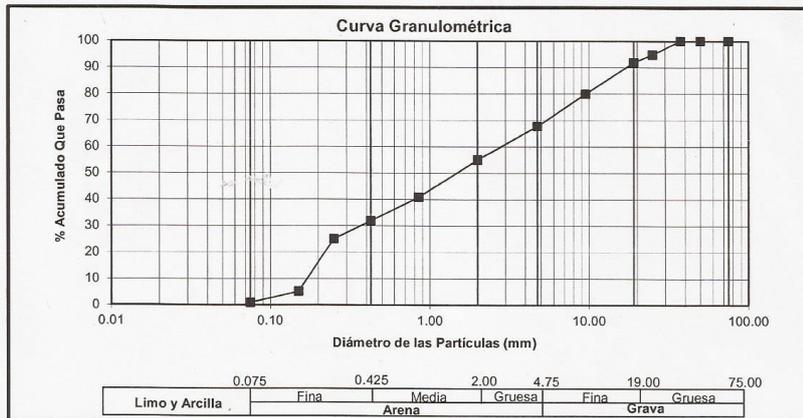
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	Tratamiento de control		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	% ACUMULADO QUE PASA	75.000	3"	100.00
		50.000	2"	100.00
		37.500	1 1/2"	100.00
		25.000	1"	94.89
		19.000	3/4"	91.82
		9.500	3/8"	79.93
		4.750	No 004	67.66
		2.000	No 010	54.96
		0.850	No 020	40.82
		0.425	No 040	31.87
		0.250	No 060	25.10
		0.150	No 100	5.16
		0.075	No 200	0.94
D10 (mm)	0.1698	Cu	16.60	
D30 (mm)	0.3671	Cc	0.28	
D60 (mm)	2.8186			



PESO ESP. RELATIVO DE SÓLIDOS (Gs)	2.80
PESO ESPECÍFICO NATURAL (γ)	(gr/cc)
HUMEDAD NATURAL (w)	(%) 0.00
LÍMITE LÍQUIDO (LL)	(%) 27.37
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	(%) 0.00
ÍNDICE PLÁSTICO (IP)	(%) 27.37
LÍMITE DE CONTRACCIÓN (LC)	(%) -

CLASIFICACION S.U.C.S.	SP
------------------------	----



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115-2000

Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 11		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h):	8.0

DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10675	11292	11345	10858
Peso del Molde	g	6352	6396	6346	6288
Peso de la Muestra Compacta	g	4323	4896	4999	4570
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.0482	2.31963	2.3684	2.1652
Densidad Seca (P _{seca})	g/cm ³	1.9674	2.19431	2.193	1.9713

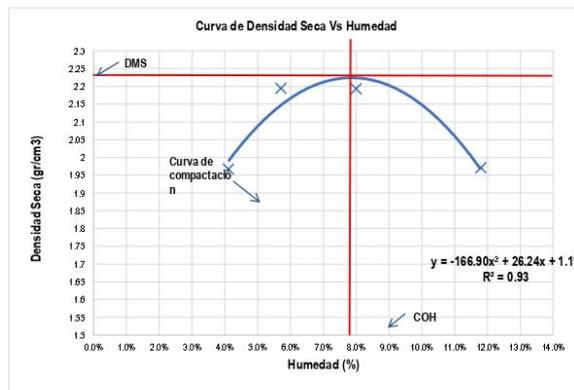
DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	1	2	3	LL2	16	A1	W2	4	B2	W3	32	5
Peso de la cápsula	g	21.9	20.5	21	21.5	21.2	20.6	20.7	21.3	21.1	20.14	21.8	20.9
Peso de la Cáp. + Suelo Húmedo	g	192	198	203	110.9	143.2	165.6	166.5	163.8	173	166.8	210.5	175.8
Peso de la Cáp. + Suelo Seco	g	185.3	191.3	195.5	106.4	137.5	156.2	155.6	153.1	162	153.9	193.1	162.1
Peso del Agua	g	6.7	6.7	7.5	4.5	5.7	9.4	10.9	10.7	11.0	12.9	17.4	13.7
Peso del Suelo Seco	g	163.4	170.8	174.5	84.9	116.3	135.6	134.9	131.8	141.1	133.8	171.3	141.2
Contenido de Humedad	%	4.1%	3.9%	4.3%	5.3%	4.9%	6.9%	8.1%	8.1%	7.8%	9.6%	10.2%	9.7%
Contenido de Humedad Promedio	%	4.1%			5.7%			8.0%			9.8%		

TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	P _{seca}
1	4.1%	1.9674
2	5.7%	2.1943
3	8.0%	2.193
4	11.8%	1.9713

DMS	2.24
COH	7.80%
R2	0.930



CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 115764

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115-2000**

Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 10		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10573	11309	11378	10765
Peso del Molde	g	6288	6424	6328	6430
Peso de la Muestra Compacta	g	4285	4885	5050	4335
Densidad Húmeda	g/cm ³	2.0302	2.31442	2.3926	2.0538
Densidad Seca (p _{seca})	g/cm ³	1.9325	2.1487	2.1834	1.8534

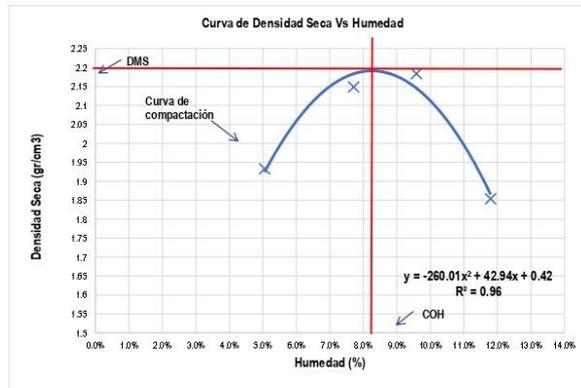
DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

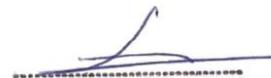
Cápsula	No	1	6	25	LL2	30	104	W3	43	103	110	115	105
Peso de la cápsula	g	21.6	20.5	21.1	21.7	20.7	46.3	13.7	47.2	47.2	47.1	47.4	47
Peso de la Cáp. + Suelo Húmedo	g	181.3	172.5	162.5	165.2	141.8	157.9	133.6	152.4	149.1	150.1	160.8	145.2
Peso de la Cáp. + Suelo Seco	g	174.3	165.2	155.1	155.1	133.1	149.8	123.1	142.9	140.5	140	149.8	135.6
Peso del Agua	g	7.0	7.3	7.4	10.1	8.7	8.1	10.5	9.5	8.6	10.1	11.0	9.6
Peso del Suelo Seco	g	152.7	144.7	134.0	133.4	112.4	103.5	109.4	95.7	93.3	92.9	102.4	88.6
Contenido de Humedad	%	4.6%	5.0%	5.5%	7.6%	7.7%	7.8%	9.6%	9.9%	9.2%	10.9%	10.7%	10.8%
Contenido de Humedad Promedio	%	5.1%		7.7%			9.6%			10.8%			

TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	p _{seca}
1	5.1%	1.9325
2	7.7%	2.1487
3	9.6%	2.1834
4	11.8%	1.8534

DMS	2.20
COH	8.20%
R2	0.960




CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 115764

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115-2000**

Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 09		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h):	8.0

DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10564	11235	11475	10759
Peso del Molde	g	6346	6334	6424	6340
Peso de la Muestra Compacta	g	4218	4901	5051	4419
Densidad Húmeda	g/cm3	1.9984	2.322	2.3931	2.0936
Densidad Seca (P _{seca})	g/cm3	1.9032	2.15189	2.1749	1.8637

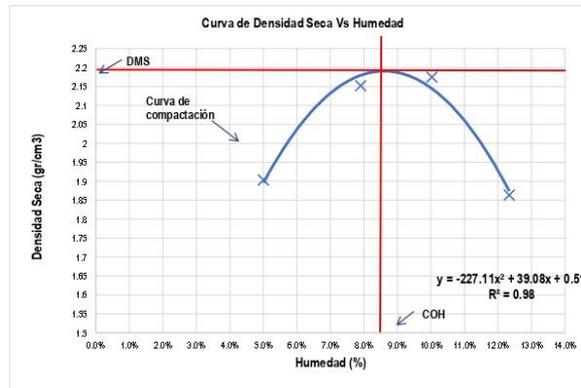
DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	11	107	32	W1	117	100	31	100	41	A7	B1	22
Peso de la cápsula	g	20.6	47.3	21.6	9.9	46.8	47.5	21.7	47.5	47.3	10.2	11.4	21
Peso de la Cáps. + Suelo Húmedo	g	141.9	144.1	152.4	111.1	154.5	157.9	139.9	142	149.3	146.6	136.5	132.5
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	136.2	139.4	146.2	103.8	146.5	149.8	129	133.3	140.2	132.8	122.2	119.8
Peso del Agua	g	5.7	4.7	6.2	7.3	8.0	8.1	10.9	8.7	9.1	13.8	14.3	12.7
Peso del Suelo Seco	g	115.6	92.1	124.6	93.9	99.7	102.3	107.3	85.8	92.9	122.6	110.8	98.8
Contenido de Humedad	%	4.9%	5.1%	5.0%	7.8%	8.0%	7.9%	10.2%	10.1%	9.8%	11.3%	12.9%	12.9%
Contenido de Humedad Promedio	%	5.0%			7.9%			10.0%			12.3%		

TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	P _{seca}
1	5.0%	1.9032
2	7.9%	2.1519
3	10.0%	2.1749
4	12.3%	1.8637

DMS	2.19
COH	8.50%
R2	0.980



CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 115764

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
MTC E 115-2000**

Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 8		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10584	11220	11311	10716
Peso del Molde	g	6424	6344	6354	6340
Peso de la Muestra Compacta	g	4160	4876	4967	4376
Densidad Húmeda	g/cm3	1.9709	2.31016	2.3485	2.0733
Densidad Seca (p _{seca})	g/cm3	1.8822	2.15011	2.1339	1.8384

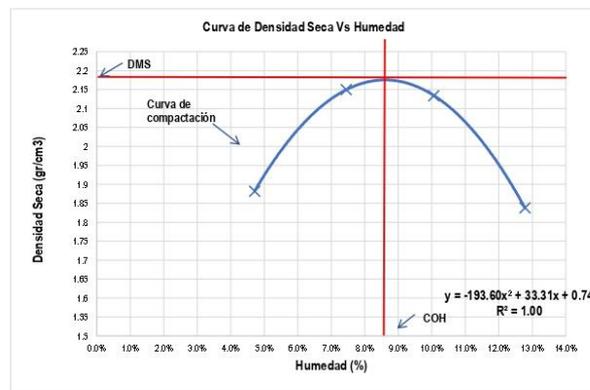
DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	X1	32	27	W1	W3	LL1	48	M-04	25	A14	O7	PO6
Peso de la cápsula	g	10	21.6	21	9.9	13.7	21.3	47.7	12.2	21.1	9.7	20.5	10
Peso de la Cáp. + Suelo Húmedo	g	116.8	126.7	122.5	113.6	137.6	152.9	156.7	119.6	126.3	128.2	147.6	122.5
Peso de la Cáp. + Suelo Seco	g	112.2	121.8	117.9	106.5	128.9	143.8	146.5	109.8	116.9	114.7	133	110
Peso del Agua	g	4.6	4.9	4.6	7.1	8.7	9.1	10.2	9.8	9.4	13.5	14.6	12.5
Peso del Suelo Seco	g	102.2	100.2	96.9	96.6	115.2	122.5	98.8	97.6	95.8	105.0	112.5	100.0
Contenido de Humedad	%	4.5%	4.9%	4.7%	7.3%	7.6%	7.4%	10.3%	10.0%	9.8%	12.9%	13.0%	12.5%
Contenido de Humedad Promedio	%	4.7%		7.4%			10.1%			12.8%			

TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	p _{seca}
1	4.7%	1.8822
2	7.4%	2.1501
3	10.1%	2.1339
4	12.8%	1.8384

DMS	2.18
COH	8.60%
R2	1.000




CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg CIP N° 115764

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Comejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 7		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

+ DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10498	11190	11080	10699
Peso del Molde	g	6430	6248	6328	6344
Peso de la Muestra Compacta	g	4068	4942	4752	4355
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.927	2.341	2.251	2.063
Densidad Seca (pseca)	g/cm ³	1.841	2.201	2.035	1.821

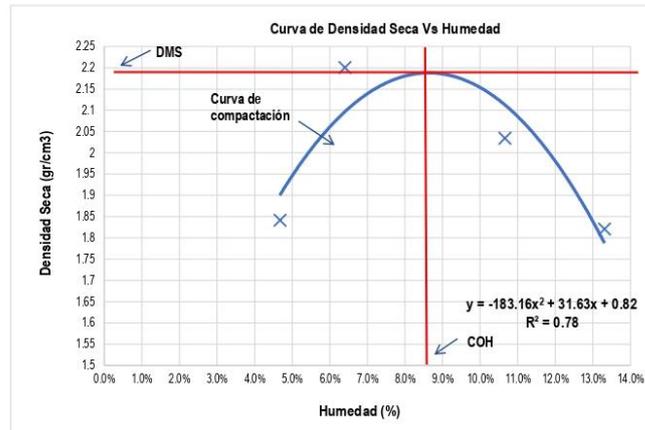
+ DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	30	109	46	109	12	M-02	25	5	17	118	M1	A7
Peso de la cápsula	g	20.7	47.5	47.9	47.5	20.7	11.9	21.1	20.7	20.3	49.3	11.7	10.2
Peso de la Cáps. + Suelo Humedo	g	117.5	141.2	146.5	132.2	119.1	124	142.6	135.7	129.1	165.9	141.6	128.2
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	113.5	136.9	141.9	127.2	113.2	117.1	131.5	124.5	118.2	152.4	126.5	114
Peso del Agua	g	4.0	4.3	4.6	5.0	5.9	6.9	11.1	11.2	10.9	13.5	15.1	14.2
Peso del Suelo Seco	g	92.8	89.4	94.0	79.7	92.5	105.2	110.4	103.8	97.9	103.1	114.8	103.8
Contenido de Humedad	%	4.3%	4.8%	4.9%	6.3%	6.4%	6.6%	10.1%	10.8%	11.1%	13.1%	13.2%	13.7%
Contenido de Humedad Promedio	%	4.7%			6.4%			10.7%			13.3%		

+ TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	pseca
1	4.7%	1.8413
2	6.4%	2.2005
3	10.7%	2.0345
4	13.3%	1.821

DMS	2.19
COH	8.50%
R2	0.780



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Comejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 6		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

+ DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10431	11297	11498	10789
Peso del Molde	g	6344	6430	6424	6248
Peso de la Muestra Compacta	g	4087	4867	5074	4541
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.936	2.306	2.404	2.151
Densidad Seca (pseca)	g/cm ³	1.858	2.136	2.187	1.912

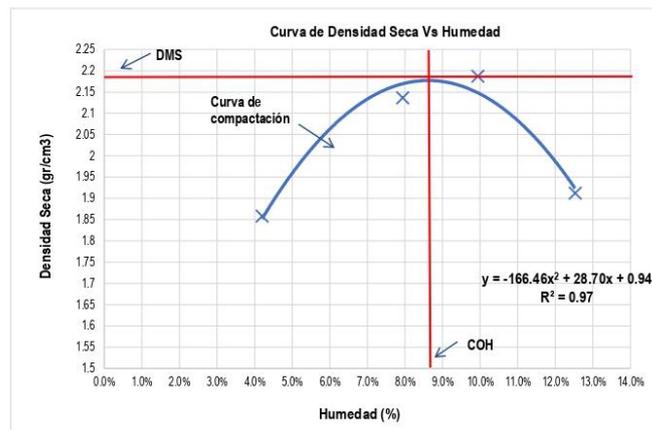
+ DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	LL2	O7	W2	PQ3	100	30	108	27	A7	112	43	25
Peso de la cápsula	g	21.7	20.5	10	9.8	47.5	47.7	47.9	21	10.2	46.7	47.2	21.1
Peso de la Cáps. + Suelo Húmedo	g	110.8	115.6	117.2	100.6	130.5	127.3	158.9	124.7	118.7	144.8	141	125.5
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	107.8	112.2	111.7	95.3	124.8	119.9	147.8	114.2	111.2	133.1	129.3	116.2
Peso del Agua	g	3.0	3.4	5.5	5.3	5.7	7.4	11.1	10.5	7.5	11.7	11.7	9.3
Peso del Suelo Seco	g	86.1	91.7	101.7	85.5	77.3	72.2	99.9	93.2	101.0	86.4	82.1	95.1
Contenido de Humedad	%	3.5%	3.7%	5.4%	6.2%	7.4%	10.2%	11.1%	11.3%	7.4%	13.5%	14.3%	9.8%
Contenido de Humedad Promedio	%	4.2%		7.9%			9.9%		12.5%				

+ TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	pseca
1	4.2%	1.8583
2	7.9%	2.1363
3	9.9%	2.1867
4	12.5%	1.912

DMS	2.18
COH	8.70%
R2	0.980



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Comejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 5		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

+ DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10408	11129	11315	10789
Peso del Molde	g	6284	6424	6334	6248
Peso de la Muestra Compacta	g	4124	4705	4981	4541
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.954	2.229	2.360	2.151
Densidad Seca (pseca)	g/cm ³	1.858	2.080	2.156	1.932

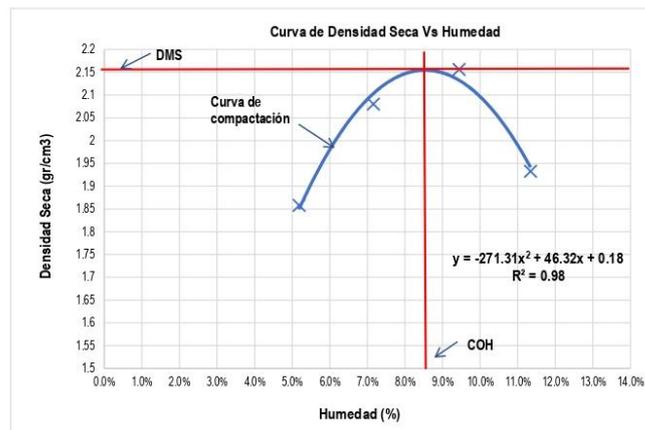
+ DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	A18	W1	45	30	17	48	112	43	25	1	703	22
Peso de la cápsula	g	11	9.9	47.2	20.7	20.3	47.7	46.7	47.2	21.1	21.6	20.8	21
Peso de la Cáp. + Suelo Húmedo	g	99.6	103.6	121.5	127.1	121.3	133.8	135.8	118.1	114.7	124.3	122.9	123.5
Peso de la Cáp. + Suelo Seco	g	95.3	99.3	116.8	119.5	116.2	125.6	125.8	111.9	106.8	116.5	112.6	115.6
Peso del Agua	g	4.3	4.3	4.7	7.6	5.1	8.2	10.0	6.2	7.9	7.8	10.3	7.9
Peso del Suelo Seco	g	84.3	77.7	95.8	108.5	69.0	115.7	105.1	64.7	85.7	68.8	91.8	68.9
Contenido de Humedad	%	5.1%	5.5%	4.9%	7.0%	7.4%	7.1%	9.5%	9.6%	9.2%	11.3%	11.2%	11.5%
Contenido de Humedad Promedio	%	5.2%		7.2%			9.4%			11.3%			

+ TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	pseca
1	5.2%	1.8576
2	7.2%	2.0802
3	9.4%	2.1564
4	11.3%	1.9323

DMS	2.16
COH	8.70%
R2	0.980



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Comejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 4		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

+ DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10161	10982	11292	10835
Peso del Molde	g	6248	6278	6328	6354
Peso de la Muestra Compacta	g	3913	4704	4964	4481
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.854	2.229	2.352	2.123
Densidad Seca (pseca)	g/cm ³	1.785	2.083	2.146	1.886

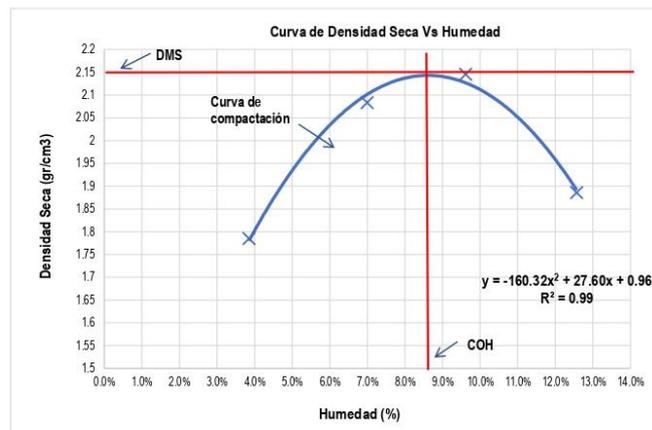
+ DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	A14	O7	701	A7	1	47	116	M-04	M1	X1	120	W1
Peso de la cápsula	g	9.7	20.5	17.5	10.2	21.6	47.2	48.2	12.2	11.7	10.6	47.1	9.9
Peso de la Cáps. + Suelo Húmedo	g	117.6	138.9	127.3	124.4	110.3	135.7	168.1	118.5	118.7	101	129.5	128.5
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	113.9	133.9	123.5	117.1	104.6	129.7	157.7	109.3	109.1	90.8	120.3	115.4
Peso del Agua	g	3.7	5.0	3.8	7.3	5.7	6.0	10.4	9.2	9.6	10.2	9.2	13.1
Peso del Suelo Seco	g	104.2	113.4	106.0	106.9	83.0	82.5	109.5	97.1	97.4	80.2	73.2	105.5
Contenido de Humedad	%	3.6%	4.4%	3.6%	6.8%	6.9%	7.3%	9.5%	9.5%	9.9%	12.7%	12.6%	12.4%
Contenido de Humedad Promedio	%	3.8%			7.0%			9.6%			12.6%		

+ TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	pseca
1	3.8%	1.7852
2	7.0%	2.0831
3	9.6%	2.1457
4	12.6%	1.886

DMS	2.15
COH	8.60%
R2	0.990



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 3		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

*** DATOS DE LA DENSIDAD**

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10171	10989	11184	10850
Peso del Molde	g	6220	6278	6328	6430
Peso de la Muestra Compacta	g	3951	4711	4856	4420
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.872	2.232	2.301	2.094
Densidad Seca (p _{seca})	g/cm ³	1.795	2.074	2.102	1.878

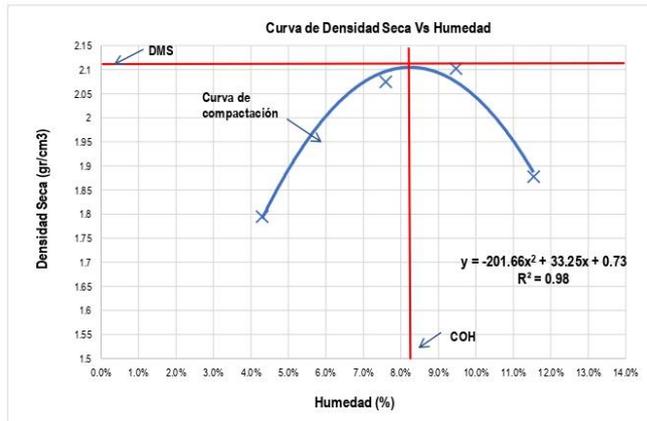
*** DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Cápsula	No	PQ6	105	B4	120	XI	116	25	LL1	41	WI	111	101
Peso de la cápsula	g	10	47	12.5	47.1	10.6	48.2	21.1	21.3	47.3	9.9	48.2	47.3
Peso de la Cáps. + Suelo Humedo	g	178.6	164.2	196.6	184.9	176.8	114.2	159.5	120.6	205.2	113.9	161.8	153.8
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	171.5	159.3	189.3	175.4	165.4	109.3	148.2	111.2	192.1	103.7	150.4	141.9
Peso del Agua	g	7.1	4.9	7.3	9.5	11.4	4.9	11.3	9.4	13.1	10.2	11.4	11.9
Peso del Suelo Seco	g	161.5	112.3	176.8	128.3	154.8	61.1	127.1	89.9	144.8	93.8	102.2	94.6
Contenido de Humedad	%	4.4%	4.4%	4.1%	7.4%	7.4%	8.0%	8.9%	10.5%	9.0%	10.9%	11.2%	12.6%
Contenido de Humedad Promedio	%	4.3%		7.6%			9.5%		11.5%				

*** TABLA RESUMEN**

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	p _{seca}
1	4.3%	1.7948
2	7.6%	2.0744
3	9.5%	2.1018
4	11.5%	1.8775

DMS	2.12
COH	8.20%
R2	0.980



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 2		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc) :	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

*** DATOS DE LA DENSIDAD**

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	10189	10461	11184	10350
Peso del Molde	g	6284	5956	6346	6224
Peso de la Muestra Compacta	g	3905	4505	4838	4126
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.850	2.134	2.292	1.955
Densidad Seca (p _{seca})	g/cm ³	1.786	2.018	2.124	1.752

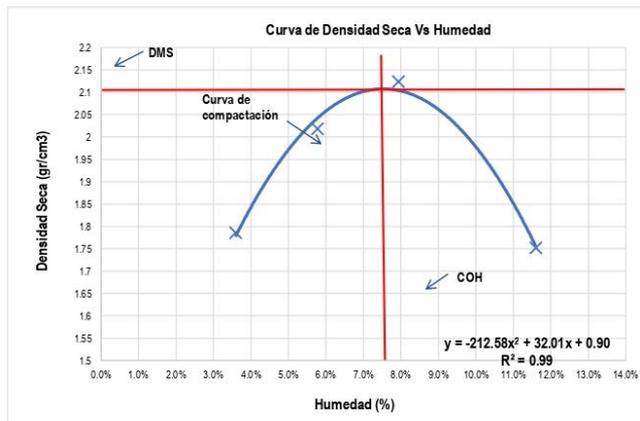
*** DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Cápsula	No	6	703	102	W2	26	114	A7	17	27	108	111	101
Peso de la cápsula	g	20.5	20.8	47.8	10	20.8	47.8	10.2	20.3	21	47.9	48.2	47.3
Peso de la Cáps. + Suelo Humedo	g	187.1	164.8	210.4	215.8	155.6	121.4	189.4	137.5	187.3	138.5	152.3	146.7
Peso de la Cáps. + Suelo Seco	g	181.2	159.9	204.8	204.3	148.2	117.5	176.1	129.3	174.6	129.2	140.9	136.8
Peso del Agua	g	5.9	4.9	5.6	11.5	7.4	3.9	13.3	8.2	12.7	9.3	11.4	9.9
Peso del Suelo Seco	g	160.7	139.1	157.0	194.3	127.4	69.7	165.9	109.0	153.6	81.3	92.7	89.5
Contenido de Humedad	%	3.7%	3.5%	3.6%	5.9%	5.8%	5.6%	8.0%	7.5%	8.3%	11.4%	12.3%	11.1%
Contenido de Humedad Promedio	%	3.6%		5.8%			7.9%		11.6%				

*** TABLA RESUMEN**

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	p _{seca}
1	3.6%	1.786
2	5.8%	2.0179
3	7.9%	2.1236
4	11.6%	1.7516

DMS	2.10
COH	7.50%
R2	0.950



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 1		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h)	8.0

*** DATOS DE LA DENSIDAD**

Ensayo	No	1	2	3	4
Peso del Molde y Muestra	g	9789	10287	10870	10350
Peso del Molde	g	5954	5956	6346	6220
Peso de la Muestra Compacta	g	3835	4331	4524	4130
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.81695	2.05194	2.1434	1.9567
Densidad Seca (p _{seca})	g/cm ³	1.76594	1.95384	1.952	1.7479

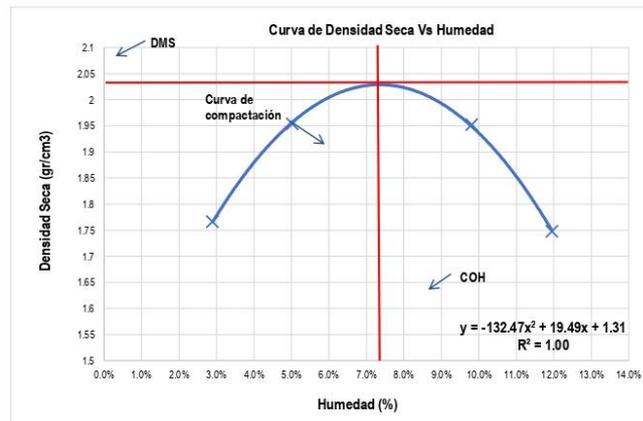
*** DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Cápsula	No	Q3	A7	4	W2	6	W3	5	116	B2	4	31	25
Peso de la cápsula	g	9.8	10.2	20.3	10	21.9	13.7	20.7	48.2	21	21.2	21.7	21.1
Peso de la Cáp. + Suelo Humedo	g	186	164	207.8	215.8	155.6	121.4	189.4	136.7	187.3	138.5	152.3	146.9
Peso de la Cáp. + Suelo Seco	g	181.5	159.9	201.8	206.5	149.8	115.5	176.1	127.3	173.6	125.2	138.9	133.8
Peso del Agua	g	4.5	4.1	6.0	9.3	5.8	5.9	13.3	9.4	13.7	13.3	13.4	13.1
Peso del Suelo Seco	g	171.7	149.7	181.5	196.5	127.9	101.8	155.4	79.1	152.6	104.0	117.2	112.7
Contenido de Humedad	%	2.6%	2.7%	3.3%	4.7%	4.5%	5.8%	8.6%	11.9%	9.0%	12.8%	11.4%	11.6%
Contenido de Humedad Promedio	%	2.9%		5.0%		9.8%		11.9%					

*** TABLA RESUMEN**

N° del ensayo Proctor Modificado	CONTENIDO	
	W	p _{seca}
1	2.9%	1.7659
2	5.0%	1.9538
3	9.8%	1.952
4	11.9%	1.7479

DMS	2.03
COH	7.20%
R2	1.000



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
MTC E 115-2000			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo, Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 0		

Altura de Molde (cm):	11.618
Diametro de Molde (cm):	15.209
Volumen del molde (cc):	2110.68
Tiempo de reposo (h):	8.0

+ DATOS DE LA DENSIDAD

Ensayo	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	g	10482	10440	10740	11056	10800
Peso del Molde	g	6430	6158	6226	6480	6356
Peso de la Muestra Compacta	g	4052	4282	4514	4576	4444
Densidad Húmeda	g/cm ³	1.92	2.029	2.139	2.168	2.105
Densidad Seca	g/cm ³	1.843	1.878	1.907	1.921	1.819

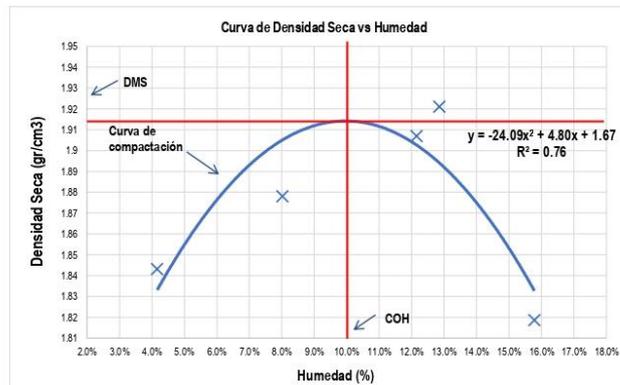
+ DATOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Cápsula	No	35	23	12	LL2	17	11	30	18	7	6	32	5	7	6	5
Peso de la cápsula	g	20.4	20.4	20.6	21.2	20.7	21.4	20.6	20.4	21.3	20.1	21.5	20.9	20.9	20.6	20.9
Peso de la Cáp. + Suelo Húmedo	g	189.7	187.7	210.5	182.4	160.4	201.0	153.1	155.1	209.0	173.2	170.4	189.3	196.1	188.4	187.0
Peso de la Cáp. + Suelo Seco	g	182.6	181.0	203.3	171.6	149.3	187.3	139.0	140.0	189.0	155.6	153.6	170.1	171.9	164.7	165.5
Peso del Agua	g	7.1	6.7	7.2	10.8	11.1	13.7	14.1	15.1	20.0	17.6	16.8	19.2	24.2	23.7	21.5
Peso del Suelo Seco	g	162.2	160.6	182.7	150.4	128.6	165.9	118.4	119.6	167.7	135.5	132.1	149.2	151.0	144.1	144.6
Contenido de Humedad	%	4.4%	4.2%	3.9%	7.2%	8.6%	8.3%	11.9%	12.6%	11.9%	13.0%	12.7%	12.9%	16.0%	16.4%	14.9%
Contenido de Humedad Promedio	%	4.2%		8.0%		12.2%		12.9%		15.8%						

+ TABLA RESUMEN

N° del ensayo Proctor Modificado	w	g
1	4.2%	1.843
2	8.0%	1.878
3	12.2%	1.907
4	12.9%	1.921
5	15.8%	1.819

DMS	1.914
COH	10.00%
R2	0.760



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marccelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 11		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.24
Optimo Contenido de Humedad (%) :	7.8

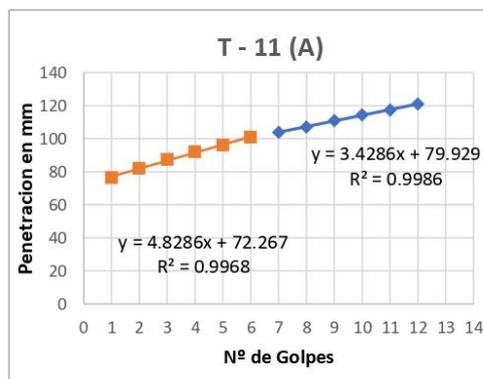
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm3)	2.14	2.23	2.23
Contenido de Humedad (%) :	7.7	7.8	7.2

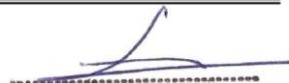
+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
Oed	6.95	70	-	
1	7.65	77	7	33.0
2	8.20	82	6	43.3
3	8.75	88	6	43.3
4	9.20	92	5	54.2
5	9.60	96	4	61.8
6	10.10	101	5	48.1
7	10.40	104	3	85.3
8	10.70	107	3	85.3
9	11.10	111	4	61.8
10	11.45	115	4	71.8
11	11.75	118	3	85.3
12	12.10	121	4	71.8
13	12.50	125	4	61.8

N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.83	101	62.06
2	3.27	125	



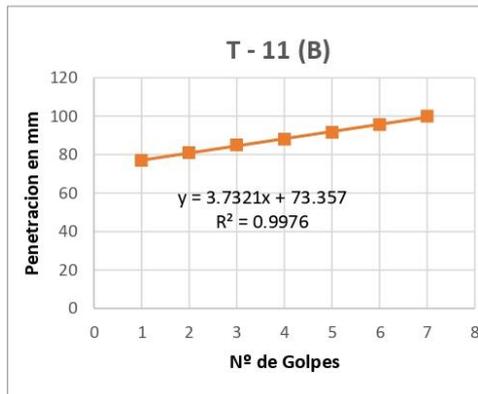
Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 115764

+ DATOS DE CBR MOLDE B

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
Oed	7.20	72	-	
1	7.70	77	5	48.1
2	8.10	81	4	61.8
3	8.50	85	4	61.8
4	8.80	88	3	85.3
5	9.15	92	4	71.8
6	9.55	96	4	61.8
7	10.00	100	5	54.2

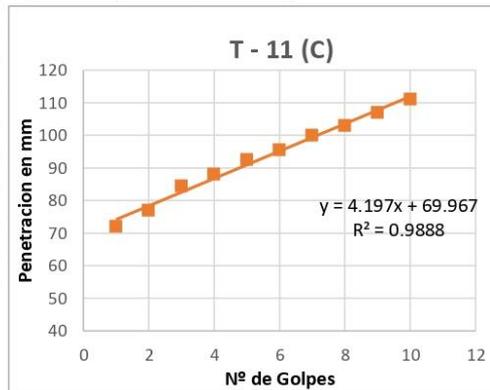
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.7	100	63.55



+ DATOS DE CBR MOLDE C

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
Oed	5.65	57	-	
1	7.20	72	16	13.6
2	7.70	77	5	48.1
3	8.45	85	8	30.6
4	8.80	88	4	71.8
5	9.25	93	5	54.2
6	9.55	96	3	85.3
7	10.00	100	5	54.2
8	10.30	103	3	85.3
9	10.70	107	4	61.8
10	11.10	111	4	61.8

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.35	96	56.67
2	4	111	



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764



**ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.)
ASTM D6951 - 03**

Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 10		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.20
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.2

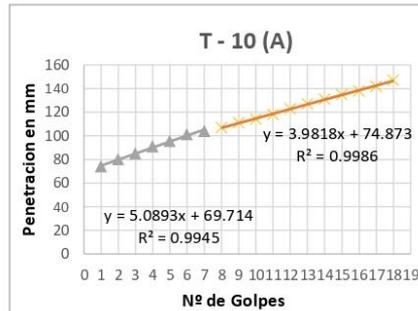
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm³)	2.21	2.18	2.19
Contenido de Humedad (%) :	8.1	8.5	8.1

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.60	66	-	
1	7.40	74	8	28.4
2	8.00	80	6	39.3
3	8.50	85	5	48.1
4	9.10	91	6	39.3
5	9.55	96	5	54.2
6	10.10	101	6	43.3
7	10.40	104	3	85.3
8	10.70	107	3	85.3
9	11.10	111	4	61.8
10	11.40	114	3	85.3
11	11.80	118	4	61.8
12	12.30	123	5	48.1
13	12.70	127	4	61.8
14	13.10	131	4	61.8
15	13.50	135	4	61.8
16	13.80	138	3	85.3
17	14.20	142	4	61.8
18	14.70	147	5	48.1

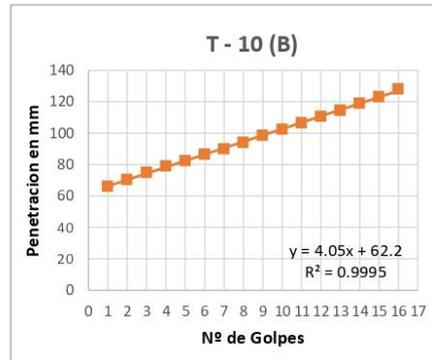
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.09	104	58.94
2	3.98	147	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.20	62	-	
1	6.60	66	4	61.8
2	7.05	71	5	54.2
3	7.50	75	5	54.2
4	7.90	79	4	61.8
5	8.25	83	4	71.8
6	8.65	87	4	61.8
7	9.00	90	4	71.8
8	9.40	94	4	61.8
9	9.85	99	5	54.2
10	10.25	103	4	61.8
11	10.65	107	4	61.8
12	11.05	111	4	61.8
13	11.45	115	4	61.8
14	11.90	119	5	54.2
15	12.30	123	4	61.8
16	12.80	128	5	48.1

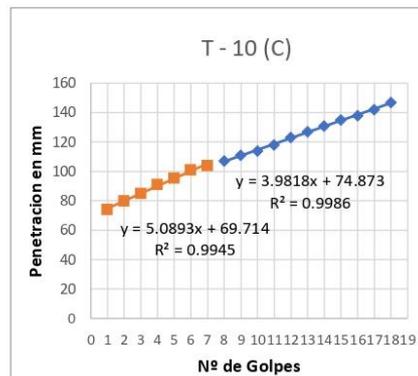
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.05	102	60.29



+ DATOS DE CBR MOLDE C

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.6	66	-	
1	7.4	74	8	28.4
2	8.0	80	6	39.3
3	8.5	85	5	48.1
4	9.1	91	6	39.3
5	9.6	96	5	54.2
6	10.1	101	6	43.3
7	10.4	104	3	85.3
8	10.7	107	3	85.3
9	11.1	111	4	61.8
10	11.4	114	3	85.3
11	11.8	118	4	61.8
12	12.3	123	5	48.1
13	12.7	127	4	61.8
14	13.1	131	4	61.8
15	13.5	135	4	61.8
16	13.8	138	3	85.3
17	14.2	142	4	61.8
18	14.7	147	5	48.1

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.09	104	58.94
2	3.98	147	



ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS		
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 9		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.19
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.5

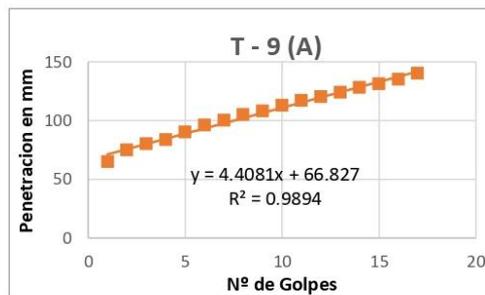
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm³)	2.17	2.18	2.19
Contenido de Humedad (%) :	8.6	8.7	8.5

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.00	60	-	
1	6.50	65	5	48.1
2	7.50	75	10	22.2
3	8.00	80	5	48.1
4	8.35	84	4	71.8
5	9.00	90	7	35.9
6	9.60	96	6	39.3
7	10.00	100	4	61.8
8	10.50	105	5	48.1
9	10.80	108	3	85.3
10	11.30	113	5	48.1
11	11.70	117	4	61.8
12	12.00	120	3	85.3
13	12.40	124	4	61.8
14	12.80	128	4	61.8
15	13.10	131	3	85.3
16	13.50	135	4	61.8
17	14.00	140	5	48.1

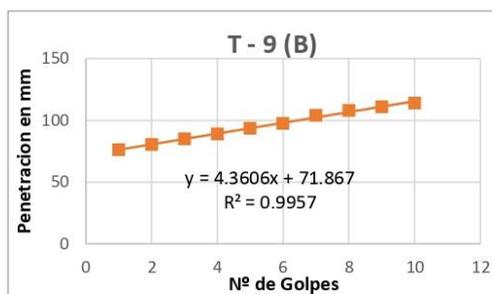
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.04	140	57.34



+ DATOS DE CBR MOLDE B

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.15	72	-	
1	7.60	76	5	54.2
2	8.05	81	5	54.2
3	8.50	85	5	54.2
4	8.90	89	4	61.8
5	9.35	94	5	54.2
6	9.75	98	4	61.8
7	10.40	104	7	35.9
8	10.80	108	4	61.8
9	11.10	111	3	85.3
10	11.40	114	3	85.3

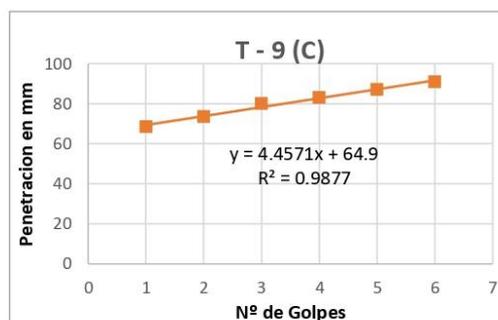
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	3.8	114	60.86



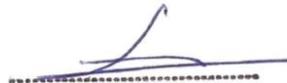
+ DATOS DE CBR MOLDE C

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.50	65	-	
1	6.85	69	4	71.8
2	7.35	74	5	48.1
3	8.00	80	7	35.9
4	8.30	83	3	85.3
5	8.70	87	4	61.8
6	9.10	91	4	61.8

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.46	91	60.79



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764



ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 8		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.18
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.6

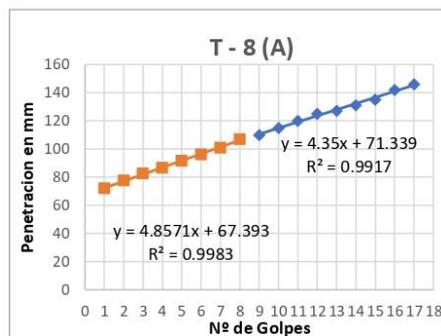
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.17	2.12	2.25
Contenido de Humedad (%) :	8.5	8.8	8.6

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.40	64	-	
1	7.20	72	8	28.4
2	7.75	78	6	43.3
3	8.25	83	5	48.1
4	8.65	87	4	61.8
5	9.15	92	5	48.1
6	9.60	96	5	54.2
7	10.10	101	5	48.1
8	10.70	107	6	39.3
9	11.00	110	3	85.3
10	11.50	115	5	48.1
11	12.00	120	5	48.1
12	12.50	125	5	48.1
13	12.70	127	2	134.3
14	13.10	131	4	61.8
15	13.50	135	4	61.8
16	14.20	142	7	33.0
17	14.60	146	4	61.8

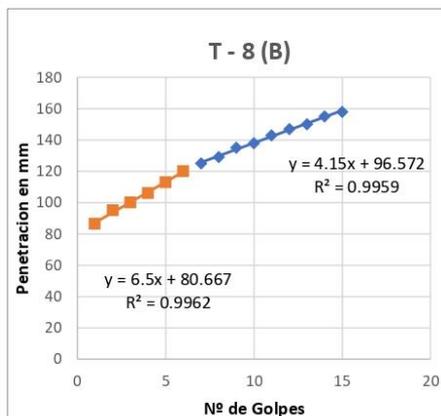
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.86	107	56.11
2	3.52	146	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	8.00	80	-	
1	8.65	87	7	35.9
2	9.50	95	9	26.6
3	10.00	100	5	48.1
4	10.60	106	6	39.3
5	11.30	113	7	33.0
6	12.00	120	7	33.0
7	12.50	125	5	48.1
8	12.90	129	4	61.8
9	13.50	135	6	39.3
10	13.80	138	3	85.3
11	14.30	143	5	48.1
12	14.70	147	4	61.8
13	15.00	150	3	85.3
14	15.50	155	5	48.1
15	15.80	158	3	85.3

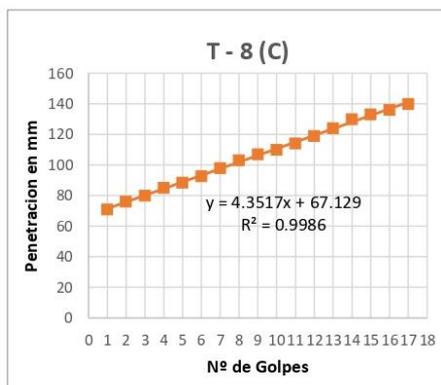
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.5	120	51.94
2	4.15	158	



+ DATOS DE CBR MOLDE C

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.45	65	-	
1	7.10	71	7	35.9
2	7.60	76	5	48.1
3	8.00	80	4	61.8
4	8.50	85	5	48.1
5	8.85	89	4	71.8
6	9.25	93	4	61.8
7	9.80	98	6	43.3
8	10.30	103	5	48.1
9	10.70	107	4	61.8
10	11.00	110	3	85.3
11	11.40	114	4	61.8
12	11.90	119	5	48.1
13	12.40	124	5	48.1
14	13.00	130	6	39.3
15	13.30	133	3	85.3
16	13.60	136	3	85.3
17	14.00	140	4	61.8

N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.3	140	58.58





ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 7		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm ³)	2.19
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.5

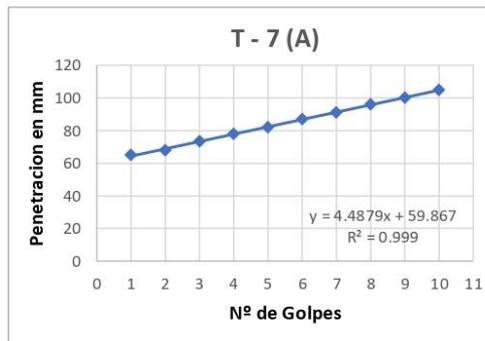
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.15	2.19	2.19
Contenido de Humedad (%) :	8.8	8.5	8.5

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.00	60	-	
1	6.50	65	5	48.1
2	6.80	68	3	85.3
3	7.35	74	6	43.3
4	7.80	78	5	54.2
5	8.20	82	4	61.8
6	8.70	87	5	48.1
7	9.10	91	4	61.8
8	9.60	96	5	48.1
9	10.00	100	4	61.8
10	10.50	105	5	48.1
11	11.05	111	6	43.3
12	11.45	115	4	61.8

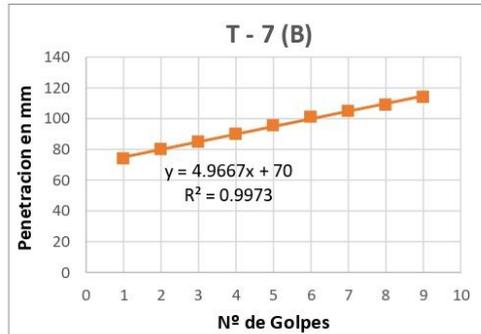
N° DE INDICE S	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.61	114	55.49



+ DATOS DE CBR MOLDE B

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.90	69	-	
1	7.40	74	5	48.1
2	8.00	80	6	39.3
3	8.50	85	5	48.1
4	9.00	90	5	48.1
5	9.55	96	6	43.3
6	10.10	101	6	43.3
7	10.50	105	4	61.8
8	10.90	109	4	61.8
9	11.40	114	5	48.1
10	11.80	118	4	61.8
11	12.20	122	4	61.8
12	12.80	128	6	39.3

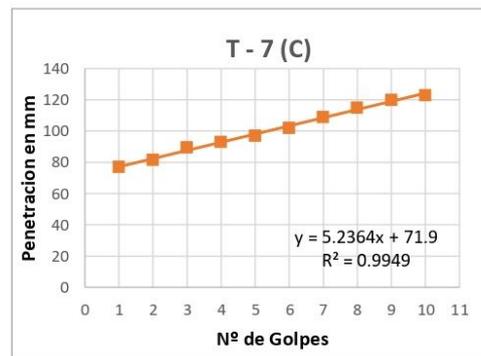
N° DE INDICE S	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.97	128	50.41



+ DATOS DE CBR MOLDE C

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.00	70	-	
1	7.70	77	7	33.0
2	8.15	82	5	54.2
3	8.95	90	8	28.4
4	9.30	93	4	71.8
5	9.70	97	4	61.8
6	10.20	102	5	48.1
7	10.90	109	7	33.0
8	11.50	115	6	39.3
9	12.00	120	5	48.1
10	12.30	123	3	85.3

N° DE INDICE S	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.24	123	50.31



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO REICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Comejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 6		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.18
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.7

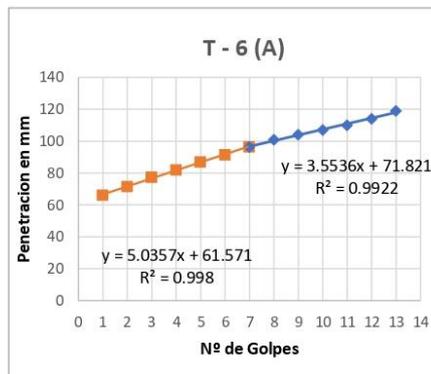
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm³)	2.13	2.19	2.21
Contenido de Humedad (%) :	8.7	8.8	7.7

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.10	61	-	
1	6.60	66	5	48.1
2	7.15	72	6	43.3
3	7.75	78	6	39.3
4	8.20	82	5	54.2
5	8.70	87	5	48.1
6	9.15	92	5	54.2
7	9.65	97	5	48.1
8	10.10	101	5	54.2
9	10.40	104	3	85.3
10	10.70	107	3	85.3
11	11.00	110	3	85.3
12	11.40	114	4	61.8
13	11.90	119	5	48.1
14	12.20	122	3	85.3
15	12.60	126	4	61.8
16	13.00	130	4	61.8
17	13.40	134	4	61.8
18	13.80	138	4	61.8
19	14.20	142	4	61.8

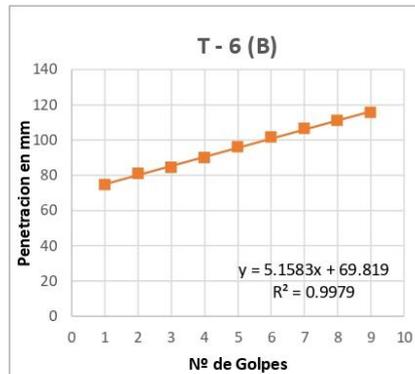
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.03	97	52.8
2	3.55	142	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.95	70	-	
1	7.45	75	5	48.1
2	8.10	81	7	35.9
3	8.45	85	4	71.8
4	9.00	90	6	43.3
5	9.60	96	6	39.3
6	10.15	102	6	43.3
7	10.65	107	5	48.1
8	11.10	111	5	54.2
9	11.55	116	5	54.2

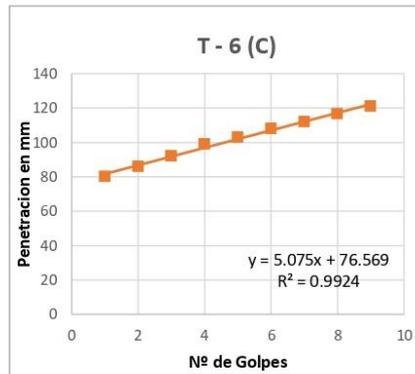
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.16	116	48.7



+ DATOS DE CBR MOLDE C

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.50	75	-	
1	8.00	80	5	48.1
2	8.60	86	6	39.3
3	9.20	92	6	39.3
4	9.90	99	7	33.0
5	10.30	103	4	61.8
6	10.80	108	5	48.1
7	11.20	112	4	61.8
8	11.65	117	5	54.2
9	12.10	121	5	54.2

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.07	121	48.9



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 5		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.16
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.8

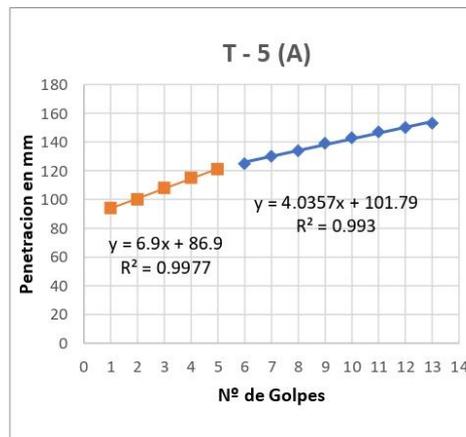
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm3)	2.16	2.15	2.2
Contenido de Humedad (%) :	8.5	8.8	8.8

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	8.70	87	-	
1	9.40	94	7	33.0
2	10.00	100	6	39.3
3	10.80	108	8	28.4
4	11.50	115	7	33.0
5	12.10	121	6	39.3
6	12.50	125	4	61.8
7	13.00	130	5	48.1
8	13.40	134	4	61.8
9	13.90	139	5	48.1
10	14.30	143	4	61.8
11	14.70	147	4	61.8
12	15.00	150	3	85.3
13	15.30	153	3	85.3

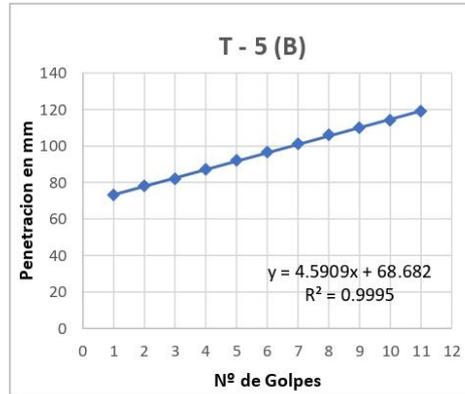
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.9	121	52.86
2	4.03	153	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.90	69	-	
1	7.30	73	4	61.8
2	7.80	78	5	48.1
3	8.20	82	4	61.8
4	8.70	87	5	48.1
5	9.20	92	5	48.1
6	9.65	97	5	54.2
7	10.10	101	5	54.2
8	10.60	106	5	48.1
9	11.00	110	4	61.8
10	11.40	114	4	61.8
11	11.90	119	5	48.1

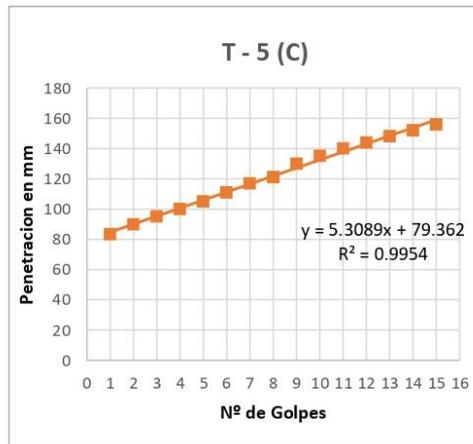
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.59	119	54.21



+ DATOS DE CBR MOLDE C

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.75	78		
1	8.35	84	6	39.3
2	9.00	90	7	35.9
3	9.50	95	5	48.1
4	10.00	100	5	48.1
5	10.50	105	5	48.1
6	11.10	111	6	39.3
7	11.70	117	6	39.3
8	12.10	121	4	61.8
9	13.00	130	9	24.9
10	13.50	135	5	48.1
11	14.00	140	5	48.1
12	14.40	144	4	61.8
13	14.80	148	4	61.8
14	15.20	152	4	61.8
15	15.60	156	4	61.8

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.31	156	48.56



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 4		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.15
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.6

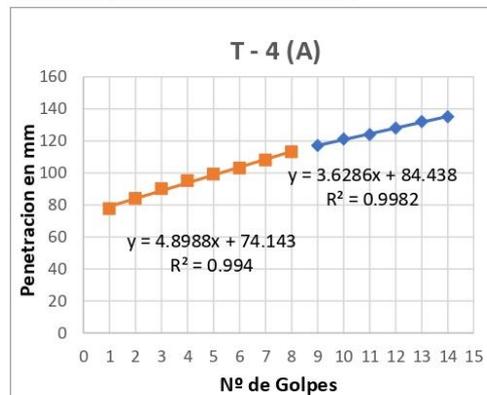
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm³)	2.13	2.14	2.19
Contenido de Humedad (%) :	8.6	8.6	8.2

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.10	71	-	
1	7.75	78	7	35.9
2	8.40	84	7	35.9
3	9.00	90	6	39.3
4	9.50	95	5	48.1
5	9.90	99	4	61.8
6	10.30	103	4	61.8
7	10.80	108	5	48.1
8	11.30	113	5	48.1
9	11.70	117	4	61.8
10	12.10	121	4	61.8
11	12.40	124	3	85.3
12	12.80	128	4	61.8
13	13.20	132	4	61.8
14	13.50	135	3	85.3

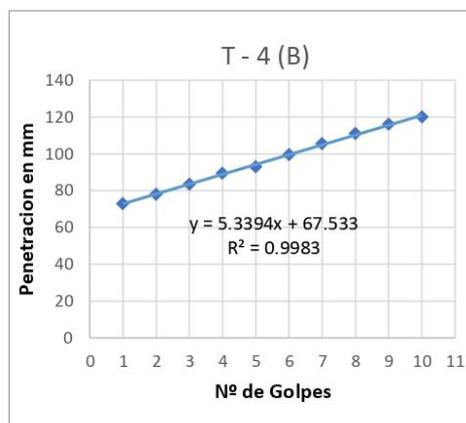
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	4.89	113	50.27
2	3.63	135	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.80	68	-	
1	7.30	73	5	48.1
2	7.80	78	5	48.1
3	8.35	84	6	43.3
4	8.95	90	6	39.3
5	9.30	93	4	71.8
6	9.95	100	7	35.9
7	10.55	106	6	39.3
8	11.10	111	6	43.3
9	11.60	116	5	48.1
10	12.00	120	4	61.8

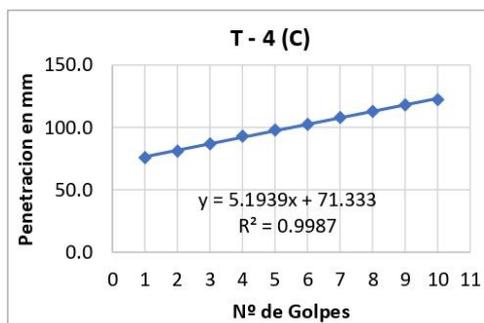
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.34	120	47.90



+ DATOS DE CBR MOLDE C

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.10	71.0	-	
1	7.60	76.0	5	48.1
2	8.10	81.0	5	48.1
3	8.70	87.0	6	39.3
4	9.30	93.0	6	39.3
5	9.80	98.0	5	48.1
6	10.25	102.5	5	54.2
7	10.80	108.0	6	43.3
8	11.30	113.0	5	48.1
9	11.80	118.0	5	48.1
10	12.25	122.5	5	54.2

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.19	122.5	47.08



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 3		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.12
Optimo Contenido de Humedad (%) :	8.2

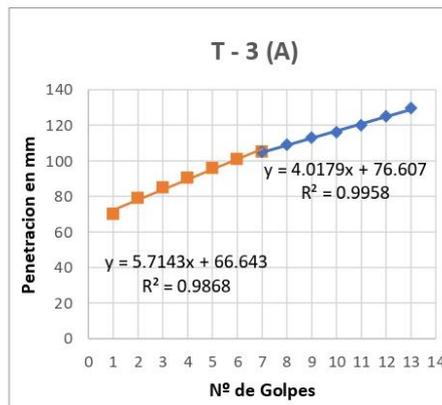
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm3)	2.12	2.09	2.09
Contenido de Humedad (%) :	8.9	8.3	8.3

+ DATOS DE CBR MOLDE A

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	5.55	56	-	
1	7.00	70	15	14.6
2	7.90	79	9	24.9
3	8.50	85	6	39.3
4	9.05	91	6	43.3
5	9.60	96	6	43.3
6	10.10	101	5	48.1
7	10.50	105	4	61.8
8	10.90	109	4	61.8
9	11.30	113	4	61.8
10	11.60	116	3	85.3
11	12.00	120	4	61.8
12	12.50	125	5	48.1
13	12.95	130	5	54.2
14	13.40	134	5	54.2
15	13.85	139	5	54.2

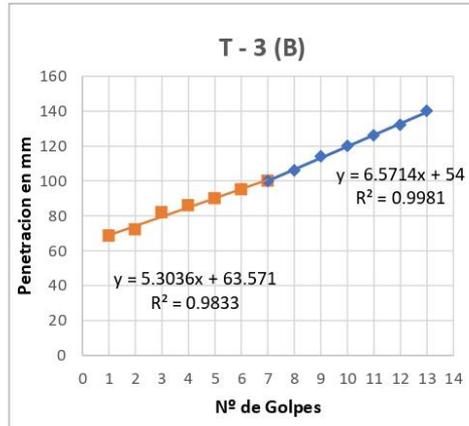
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.71	105	49.87
2	4.02	139	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	5.80	58	-	
1	6.85	69	11	21.0
2	7.20	72	4	71.8
3	8.20	82	10	22.2
4	8.60	86	4	61.8
5	9.00	90	4	61.8
6	9.50	95	5	48.1
7	10.00	100	5	48.1
8	10.60	106	6	39.3
9	11.40	114	8	28.4
10	12.00	120	6	39.3
11	12.60	126	6	39.3
12	13.20	132	6	39.3
13	14.00	140	8	28.4

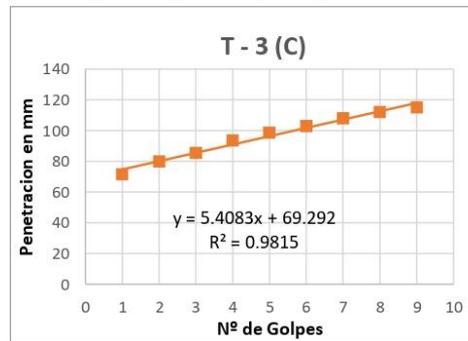
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.3	100	42.21
2	6.57	140	



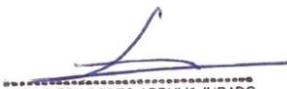
+ DATOS DE CBR MOLDE C

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	5.95	60	-	
1	7.15	72	12	18.1
2	8.00	80	9	26.6
3	8.55	86	6	43.3
4	9.35	94	8	28.4
5	9.85	99	5	48.1
6	10.30	103	5	54.2
7	10.80	108	5	48.1
8	11.20	112	4	61.8
9	11.50	115	3	85.3

Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	5.4	115	45.99



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	21/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 2		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.10
Optimo Contenido de Humedad (%) :	7.5

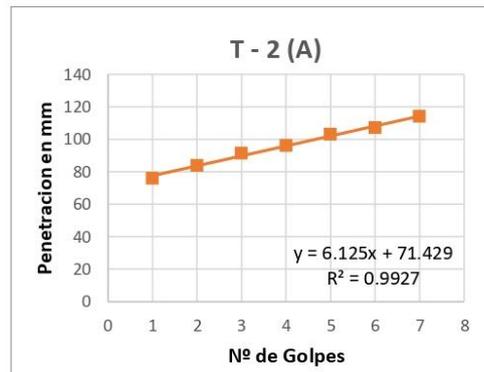
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm3)	2.06	2.15	2.06
Contenido de Humedad (%) :	7.7	7.4	7.6

+ DATOS DE CBR MOLDE A

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.90	69	-	
1	7.60	76	7	33.0
2	8.40	84	8	28.4
3	9.15	92	8	30.6
4	9.60	96	5	54.2
5	10.30	103	7	33.0
6	10.70	107	4	61.8
7	11.40	114	7	33.0

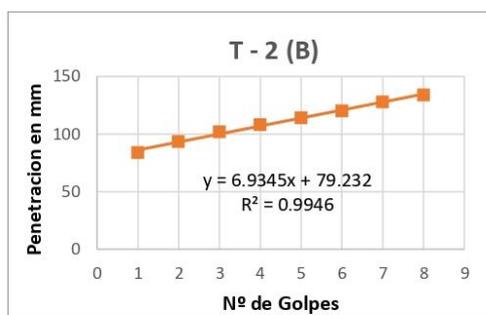
Nº DE INDICE S	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.12	114	39.15



+ DATOS DE CBR MOLDE B

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	7.80	78	-	
1	8.40	84	6	39.3
2	9.35	94	10	23.5
3	10.20	102	9	26.6
4	10.80	108	6	39.3
5	11.40	114	6	39.3
6	12.00	120	6	39.3
7	12.80	128	8	28.4
8	13.40	134	6	39.3

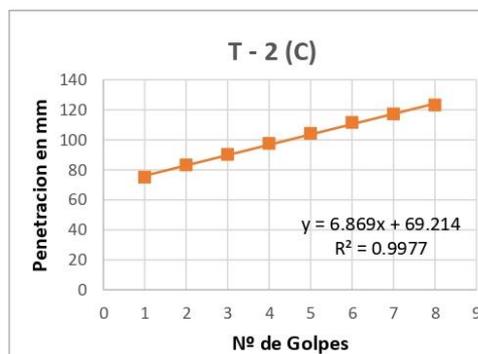
Nº DE INDICE S	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.93	134	34.34



+ DATOS DE CBR MOLDE C

Nº of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.80	68	-	
1	7.50	75	7	33.0
2	8.30	83	8	28.4
3	9.00	90	7	33.0
4	9.75	98	8	30.6
5	10.40	104	7	35.9
6	11.15	112	8	30.6
7	11.70	117	6	43.3
8	12.30	123	6	39.3

Nº DE INDICE S	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.87	123	34.26



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP Nº 115764

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.)
ASTM D6951 - 03**

Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	23/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	T - 1		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)	2.03
Optimo Contenido de Humedad (%) :	7.20

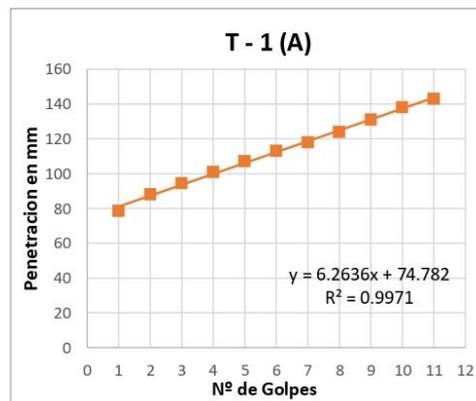
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
Nº de Capas	5	5	5
Nº de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm³)	2.01	1.94	2.13
Contenido de Humedad (%) :	7.3	7.5	7.2

+ DATOS DE CBR MOLDE A

Nº of Blow	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
Oed	67		
1	79	12	18.1
2	88	10	23.5
3	95	7	35.9
4	101	7	35.9
5	107	6	39.3
6	113	6	39.3
7	118	5	48.1
8	124	6	39.3
9	131	7	33.0
10	138	7	33.0
11	143	5	48.1

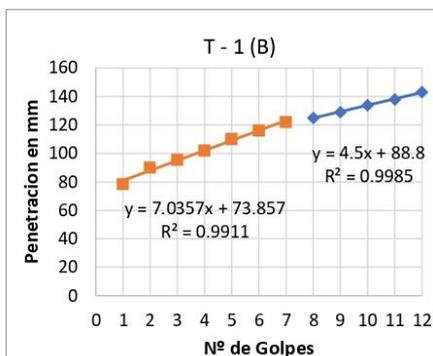
Nº DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.26	143	35.76



+ DATOS DE CBR MOLDE B

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	6.85	69	-	
1	7.85	79	10	22.2
2	9.00	90	12	18.9
3	9.55	96	6	43.3
4	10.20	102	7	35.9
5	11.00	110	8	28.4
6	11.60	116	6	39.3
7	12.20	122	6	39.3
8	12.50	125	3	85.3
9	12.90	129	4	61.8
10	13.40	134	5	48.1
11	13.80	138	4	61.8
12	14.30	143	5	48.1

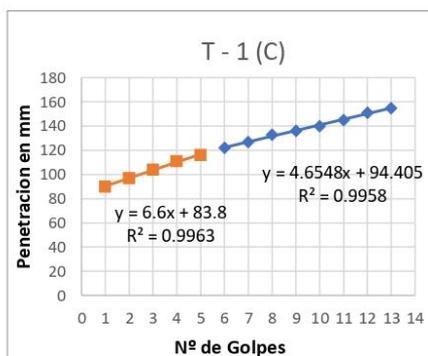
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	7.03	122	32.46
2	4.5	143	



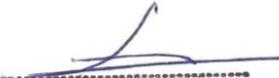
+ DATOS DE CBR MOLDE C

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	8.20	82	-	
1	9.00	90	8	28.4
2	9.70	97	7	33.0
3	10.40	104	7	33.0
4	11.10	111	7	33.0
5	11.60	116	5	48.1
6	12.20	122	6	39.3
7	12.70	127	5	48.1
8	13.30	133	6	39.3
9	13.60	136	3	85.3
10	14.00	140	4	61.8
11	14.50	145	5	48.1
12	15.10	151	6	39.3
13	15.50	155	4	61.8

N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	6.6	120	37.79
2	4.65	155	



Av. Micaela Bastidas 258 - Of. 704 - Wanchaq - Cusco
Cel: 984 - 685155 WhatsApp // cesar.arbulu@cip.org.pe


CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 115764

ENSAYO DEL PENETROMETRO DINAMICO DE CONO (P.D.C.) ASTM D6951 - 03			
Proyecto:	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON CONCRETO RECICLADO Y AGREGADO NATURAL, MEDIANTE METODOS GRANULOMETRICOS, CARRETERA MARAS - MORAY, CUSCO 2021		
Tramo:	TRAMO II	Informe N°:	03 - 2021
Material:	SUB RASANTE + AGREGADOS	Fecha:	23/10/2021
Ubicación:	MARAS - URUBAMBA	Realizado por:	Marcelo Cornejo; Alejandra Hurtado
Solicitante:	UNIVERSIDAD CONTINENTAL	Revisado por:	Ing. Cesar Arbulu Jurado
Muestra:	Tratamiento de control T-0		

+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Metodo:	C
Maxima Densidad Seca (gr/cm³)	1.91
Optimo Contenido de Humedad (%) :	10

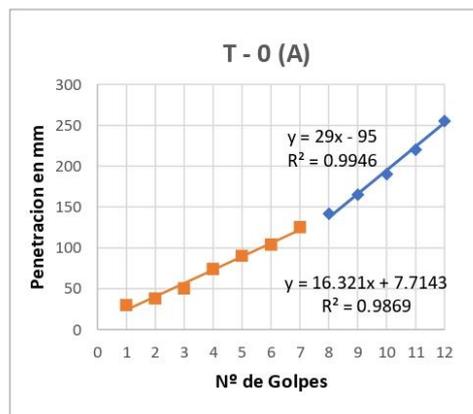
+ ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Molde	A	B	C
N° de Capas	5	5	5
N° de Golpes / Capas	56	56	56
Densidad Seca (gr/cm³)	1.93	1.90	1.94
Contenido de Humedad (%) :	10.7	9.6	10.9

+ DATOS DE CBR MOLDE A

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	1.50	15	-	
1	3.00	30	15	14.1
2	3.80	38	8	28.4
3	5.00	50	12	18.1
4	7.40	74	24	8.3
5	9.00	90	16	13.1
6	10.40	104	14	15.2
7	12.50	125	21	9.6
8	14.20	142	17	12.2
9	16.50	165	23	8.7
10	19.00	190	25	7.9
11	22.00	220	30	6.5
12	25.50	255	35	5.4
13	28.50	285	30	6.5

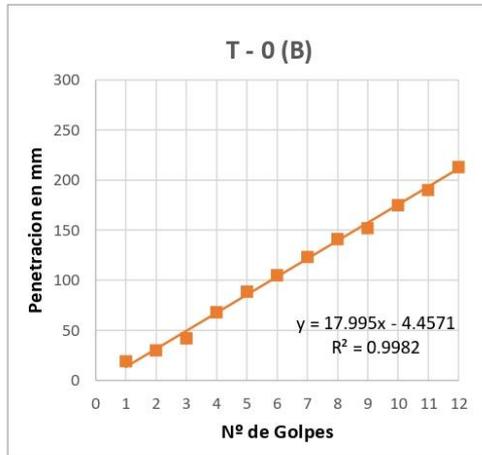
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	16.23	125	11.85
2	29	285	



+ DATOS DE CBR MOLDE B

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	0.50	5	-	
1	1.90	19	14	15.2
2	3.00	30	11	19.9
3	4.20	42	12	18.1
4	6.80	68	26	7.6
5	8.85	89	21	9.9
6	10.50	105	17	12.6
7	12.30	123	18	11.5
8	14.10	141	18	11.5
9	15.20	152	11	19.9
10	17.50	175	23	8.7
11	19.00	190	15	14.1
12	21.30	213	23	8.7
13	23.30	233	20	10.2
14	24.80	248	15	14.1
15	26.50	265	17	12.2

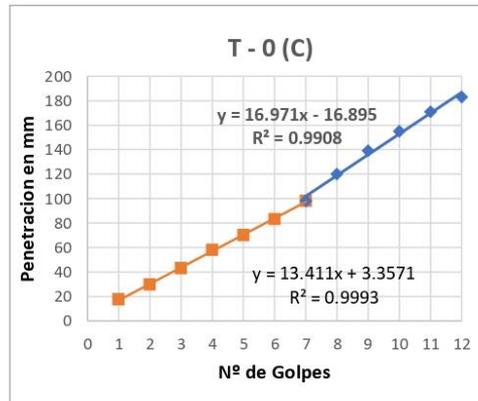
N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	17.99	265	12.94



+ DATOS DE CBR MOLDE C

N° of Blow	DCP Prof (cm)	DCP Prof (mm)	Penet Index (mm/golp)	CBR
0ed	0.50	5	-	
1	1.75	18	13	17.3
2	2.95	30	12	18.1
3	4.30	43	14	15.8
4	5.80	58	15	14.1
5	7.00	70	12	18.1
6	8.30	83	13	16.5
7	9.80	98	15	14.1
8	12.00	120	22	9.2
9	13.90	139	19	10.8
10	15.50	155	16	13.1
11	17.10	171	16	13.1
12	18.30	183	12	18.1

N° DE INDICES	INDICE	Prof hasta (mm)	CBR
1	13.41	98	14.84
2	16.97	183	



ANEXO 4: Certificados de equipos



CERTIFICADO DE CALIDAD

El presente documento garantiza la calidad y detalla las especificaciones técnicas de nuestro producto.

PRODUCTO	MOLDE PROCTOR MODIFICADO
NORMA	ASTM D-1557
MODELO	MS-40
SERIE	652
MARCA	METROTEST
PROCEDENCIA	PERU
MATERIAL	Molde fabricado en hierro zincado Diámetro interior 6" (152,4mm) y altura de 116,43mm. Incluye base y collar.

* Certificamos que los datos corresponden a lo indicado por nuestro proveedor.

Atentamente



Jr. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteir.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteir.com
Telf.: 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 899 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIDAD

El presente documento garantiza la calidad y detalla las especificaciones técnicas de nuestro producto.

PRODUCTO	MARTILLO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
NORMA	ASTM D 1557
MODELO	MS-41
SERIE	550
MARCA	METROTEST
PROCEDENCIA	PERU
MATERIAL	Peso $4,5 \pm 0,01$ Kg (10 lb) caída de 457,2 mm (18") diámetro de $50,8 \pm 0,13$ mm.

* Certificamos que los datos corresponden a lo indicado por nuestro proveedor.

Atentamente



Jr. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteir.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteir.com
Telf.: 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-631-2019

Página 2 de 2

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada son trazables ala Unidad Medida de los Patrones Nacionales de Presión del Servicio Nacional de Metrología SNM - INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades dev Medida (SI) y el Sistema de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Cinta Metrica Patrón con incertidumbre de 0,3 mm	CLM-003-2019
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Balanza 10 kg de clase I	CMM-002-2019
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Pie de Rey Digital	CLM-001-2019

MEDIDAS A TOMAR EN CUENTA :

DIAMETRO DE LA BARRA DE ACERO	15,87 mm
CAIDA DE LA MASA	575,9 mm
DIAMETRO DE LA BASE DE LA PUNTA - CONO	20,01 mm
ESCALA GRADUADA	1000 mm
BARRA DE LA ESCALA GRADUADA	1005 mm

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACION (f_e)			
VALOR PATRON (cm)	INDICACION DE LA REGLA (cm)	ERROR DE INDICACION (mm)	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE ($\pm \mu m$)
0,000	0,000	0,0	0,6
10,000	10,000	0,0	1,0
20,000	20,000	0,0	1,4
30,000	30,000	0,0	1,8
50,000	50,000	0,0	1,8
60,000	60,000	0,0	1,8
80,000	80,000	0,0	1,8
100,000	100,000	0,0	1,8

Error de Repetibilidad (f_w) : 0 μm
 Incertidumbre de medición : 0,3 mm

VALOR DE LA MASA

VALOR NOMINAL	IDENTIF.	MASA CONVENCIONAL	INCERTI.	MATERIAL
8 kg \pm 0,01 Kg	No indica	7998 g	0,03 g	ACERO



Luigi Aserjo G.
 Jefe de Metrología



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-631-2019

Solicitante : ARBULU JURADO CESAR

Dirección : AV. MICAELA BASTIDAS 258 OF. 704 - WANCHAQ - CUSCO

Instrumento de Medición : Cono Dinamico para CBR de Campo

Marca : METROTEST

Modelo : MS-64

Serie : 147

Identificación : NO INDICA

Procedencia : PERÚ

Alcance máximo : 1000 mm

División mínima : 10 mm

Tipo : ANALOGO

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 2019-06-15

Fecha de Emisión : 2019-06-15

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad al INACAL-DM. El método que se usó fue de comparación directa.

Se tomó como referencia la norma ASTM D6951-03 "Método de ensayo estándar para el uso del Penetrómetro Dinámico de Cono en estructuras de pavimentos"

Resultados de las Mediciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,4 °C
Humedad Relativa	61 %	62 %

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado a la Masa y Equipo
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos (e.m.p.) según DIN 878-1983



Luigi A. Serio G.
Jefe de Metrología

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2017 - 09 - 29
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	59915
Malla No. Mesh No.	60

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

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

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

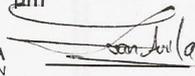
**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	250,24	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	258,66	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	156,66	µm
MALLA No. MESH No.	60	
SERIE No. SERIAL No.	59915	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 3,93	µm
FECHA DATE	2017 - 09 - 29	FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 05 - 28
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	63845
Malla No. Mesh No.	40

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad : Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados : Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

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

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO <small>AVERAGE APERTURE</small>	426,47	µm
ABERTURA MÁXIMA <small>MAXIMUM APERTURE</small>	439,12	µm
DIÁMETRO PROMEDIO <small>AVERAGE DIAMETER</small>	276,28	µm
MALLA No. <small>MESH No.</small>	40	
SERIE No. <small>SERIAL No.</small>	63845	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN <small>UNCERTAINTY OF MEASUREMENT</small>	± 4,59	µm

FECHA
DATE 2018 - 05 - 28

FIRMA
SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
Nº CP5822 - 2015



ACP-11-F-01 Rev4

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 06 - 22
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	64256
Malla No. Mesh No.	4

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad : Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados : Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

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

El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,78	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,88	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,71	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	64256	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2018 - 06 - 22	FIRMA SIGN

Lidy López

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 05 - 16
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	63657
Malla No. Mesh No.	3/8"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad : Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados : Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

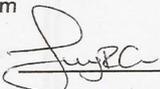
Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	9,49	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	9,58	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,30	mm
MALLA No. MESH No.	3/8"	
SERIE No. SERIAL No.	63657	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2018 - 05 - 16	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2018 - 06 - 07
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	63968
Malla No. Mesh No.	3/4"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,05	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,16	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,02	mm
MALLA No. MESH No.	¾"	
SERIE No. SERIAL No.	63968	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA
DATE

2018 - 06 - 07

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERI
Certification



Nº CH503 - 2016

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2017 - 09 - 26
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	59758
Malla No. Mesh No.	1"

NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-15

Trazabilidad: Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

Resultados: Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6,3 de la Norma ASTM E 11 - 15. La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6,1 de la Norma ASTM E 11 - 15. El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6,2 de la Norma ASTM E 11-15.

PINZUAR LTDA

Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO 25,03 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 25,68 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,59 mm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1"
MESH No.

SERIE No. 59758
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2017 - 09 - 26
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-100-2018

Página 1 de 5

Solicitante : CONSULTORA ITHENDA E.I.R.L.
Dirección : AV. MICAELA BASTIDAS NRO. 258 INT. 704
 CERCADO DE WANCHAQ - CUSCO - WANCHAQ
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO
Marca : METROTEST
Modelo : MS-H1
Procedencia : PERÚ
Código de Identificación : NO INDICA
Número de Serie : 839
Temperatura de trab : 110 °C ± 10 °C
Ventilación : Natural
Lugar de Calibración : Lab. Temperatura de Metrotest E.I.R.L.

Misión:
 Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
 Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
 Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Instrumento de Medición :

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	AUTONICS	TCN4S	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

Fecha de Calibración : 2018-03-21

Fecha de Emisión : 2018-03-21

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1° Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

Observaciones

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



Luigi Asehjo G.
 Jefe de Metrología



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-575-2018

Solicitante : ARBULU JURADO CESAR EDILBERTO

Dirección : AV. MICAELA BASTIDAS 258 OF. 704 -
WANCHAQ - CUSCO

Instrumento de Medición : COPA CASA GRANDE

Marca : PINZUAR

Modelo : PS11

Serie : 1846

Identificación: : NO INDICA

Procedencia: : COLOMBIA

Contador : ANALOGO

División mínima: : 1

Lugar de Calibración : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 2018-08-20

Fecha de Emisión : 2018-08-20

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronometro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado. Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000) Determinación de Limite Liquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. METROTEST EIRL. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.



Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



PINZUAR LTDA
ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDOR DEL MUNDO

INSPECTION CERTIFICATE CERTIFICADO DE INSPECCIÓN

CAZUELA CASAGRANDE MANUAL

CONFORME CON LA NORMA

NORMA: INV E-125 REFERENCIA: PS11

CERTIFICA QUE CUMPLE CON
LOS SIGUIENTES REQUERIMIENTOS

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	203,80	g
Espesor de la copa	2,01	mm
Profundidad de la copa.	26,94	mm
Altura de la base	50,84	mm
Ancho de la base	124,91	mm
Longitud de la base	149,80	mm

No Serie / Lote: 1846 / N.P.

FECHA: 2018-02-06 FIRMA: 

PINZUAR LTDA

AC-P-01-F-14/Rev 0/ Válido desde 2017-11-15

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

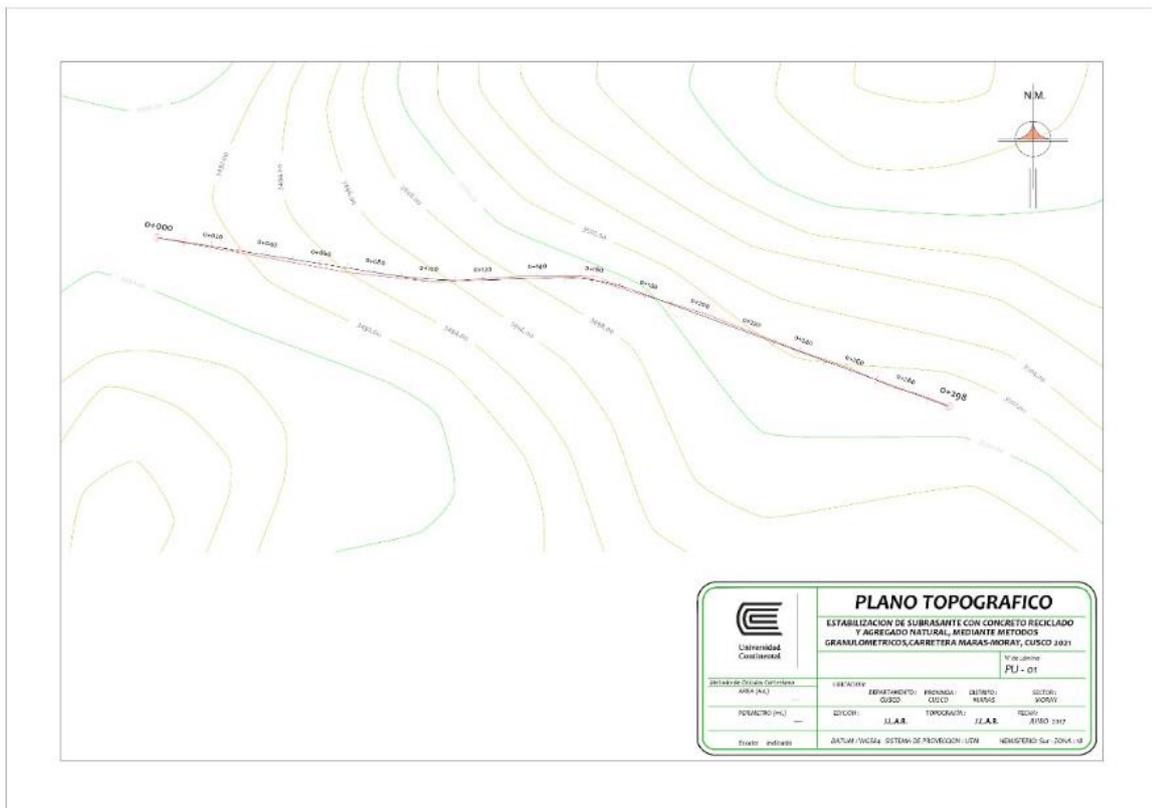
Pinzuar Ltda. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

TEL: (571) 7454555 | Calle 18 No. 103 B 72
www.pinzuar.com.co Bogotá - Colombia

ANEXO 5: Imagen satelital – Carretera Maras – Moray.



ANEXO 6: Levantamiento Topográfico– Carretera Maras – Moray.



ANEXO 7: Registro fotográfico



Fotografía 1: Extracción de muestras de suelo de la subrasante progresiva 0+150km del tramo II



Fotografía 2: Recolección de muestras de la demolición de un pavimento rígido.



Fotografía 3: Demolición y fresado del pavimento rígido demolido para la obtención del ACR.



Fotografía 4: Ensayo de Proctor Modificado a los especímenes elaborados.



Fotografía 5: Ensayo del Penetrómetro Dinámico de Cono así como de los especímenes elaborados.



Fotografía 6: Extracción de las muestras para realizar la obtención del contenido de humedad.