



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en
carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Borda Ingaluque, Dennis Reynaldo (ORCID: 0000-0002-0526-7295)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (ORCID: 0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2022

Dedicatoria

Para mis padres Reynaldo Borda Sucasaca y a mi madre Norma Luisa Ingaluque Incacari, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

Agradecimiento

Agradecer a mis padres: Reynaldo y Norma y a mis hermanos Elvis, Ana por ser los principales promotores de nuestros de mis sueños, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	26
3.6. Método de análisis de datos	31
3.7. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN.....	61
VI. CONCLUSIONES.....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS.....	72

Índice de tablas

Tabla 1. Tipo de suelo de acuerdo al tamaño.....	13
Tabla 2. Magnitudes y rango de la validez	25
Tabla 3. Juicio de expertos	26
Tabla 4. Coeficiente de confiabilidad.....	26
Tabla 5. Estudios de laboratorio.....	29
Tabla 6. Tamizado de la muestra de la calicata C-1	31
Tabla 7. Tamizado de la muestra de la calicata C-2.....	33
Tabla 8. Tamizado de la muestra de la calicata C-3.....	34
Tabla 9. Propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón	35
Tabla 10. Análisis granulométrico del concreto reciclado	35
Tabla 11. Características del concreto reciclado	37
Tabla 12. Índice de plasticidad del suelo patrón más 10% de concreto reciclado	37
Tabla 13. Índice de plasticidad del suelo patrón más 20% de concreto reciclado	37
Tabla 14. Índice de plasticidad del suelo patrón más 30% de concreto reciclado	38
Tabla 15. Proctor modificado del suelo patrón más 10% de concreto reciclado ...	38
Tabla 16. Proctor modificado del suelo patrón más 20% de concreto reciclado ...	38
Tabla 17. Proctor modificado del suelo patrón más 30% de concreto reciclado ...	39
Tabla 18. Capacidad de soporte suelo patrón más 10% de concreto reciclado....	39
Tabla 19. Capacidad de soporte suelo patrón más 20% de concreto reciclado....	39
Tabla 20. Capacidad de soporte suelo patrón más 30% de concreto reciclado....	40
Tabla 21. Módulo de resiliencia por la correlación con el CBR (%)	40
Tabla 22. Módulo de resiliencia de las proporciones de concreto reciclado	41
Tabla 23. Variación del índice de plasticidad, SP + Concreto reciclado	43
Tabla 24. Variación de la máxima densidad seca, SP + Concreto reciclado	44
Tabla 25. Variación de la capacidad de soporte, SP + Concreto reciclado.....	46
Tabla 26. Variación del módulo de resiliencia, SP + Concreto reciclado	47
Tabla 27. Prueba de normalidad (IP)	49
Tabla 28. Prueba de ANOVA (IP).....	49
Tabla 29. Post-prueba de Tukey (IP)	49
Tabla 30. Post-prueba de Tukey (IP)	50
Tabla 31. Prueba de normalidad (DSM).....	51
Tabla 32. Prueba de ANOVA (DSM)	52

Tabla 33. Post-prueba de Tukey (DSM)	52
Tabla 34. Post-prueba de Tukey (DSM)	53
Tabla 35. Prueba de normalidad (CBR)	54
Tabla 36. Prueba de ANOVA (CBR)	55
Tabla 37. Post-prueba de Tukey (CBR)	55
Tabla 38. Post-prueba de Tukey (CBR)	56
Tabla 39. Prueba de normalidad (Mr).....	57
Tabla 40. Prueba de ANOVA (Mr).....	58
Tabla 41. Post-prueba de Tukey (Mr).....	58
Tabla 42. Post-prueba de Tukey (CBR)	59

Índice de figuras

Figura 1. Camino vecinal en mal estado	2
Figura 2. Vertedero de residuos de concreto	2
Figura 3. Compactación de capas.....	18
Figura 4. Tratamiento del concreto reciclado	20
Figura 3. Botadero de las afueras del distrito de Caracoto	27
Figura 4. Medición de la resistencia a la compresión a través del esclerómetro...28	
Figura 5. Limpieza y trituración de los residuos de concreto	28
Figura 6. Tamizado del concreto reciclado.....	29
Figura 9. Mapa político del Perú y de la región de Puno	42
Figura 10. Mapa de la provincia de San Román y del distrito de Caracoto.....	42
Figura 11. Resultados de índice de plasticidad	44
Figura 12. Resultados de la máxima densidad seca	45
Figura 13. Resultados de capacidad de soporte (CBR).....	46
Figura 14. Resultados de módulo de resiliencia (MR)	47

Resumen

El presente proyecto de investigación posee como objetivo principal determinar la estabilidad de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021 ubicado entre las progresivas Km 0+000 y Km 1+000, adicionando concreto reciclado. Para el desarrollo del presente estudio se usó el método científico, con este fin se hizo la extracción de muestras de suelo de tres calicatas escogidos a conveniencia, a las cuales se adicionaron 10%, 20% y 30% de concreto reciclado respecto al peso del suelo de subrasante. Para el estudio del suelo se hicieron los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Los resultados mostraron que el suelo patrón posee un valor de capacidad de soporte al 95% de la MDS de 4.3%, una densidad seca máxima de 1.617 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 20.467%, con la adición de 30% de concreto reciclado se obtuvo una máxima densidad seca de 1.547 gr/cm³, una capacidad de soporte (CBR) al (95% de la MDS) de 10.333% y un módulo de resiliencia de 13686.31 PSI. Se concluyó que la subrasante se estabiliza significativamente con la adición de 30% categorizada como una subrasante “buena”.

Palabras clave: Estabilización, concreto reciclado, subrasante, CBR, módulo de resiliencia

Abstract

The main objective of this research project is to determine the stability of the modified subgrade with recycled concrete on neighborhood roads, Caracoto - Coata highway, Puno 2021 located between the progressive Km 0 + 000 and Km 1 + 000, adding recycled concrete. For the development of the present, the scientific method was used, for this purpose the extraction of soil samples was made from three pits chosen at convenience, to which 10%, 20% and 30% of recycled concrete were added with respect to the weight of the soil. of subgrade. For the study of the soil, the granulometry, Atterberg limits, modified Proctor and CBR tests were carried out. The results showed that the standard soil has a value of support capacity at 95% of the MDS of 4.3%, a maximum dry density of 1,617 gr/cm³ and an optimal moisture content of 20,467%, with the expansion of 30% of The recycled concrete obtained a maximum dry density of 1.547 gr/cm³, a bearing capacity (CBR) at (95% of the MDS) of 10.333% and a resilience modulus of 13686.31 PSI. It was concluded that the subgrade is significantly stabilized with the addition of 30% categorized as a "good" subgrade.

Keywords: Stabilization, recycled concrete, subgrade, CBR, resilience modulus

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca dar una alternativa de solución para caminos vecinales que se encuentran en pésimas condiciones mediante la estabilización de subrasantes modificadas con diferentes porcentajes de concreto reciclado.

En el siglo XXI, la necesidad del desarrollo sostenible se siente más que nunca ante fenómenos inevitables como el cambio climático y el calentamiento global. La producción y el consumo continuos de materiales de construcción y la consiguiente contaminación eco-ambiental se han convertido en un problema mundial. Este tema puede ser revisado desde tres puntos de vista principales, estos son: la exploración, minería y producción de materiales de construcción naturales requieren un consumo de energía, fundamentalmente de combustibles fósiles, que a su vez producen emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero perjudiciales; segundo los recursos naturales de materiales de construcción son limitados y su uso y explotación excesivos podría resultar en daños ambientales irreversibles; y tercero los vertederos y acumulación de desechos de construcción y demolición (C&D) en el medio ambiente natural que provocan contaminaciones y problemas ecológicos asociados (1). En el mundo la producción de materiales de construcción y demolición (C&D), incluido los residuos de concreto reciclado (RCA), ha aumentado enormemente en las últimas décadas. Los residuos de concreto se producen mediante la demolición de estructuras de hormigón, asimismo estos materiales se han utilizado ampliamente en la construcción de nuevas carreteras en los últimos años, reduciendo así su impacto potencial en el medio ambiente y logrando la sostenibilidad en todo el mundo (2). El reciclado es un método idealista para tratar los residuos de construcción y demolición en características económicas y amigables con la naturaleza. Los residuos de construcción y demolición proveniente de edificaciones y estructuras son ampliamente usados para la producción de materiales de construcción como unidades de albañilería, en elaboración de concreto y un estabilizante en la ingeniería de pavimentos (3).

En el Perú la primera fuente de los gases que incremental el calentamiento global, es el sector de energía, y los procesos industriales como la generación de cemento, ladrillos, concreto, vidrio acero, papel, etc. La producción de concreto es aprovechada para la edificación de nuevas construcciones, asimismo genera una

gran cantidad de residuos de construcción y demolición, la cuales deberían estudiarse para determinar si se les puede dar un nuevo uso (4).

De la misma manera en la región de Puno las vías proporcionan comunicación y conectividad entre las ciudades facilitando el desarrollo económico de las mismas, es por esa razón que se debe asegurar el continuo funcionamiento de las carreteras brindando comodidad y seguridad a los conductores, realizando estabilizaciones de los suelos con materiales reciclados en el caso de la presente investigación concreto reciclado.



Figura 1. Camino vecinal en mal estado



Figura 2. Vertedero de residuos de concreto

Razón por la cual se formula el siguiente problema general: ¿Cuánto se estabiliza la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021? Y los siguientes problemas específicos: ¿Cuánto varía el índice de plasticidad de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021? ¿Cuánto cambia la densidad seca Máxima de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?, ¿Cuánto varía la capacidad de soporte de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021? Y ¿Cuánto varía el módulo de resiliencia de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?

Esta investigación se justifica socialmente puesto que se tiene como finalidad de brindar una solución a los distintos problemas que en la actualidad se pueden presenciar en las subrasantes blandas esto por la ineficiente resistencia física y

mecánica, con la finalidad de brindar una carretera con las características óptimas para que los usuarios que transiten por dicha vía tengan una seguridad y comodidad durante su viaje. Esta investigación se justifica económicamente ya que la aplicación de desecho de concreto permitirá evitar la adquisición de estabilizantes comúnmente comercializados como el cemento, cal, cloruro de magnesio, etc. Siendo más barato el reciclaje del concreto que la adquisición y flete de los demás estabilizantes. Esta investigación se justifica ambientalmente ya que el concreto reciclado expuestas al aire libre conllevan a la contaminación ambiental y riesgo de los habitantes de su alrededor, por ello se propone reutilizar estos desechos evitando la contaminación ambiental y cuidado de las personas, para la estabilización de subrasantes blandas y además estaríamos sustituyendo materiales estabilizantes de canteras, reduciendo también la explotación de las mismas.

Por lo expuesto se planteó el objetivo general: Determinar la estabilidad de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021. Seguidamente se formularon los siguientes objetivos específicos: primero cuantificar la variación del índice de plasticidad de la subrasante modificada concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021, segundo calcular la variación de la densidad seca máxima de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021, tercero cuantificar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021 y cuarto calcular la variación del módulo de resiliencia de la subrasante modificada concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.

Por lo planteado se llegó a la hipótesis general: La subrasante modificada con concreto reciclado se estabiliza significativamente, carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021. Como también se llegó a las hipótesis específicas: primero que el índice de plasticidad de la subrasante modificada con concreto reciclado se reduce significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021. Segundo la densidad seca máxima de la subrasante modificada, varía significativamente con concreto reciclado en carreteras vecinales,

carretera Caracoto - Coata, Puno 2021, tercero que la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado se incrementa significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021 y cuarto el módulo de resiliencia de la subrasante modificada se incrementa con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se tomaron los siguientes estudios de diferentes ámbitos.

En el ámbito internacional, Gonzáles e Infante, en su tesis de pregrado denominado “Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe al ser mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD)”, realizado para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con el fin de obtener el grado de ingeniero civil, tiene como objetivo determinar las características físicas y mecánicas de una subrasante de consistencia blanda a muy blanda mejorada con residuos de construcción y demolición (RCD). La metodología empleada para caracterizar la tesis mencionada es de orden experimental – aplicada, la muestra tomada se basó en la elaboración de cuatro calicatas con el fin de combinar el material propuesto y efectuar los ensayos de Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR (Californian Bearing Ratio). De los resultados se pudo apreciar que la muestra convención adoptó las siguientes características W (contenido de humedad) 21.40%, LL (límite líquido) 36.55%, LP (límite plástico) 31.47%, IP (índice de plasticidad) 5.08% e IL -1.98%, así mismo se presentó un OCH (óptimo contenido de humedad) del 13.80% y MDS (máxima densidad seca) del 1.78 gr/cm³, por lo cual se caracterizó un valor sobre el CBR de diseño del 3.90%, al aplicar la cantidad del 30% de RCD sobre la muestra patrón esta se reflejó en valores dentro del Proctor modificado de 9.30% para el OCH y 1.91 gr/cm³ para la MDS caracterizando así un CBR de diseño a una compactación del 95% de 8.06%, dentro de la etapa B se apreció que el peso unitario ascendió a un valor del 1.90 gr/cm³ y 9.00% sobre el OCH generando un valor sobre el CBR de diseño para un 95% de compactación del 10.60%, al aplicar la cantidad indicada del 40% de RCD se vio reflejada dentro de los valores del Proctor modificado de 2.01 gr/cm³ para la MDS y 6.70% para el OCH generando a si un valor sobre el CBR del 15.50% a una compactación del 95%, en tanto dentro de la muestra B se pudo reflejar que el OCH de humedad cuantifico un valor del 6.60% y el PUM se caracterizó con un valor del 2.02%, generando a si un valor del CBR a una compactación del 95% de 16.70% y al aplicar la cantidad del 50% de RCD sobre la muestra patrón se apreció una MDS del 2.08% gr/cm³ y un OCH del 5.60%

generando un CBR de diseño a una compactación del 95% del 25.50%, dentro de la muestra B se reflejaron valores sobre la MDS del 2.08% y OCH del 5.50% generando así un CBR del 24.77% a una compactación del 95%. Concluyendo que la aplicación de los residuos RCD sobre la subrasante mejorar significativamente los valores mecánicos dentro del CBR alcanzando un valor máximo del 24.77%, así mismo dentro de las características físicas se pudo apreciar que el OCH de humedad tiende a subir debido a que los residuos empleados contienen partículas de cemento requiriendo mayor contenido de agua, esto se ve reflejado de manera contraria dentro de la máxima densidad seca debido a que a menor contenido de humedad la MDS tiene de generar un aumento (5). Mientras que Ochoa, en su tesis de pregrado denominado “Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD-concreto fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos”, realizado para la Universidad Federal da Integracao Brasil, con el fin de obtener el grado de ingeniero civil, tiene como objetivo determinar la influencia del suelo y los residuos RCD-C finos a través del análisis de ISC, para mejorar la capacidad de soporte en subrasante de pavimentos en Foz do Iguacu. La metodología empleada para caracterizar la presente investigación mencionada fue de orden experimental, las cuales comprende siete procesos desde la obtención del material hasta la comparación de las características de cada ítem ejecutado. De los resultados se pudo apreciar que la muestra patrón dentro de su composición presento valores sobre los límites de consistencia (LL 46.22%, LP 27.40%, IP 18.82%), así mismo la aplicación la cantidad de RCD-C fino en una proporción del 20% en relación al volumen se pudieron apreciar los siguientes resultados (LL 35.82%, LP 22.94%), en tanto al aplicar la cantidad del 40% de RCD se reflejaron los siguientes valores (LL 24.67%, LP 19.43%, IP 5.24%), por lo que la aplicación del RCD afecta de manera positiva dentro de los límites de Atterberg disminuyendo los valores hasta niveles no plásticos, sobre la granulometría la muestra patrón obtuvo una caracterización sobre el suelo de CL – SUCS y A-7-6 (13) AASHTO, al aplicar la cantidad del 20% de RCD el suelo se caracterizó como un CL – SUCS y A-6 (7) – AASHTO, al aplicar la cantidad indicada del 40% de RCD sobre el suelo se caracterizó un tipo SC-SM – SUCS y A-4 (3), al aplicar la cantidad del 60% de RCD sobre la muestra convencional se obtuvo un tipo SM – SUCS y A-2-4 (0) y al aplicar la cantidad del 100% de RCD se caracterizó un suelo SP – SUSCS y A-3

(0) AASHTO, tras efectuar el ensayo de CBR se pudo apreciar que el suelo natural presento un valor promedio sobre la MDS al 95% de compactación del 1.80%, en tanto al aplicar la cantidad del 20% de RCD se apreció un valor del 11.60%, al aplicar la cantidad del 40% de RCD se apreció un valor del 21.30% y al aplicar la cantidad del 60% se presentó un valor promedio del 31.60%. Concluyendo que el aumento de la capacidad de soporte es consecuencia de la actividad mecánica y química, esto debido a que las partículas de suelo arcilloso con desechos de construcción fino, van a desarrollar que exista rozamiento con las gravas, asimismo la reducción de espacios vacíos mediante la compactación, de la misma manera la cohesión se incrementa por la presencia de partículas de puzolana en los 7 días de curado (6).

Asimismo, Brennan en su investigación de pregrado denominado “Uso de hormigón reciclado y cal para mejorar las subrasantes marginales en el Consejo Regional de Toowoomba”, desarrollado para la Universidad del Sur de Queensland – Australia, con el fin de obtener el grado de Licenciado en Ingeniería (con honores) (Civil), tiene como objetivo realizar estudios sobre la práctica actual en el uso de hormigón reciclado y tecnologías de mejora / estabilización en el Consejo Regional de Toowoomba. La metodología empleada para caracterizar la presente investigación es de carácter cuantitativo – experimental y aplicada. Los resultados demostraron que la muestra natural obtuvo un valor promedio sobre el CBR del 2.80%, en tanto al aplicar la cantidad del 6% de RCA sobre la muestra natural se obtuvo un CBR promedio del 8.70%, al aplicar la cantidad del 8% de RCA se obtuvo un valor del 10.40% sobre el CBR a una compactación del 95% y al aplicar el 10% de RCA se obtuvo un valor promedio del 10.80%, caracterizando un aumento del valor de la capacidad de soporte. Concluyendo que la aplicación de los residuos reciclados de demolición afecta de manera positiva dentro de la capacidad de soporte de la subrasante definiendo que el valor más óptimo es el del 10% el cual logra un CBR máximo del 10.80% a una compactación del 95%, mejorando un 207.95% la resistencia del suelo en relación a la muestra convencional donde no se adición RCA (7).

Por su parte Tavakol et al., en su investigación de pregrado denominado “Evaluación de agregados de pavimento de concreto reciclado de baja calidad para

la estabilización de suelos de subrasante”, realizado para Kansas State University - Manhattan - Kansas, con el fin de obtener el grado de ingeniero civil, tiene como objetivo investigar la idoneidad del RCA agrietado en D para la estabilización de la subrasante para pavimentos de asfalto de mezcla en caliente (HMA). La metodología empleada para caracterizar la presente investigación es de orden experimental y este estudio utilizó pruebas de laboratorio y modelos de rendimiento para investigar la idoneidad del RCA para arcilla estabilización del suelo de la subrasante debajo de los pavimentos de HMA. Los resultados demostraron que dentro de la prueba estándar de Proctor, se realizó una mezcla de 75% RCA-25% A-4. Se demostró que el reemplazo de A-4 con 75% de RCA mejora las propiedades de compactación de la mezcla. OMC disminuyó a 12% y MDD aumentó a 104.4 lb / ft³. Se concluyó que el uso de RCA es cuestionable cuando el RCA se deriva de pavimentos de baja calidad, como pavimentos con Dcracking, que a menudo terminan en vertederos. No obstante, el RCA agrietado en D podría utilizarse en la estabilización del suelo (8).

Caamaño, en su tesis de pregrado denominado “Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente”, realizado para la Universidad Militar Nueva Granda - Bogotá, con el fin de mejorar las propiedades físicas y geomecánicas de un suelo blando de subrasante con ceniza de cascarilla de arroz, traducido en la optimización de su comportamiento mecánico. La metodología utilizada en la presente investigación mencionada es de carácter experimental. De los resultados se pudo apreciar que la muestra patrón posee LL de 33%, LP 22%, IP de 11% y una Humedad Natural de 1%, así mismo en la granulometría realizada se observa que el suelo conformado por arenas en un 59% y fino en un 41%, además se observó que en cuanto a la resistencia a la compresión no confinada se obtuvo un valor elevado fue el Suelo natural con adición de 4% de CCA con 620.39 MPa. En cuanto al módulo resiliente del suelo patrón fue de 45.54 MPa, y para el suelo con adición de 2%, 4% y 6% de CCA, fue 53.64 MPa, 65.27 MPa y 62.72 MPa respectivamente, donde se observa un continuo incremento. Concluyendo que el uso de la CCA para realizar la estabilización de la subrasante conformada por suelos blandos es factible debido a que resulta una alternativa económica, sustentable y con un impacto positivo para el medio ambiente (9).

En el ámbito nacional, Aracayo y Machaca, en su tesis de pregrado denominada “Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco, Huancané-2021”, desarrollado para la Universidad César Vallejo – Lima – Perú, para optar el título de Ingeniero Civil, para lo cual su objetivo fue determinar la influencia de los residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco, Huancané 2021. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, nivel explicativo y diseño experimental, asimismo la población está conformada por el material granular existente en el distrito de Huancané, en este caso la cantera Yanaoco y en cuanto a la muestra de los residuos de pavimento rígido, serán obtenidos del botadero de la salida Vilquechico - Huancané. Los resultados mostraron que sin la incorporación de RPR el valor de índice de plasticidad fue de 5.21 % y un valor de capacidad de soporte de 33.77 %, para las adiciones de 10%, 20% y 30% de RPR se tuvo un valor de índice de plasticidad de 4.84%, 3.92% y 3.05% respectivamente y valores de capacidad de soporte de 38.67 %, 51.53 % y 71.07. Concluyendo que la proporción adecuada para mejorar las características físicas y mecánicas del suelo de cantera para su aplicación en subbases es de 70% de suelo natural y 30% de residuos de pavimento rígido (10).

Asimismo Noriega y Villareal en su tesis de pregrado denominado “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”, realizado para de la Universidad Privada del Norte – Lima – Perú, para optar el título profesional de Ingeniería Civil con el objetivo de Establecer como las dosificaciones de concreto reciclado en la estabilización de suelos expansivos con presencia de arcilla una subrasante, de la trocha en los sectores Alto Huallaga hasta La Merced; Laredo, La Libertad 2020. La metodología de la investigación es de tipo aplicada, con un diseño experimental, así mismo la población considera a todos los especímenes ensayados en el Laboratorio de suelos de la Universidad Privada del Norte de la ciudad de Trujillo, la muestra fue el 10 km de la trocha ubicada en los sectores Alto Huallaga, Alto Cerro Blanco, Galindo, La Alcantarilla, La Virgen y La Merced del distrito de Laredo. Los resultados muestran que el grupo control obtuvo una densidad seca de 2.5 gr/cm³ y una humedad óptima de 10.97%, perteneciente a

C-7, por otro lado, para las adiciones de 7%, 10% y 12% de concreto reciclado con respecto a la densidad seca máxima obtuvieron valores de: 2.67 gr/cm³, 2.231 gr/cm³ y 2.39 gr/cm³ respectivamente, además en caso de la humedad óptima las adiciones de 7%, 10% y 12% obtuvieron los valores de 7.65%, 8.11% y 9.82%. por otro lado, en el ensayo CBR de 0.1", la muestra patrón obtuvo un valor 3.03%, en cambio para las adiciones de 7%, 10% y 12% se obtuvo los valores de 64.05%, 103.29% y 116.39% respectivamente. Concluyendo que, para el tramo sometido a estudio el porcentaje adecuado sería la incorporación de 7% de concreto reciclado, debido a que con esta dosificación se sobrepasa el valor de capacidad de soporte normado, también cabe resaltar que incrementando la dosificación de concreto reciclado sigue subiendo el valor de CBR (11).

Contreras y Herrera en su tesis pregrado denominado "Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote-Santa-Ancash", realizado para la Universidad Nacional de Santa – Nuevo Chimbote – Perú, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, que posee como objetivo general: Mejorar el agregado obtenido de desechos provenientes de la construcción para bases y sub-bases de estructuras de pavimentos. La metodología utilizada es experimental donde desarrollaron ensayos de laboratorio de mecánica de suelos tomando en cuenta los procedimientos señalados por la normativa vigente peruana comprendiendo la selección, observación y registro sistemático, válido y confiable de acontecimientos. Los resultados en el ensayo del CBR muestran que, al agregar 50% de agregado reciclado (AR) en un 50% y 50% de Agregado Natural (AN), se obtiene un valor de 115.62%, para la incorporación del 100% de AR se obtuvo 60.67% y en caso de la incorporación del 100% de AN, se observa que obtuvo 120.82%, en caso de 60%AR - 40%AN se obtuvo un valor de 113.97% y en caso de 75%AR – 25%AN, obtuvo un valor de 86.72%. Concluyendo que las características físicas del concreto reciclado son parecidos al agregado natural. Sin embargo, las características mecánicas, no cumplen con los requerimientos establecidos para una base, pudiéndose solo hacer uso de este material para una subbase (12).

Tavakol et al., en su artículo denominado "Estabilización de suelos de subrasante utilizando agregados de concreto reciclado de baja calidad", realizado para la

Revista de Pavements Geo – Manhattan, que posee el objetivo principal de esta investigación es estabilizar un suelo de subrasante arcilloso utilizando RCA y tres cementosos diferentes con materiales (cal, cenizas volantes Clase C y una combinación de cemento Portland y cenizas volantes). Mezclas de suelo arcilloso y cemento que contengan 0%, 50% y 100% de RCA. La metodología es de carácter experimental, donde se utiliza compactación Proctor estándar y resultados de pruebas de resistencia a la compresión no confinada. Estos resultados indican que el RCA, junto con todos los materiales cementosos excepto la cal, mejora la resistencia del suelo arcilloso. Se concluye que, la reposición del 50% de RCA en suelo arcilloso modificó las curvas de compactación. El OMC disminuyó y el MDD de las mezclas de arcilla-RCA aumentó en comparación con las mezclas de arcilla solamente. La cal en el suelo resultó en un MDD más bajo y un OMC más alto, mientras que el efecto de las cenizas volantes fue el opuesto. Este patrón funciona para mezclas con o sin RCA (8).

Kianimehr et al., en su artículo denominado “Utilización de áridos de hormigón reciclado para la estabilización a la luz de suelos arcillosos”, realizado para la Revista Materiales de Construcción y Edificios, Vol (227), N ° (1) - Australia. El objetivo principal de esta investigación evaluar la viabilidad de utilizar agregado de hormigón reciclado (RCA) para mejorar la resistencia al corte / compresión y las propiedades de deformación de los suelos arcillosos. La metodología es de carácter experimental, donde se realizó una serie completa de pruebas de compactación, compresión uniaxial y cizallamiento directo. En mezclas cuidadosamente proporcionadas de RCA y suelo arcilloso. Los resultados experimentales manifestaron que la inclusión de RCA en suelos arcillosos mejoraría las propiedades geotécnicas, al mejorar las resistencias a la compresión y al corte, al tiempo que disminuiría los asentamientos. La modificación del suelo arcilloso es susceptible de la interacción de RCA con partículas de arcilla, lo que puede deliberarse en los siguientes escenarios. Concluyendo que, con la adición de RCA a los suelos arcillosos, el contenido de humedad óptimo, aumenta mientras que la densidad seca máxima, q_{dmax} , disminuye, el aumento de RCA conduce a un UCS más alto para las mezclas de RCA-arcilla. Además, con un% de RCA idéntico, una duración de curado más prolongada conduce a una ganancia de resistencia, lo que da como resultado mezclas más fuertes y rígidas (1).

Fardin y Goulart en su artículo denominado “Concreto Compactado con Rodillo con Agregado de Concreto Reciclado para Bases de Pavimentación” elaborado para la Revista de Sustainability - Brazil, donde su objetivo es evaluar las propiedades físicas y mecánicas de RCC utilizando RCA y empleándolo como capa base de pavimento, la metodología utilizada fue de carácter experimental, la cual se llevó a cabo mediante pruebas de gradación, compresión no confinada, California Bearing Ratio (CBR) el material usado fue agregados de concreto reciclado (RCA). Los resultados experimentales manifestaron que el óptimo contenido de humedad (OMC) varió de 7.50% a 8.40% para mezclas de RCC mezcladas con RAP, 8.40% y 10.00% para RCC mezcladas con CDW (desechos de construcción y demolición), y para RCC mezcladas con agregados naturales la OMC varió de 7.25% a 11.00%. Nuestros valores de OMC 9,41 % y 9,89 % cumplen con un límite aceptable de OMC adoptado en otros estudios de investigación. Llegando a la conclusión de que el RCA se puede utilizar como agregado grueso en la producción de RCC porque muestra un contenido mínimo de partículas finas, una gravedad específica de 2,19 g/cm³, una absorción de agua del 7,63 % y un coeficiente LA igual a 32. Sin embargo, no se recomienda una proporción grande para reemplazando RCC porque este tipo de RA tiende a reducir las propiedades mecánicas del concreto (13).

Los caminos vecinales no pavimentados, son vías las cuales se encuentran en estado de afirmado, estos caminos generalmente tienden a deteriorarse con mucha rapidez debido a que los áridos que se encuentra sobre la superficie pierden sus capacidades por la afección climática y aunado a los factores de carga las cuales provienen por el tránsito vehicular, se generan fallas como encalaminados, baches, entre otros, lo cual disminuye la calidad de vida de la población (14).

La diferencia de las vías afirmadas y pavimentadas tienden a caracterizarse y elaborarse de acuerdo a la cantidad de vehículos que pueden circular dentro de esta carpeta superficial, así mismo otro factor relevante que caracteriza a estos dos caminos es que las vías afirmadas tienden a presentar un fallo mucho más rápido que las asfaltadas debido a las condiciones que tienda a soportar (15).

Las vías que generalmente se encuentra a nivel de afirmado son de suma importancia dentro del ámbito rural, debido a que estos caminos ayudan a reducir

el tiempo de transitabilidad entre dos sectores, tanto para el ámbito ganadero y de la comunidad (16).

Los suelos son un compuesto y/o agrupación de varios minerales naturales, compuestos orgánicos y líquidos, que se pueden encontrar en toda la superficie de la tierra, estas ocupan espacio en más del 30% su peculiaridad es la de conformar diferentes estratos de acuerdo a la ubicación y morfología, su principal característica es la de soportar cargas para la debida construcción de infraestructural ya sea vial y/o edificaciones (17).

Las arcillas como principal cualidad de este material es que al combinarlo con H₂O tiende a generar un efecto muy plástico. Dentro del ámbito de la ingeniería este suelo es muy malo para el soporte de cargas tanto viales, así como también de infraestructuras (18). Estos minerales generalmente se presentan tras un largo proceso químico de meteorización que se presentan dentro de las rocas o también denominados silicatos, los cuales dentro de su composición tienden a presentar muy bajas agrupaciones de ácido carbónico y/o disolvente. Los disolventes o también conocidos como ácidos al tener contacto sobre toda la superficie de la roca tienden a generar un proceso de erosión lo cual origina una pequeña lixiviación por cada capa del material (19).

El ensayo de granulometría por lo establecido dentro del manual de la MTC (Ministerio de Transportes y comunicaciones) en el año 2013 este ensayo se emplea para comprender el tamaño de las partículas que se encuentran dentro de una unidad de muestra representativa, dentro de este ensayo generalmente se emplean tamices con aberturas de diferente tamaño.

Tabla 1. *Tipo de suelo de acuerdo al tamaño*

Suelo	Dimensión
Grava	>4.75mm
Arena gruesa	4.75mm-2.00mm
Arena mediana	2.0mm
Arena fina	0.425mm-0.075mm
Limo	0.075mm-0.005mm
Arcilla	Menor a 0.005mm

Nota. Obtenido de MTC (20)

El peso específico se define como el volumen de la masa conjuntamente con los espacios vacíos que comprende la muestra, esta generalmente se cuantifica en la unidad de gr/cm^3 . Lo cual expresa una relación entre el peso volumétrico y gravedad específica ya que presenta un valor numérico similar (21).

El límite líquido se conceptualiza como el porcentaje de agua en el que el suelo tiende a poseer el comportamiento de un líquido y comienza a escurrir como un fluido, cada tipo de suelo presenta un límite líquido que varía de acuerdo a sus características, asimismo el límite plástico se conceptualiza como el contenido de agua que posee el suelo, en los que se puede elaborar bastoncitos de suelo de hasta 3 milímetros de diámetro sin que el rollito presente fisuras transversales que originen su desmoronamiento, de la misma manera es también el contenido de agua en el que el suelo se transforma de un estado plástico a un estado semisólido (22).

Cálculo de índice de plasticidad.

$$IP = LL - LP \quad \rightarrow \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Dónde:

IP : Índice de plasticidad

LL : Límite de líquido

LP : Límite plástico

Fórmula para la obtención del contenido de humedad de un suelo:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo secado en el horno}} * 100 \rightarrow (\text{Ec. 2.2})$$

Fórmula para determinar el límite líquido:

$$LL = W^n \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (\text{Ec. 2.3})$$

$$LL = kW^n \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow (\text{Ec. 2.4})$$

Dónde:

N : Cantidad de golpes con la cuchara de Casagrande

W^n : Contenido de humedad del suelo, para N golpes.

k : Factor dado en la tabla

El ensayo de Proctor modificado mide la compactación a través de la densificación del suelo mejora las capacidades de un suelo. Aumenta la rigidez del suelo y la capacidad de soporte, de la misma manera hace decrecer la comprensibilidad y la filtración de agua, esto debido a la reducción de los espacios vacíos mediante la aplicación de cargas. En la actualidad la densificación de los suelos es una de las principales actividades que se realizan para la conformación de vías en el ámbito de la ingeniería civil. El método del Proctor modificado fue desarrollado en el año de 1933 y ocasionó una revolución en el proceso de compactación y junto con la prueba de capacidad de soporte CBR revolucionaron en este avance (23).

$$Y_d = \frac{Y_h}{1 + \omega} \quad \rightarrow \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Dónde

Y_d : Peso específico seco

Y_h : Peso específico húmedo

w : Contenido de humedad

$$E = \frac{n * N * W * h}{V} \quad \rightarrow \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Dónde:

E : Energía de compactación

n : Número de capas

N : Número de golpes

W : Peso del martillo

h : Altura de caída del martillo

V : Volumen del molde

La capacidad de soporte se mide con el test de Californian Bearing Ratio esta prueba tiene la finalidad de realizar la evaluación de la capacidad de soporte de la subrasante, como de las capas granulares de un pavimento. Este test consiste en aplicar una fuerza a un émbolo de 49.6 milímetros de diámetro sobre una muestra de suelo, a una velocidad constante de 1.27 milímetros por minuto. El ensayo se puede realizar para cualquier tipo de suelo natural, para lo cual es necesario alcanzar su máxima densidad seca máxima, esto se puede conseguir mediante el test de Proctor modificado (24).

Las fórmulas que serán necesarias para obtener la capacidad de soporte son las siguientes:

Fórmula para la humedad de compactación.

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H-h}{100+h} * 100 \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad (Ec. 2.7)$$

Dónde:

H = Humedad prefija

h = Humedad natural

Para saber el porcentaje de expansión se calcula con la diferencia que existe entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión

$$\% \text{expansion} = \frac{L2-L1}{127} * 100 \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad \rightarrow \quad (Ec. 2.8)$$

Dónde:

L1 = Lectura inicial en mm

L2 = Lectura final en mm

El módulo de resiliencia se define como la relación entre la tensión del desviador y la deformación elástica recuperable después de aplicar una serie de una combinación de tensiones de confinamiento y desviador a la muestra. En la prueba triaxial de carga repetida, el propósito principal de la combinación del desviador y las tensiones de confinamiento es simular la carga dinámica del tráfico. Inherentemente, es un desafío determinar el Mr realizando una prueba triaxial de carga repetida estándar como una prueba básica de rutina debido a su

procedimiento complicado, lento y costoso. Por lo tanto, es deseable emplear un enfoque indirecto para estimar el M_r . De hecho, la "guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento" (AASHTO 1993) recomienda el uso de las relaciones empíricas entre M_r y otras pruebas de suelo simples para el diseño de pavimentos. La correlación más utilizada para estimar M_r es la relación empírica entre este parámetro y el valor CBR; la correlación sugerida por la guía AASHTO se muestra en la ecuación (25).

$$M_r = 1500(CBR) \quad \rightarrow \quad (Ec. 2.9)$$

M_r = Módulo de resiliencia (psi)

CBR = Californian Bearing Ratio.

De manera similar, la relación empírica entre M_r y CBR también se introdujo en la guía de diseño estructural de pavimentos de Austroads como se muestra a continuación:

$$M_r = 10(CBR) \quad \rightarrow \quad (Ec. 2.10)$$

La estabilización de suelos se define como estabilización de suelos al mejoramiento e incremento de las características físicas y mecánicas de un solo o una combinación de diferentes tipos de suelos, lo que facilita conseguir un suelo que tenga las características ingenieriles deseadas. La estabilización se realiza principalmente por 3 razones: el incremento de la rigidez y resistencia al punzonamiento, conseguir una mejor permeabilidad e incrementar la durabilidad del suelo frente a acciones climáticas y a las cargas ocasionadas por el tráfico vehicular (26).

Es conocido como un método para mejorar las capacidades del suelo haciendo uso de productos químicos, o simplemente mezclando otros suelos con diferente huso granulométrico; el mejoramiento de un suelo es el procedimiento por el cual se incrementan las características y valores de capacidad de soporte de los suelos. El proceso de estabilización es necesario cuando el suelo empleado para la conformación de la vía no cumple con los requerimientos mínimos de diseño. Con los diferentes tipos de estabilización se desea decrecer la permeabilidad y la comprensibilidad del suelo y para aumentar la rigidez del suelo, con el objetivo de prevenir asentamientos de diferentes tipos de estructuras (27).

Es también un conglomerado de procedimientos que pueden ser físicos, químicos o mecánicos que cambian y modifican las características de los suelos, que son de preocupación en el ámbito de la ingeniería civil, con lo que se desea conseguir un suelo óptimo para usarlo. Con la estabilización se desea reducir la plasticidad, la permeabilidad, la expansión e incrementar valores de resistencia al corte, capacidad de soporte y el módulo de resiliencia (28).

La estabilización química es un método de mejoramiento de los suelos consiste en hacer uso de productos químicos para el mejoramiento de las características de los suelos, reduciendo el índice de plasticidad y aumentando su resistencia a la aplicación de cargas provenientes del tráfico vehicular y las inclemencias climáticas (29).

La estabilización mecánica se desarrolla a través de la densificación de los suelos, ya que este proceso permite disminuir la cantidad de espacios vacíos, por lo tanto, la permeabilidad y la compresibilidad, asimismo realizar el mejoramiento de las características físicas y mecánicas de los suelos tal como la capacidad de soporte y la resistencia al punzonamiento (28).

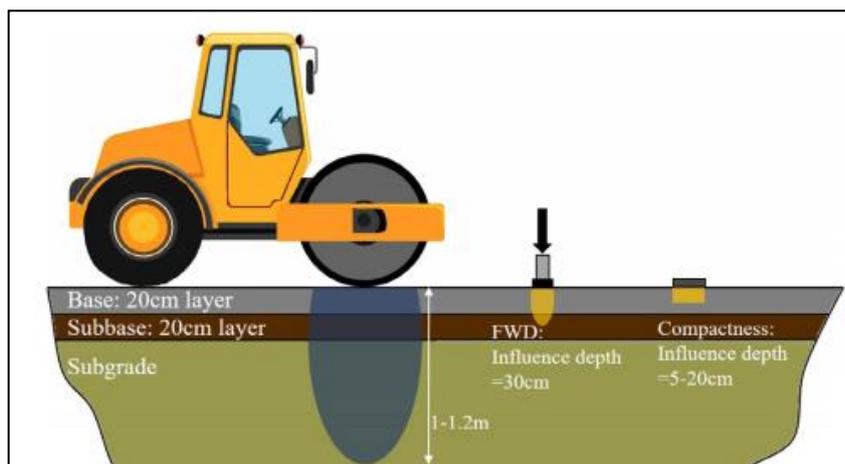


Figura 3. Compactación de capas. Extraído de Zhu et al. (30)

La estabilización física de suelos permite aumentar la fricción y roce entre partículas, así como la cohesión y la reducción de la permeabilidad del suelo, esta se hace a través de una modificación en el huso granulométrico, mezclando diferentes tipos de suelos con características independientes (28).

La estabilización físico-química mayormente es empleado cuando se encuentran suelos que tienden a contener una gran cantidad de áridos finos de alta plasticidad, como pueden ser las arcilla o limos, este método comprende agregar cementantes que tiendan a generar un cambio iónico dentro de su composición, para la debida alteración e incremento de sus características como son la trabajabilidad, resistencia, etc., del terreno dispuesto (28).

La subrasante se define como la base de la estructura del pavimento y también conforma parte de la estructura del terraplén de la carretera, que se encuentra entre el terreno de fundación y las capas granulares del terraplén. El suelo de subrasante tiene como función recoger las cargas ocasionadas por el tráfico vehicular y el peso propio de la misma estructura. Las capacidades del suelo de subrasante deben cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en el diseño, y debe ser compactado al 95% de la densidad seca máxima para evitar el aumento de volumen y la presencia de permeabilidad. La principal característica de la subrasante es el valor de CBR (20).

El diseño de la estabilización hace referencia a la cantidad óptima del estabilizante en relación al grosor de la capa granular o suelo de subrasante, para lo cual aún no hay un proceso establecido, razón por la cual se realiza de manera empírica a través del test de CBR, con el objetivo de evaluar y analizar cómo se comporta el suelo luego de la aplicación de estabilizantes (31).

Finalmente, el concreto reciclado son materiales usados en el desarrollo de los mampuestos, morteros y hormigón, ya sean estructurales y no estructurales, no obstante, las estructuras de los agregados son muy variados y no poseen una matriz fija, por lo que sus características mecánicas son muy cambiantes, en comparación con los agregados de origen natural (32).



Figura 4. Tratamiento del concreto reciclado, tomado de «Análisis de residuos de construcción y demolición (RCD) para su reutilización en obras de ingeniería civil» por Sanchez (33)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada

El tipo de estudio esta otorgado por las acciones que se describen a una serie de métodos y procedimientos que se pueden aplicar para un estudio y así establecer la cuestión surgida a una problemática según su tipo, con la finalidad de lograr información novedosa (34).

La presente investigación es de tipo aplicada, esto debido a que se aplicaron saberes teóricos y prácticos para conseguir novedosos conocimientos en cuanto a la adición de concreto reciclado para la estabilización de la subrasante.

Diseño de investigación: Experimental

El diseño de la investigación es el diseño de los procesos de un estudio o plan, es ejecutado con la finalidad de obtener información requerida para el desarrollo de un estudio, desarrollándose juntamente la prueba de hipótesis y dando a conocer la veracidad de estos (35).

El presente proyecto de investigación posee un diseño experimental, debido a que se ejecutaron ensayos de laboratorio sobre la muestra inalterada con la adición del concreto reciclado para la estabilización de la subrasante de la carretera Caracoto-Coata.

Enfoque de investigación: Cuantitativo

El enfoque de la investigación es el proceso donde se va delimitando los aspectos sobre lo sistemático, así mismo en lo disciplinado y controlado, esto de acuerdo a los niveles cualitativos o cuantitativos, en los que la investigación se enfocará (36).

La presente investigación posee un enfoque de tipo cuantitativo, debido a que los las variables e indicadores de la investigación cuentan con una unidad de medida, asimismo se realizó el análisis del concreto reciclado sobre el suelo de la subrasante para determinar la influencia de las características físicas y mecánicas.

Nivel de investigación: Explicativo

El nivel de una investigación se refiere al grado de hondura, en la cual se examina algunos fenómenos o hechos que suceden en la realidad y todo lo referente a una investigación (37).

El nivel optado por la presente investigación es explicativo, debido a que se hizo uso de las teorías y procedimientos vinculados al tema de estudio, ya que se realizó la búsqueda de la explicación de la influencia de la adición del concreto reciclado sobre la estabilización de una subrasante.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Concreto reciclado

Definición Conceptual: Los residuos de concreto son insumos provenientes de la demolición de estructuras y elementos elaborados con concreto estos pueden provenir de edificaciones, pavimentos o de plantas de concreto premezclado, para la caracterización de este material es necesario la ejecución del test de granulometría, de acuerdo a diversos estudios este tipo de desechos presentan similares características a los agregados naturales (38).

Definición Operacional: Los residuos de concreto reciclado requieren de un proceso de verificación de su calidad, por lo que es necesario conocer sus características físicas del mismo (resistencia a la abrasión, granulometría y las dosificaciones).

Variable 2: Estabilización de subrasante

Definición Conceptual: Es el mejoramiento e incremento de las características físicas y mecánicas de un o la combinación de varios suelos, esto se puede realizar mediante la adición de diferentes materiales, compactación, combinación de suelos, etc. La estabilización de suelos se realiza con la finalidad de incrementar la rigidez y resistencia al punzonamiento, reducción de la permeabilidad e incrementar la durabilidad del suelo frente a cargas de tráfico vehicular y las inclemencias climáticas (39).

Definición Operacional: La variable estabilización de subrasante se operacionaliza mediante sus tres dimensiones, las cuales son: Índice de plasticidad, densidad seca máxima, capacidad de soporte y el módulo de resiliencia, los cuales se consiguieron a través de los ensayos de: Proctor modificado, Californian Bearing Ratio y con la fórmula de correlación de ASSHTO.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es conceptualizada como el conglomerado de objetos u individuos, que vienen a ser una parte del universo de estudio en donde se dará la investigación (40).

Para la presente investigación la población estuvo constituida por todo el camino vecinal Caracoto-Coata el cual comprende un total de 18 kilómetros.

Criterios de inclusión

El criterio de inclusión hace referencia a la delimitación de la población, siendo tomado en cuenta sus parámetros, propiedades y cualidades (41).

Para la elaboración de la presente investigación se tomó en cuenta el tramo comprendido entre las progresivas Km 0+000 y Km 1+000.

Criterios de exclusión

El criterio de exclusión es la delimitación de la población, obviando parámetros, aspectos y características de la población en estudio que no se sometieron a estudio (41). Para la presente investigación no se tomaron en cuenta tramos diferentes al comprendido entre las progresivas Km 0+000 y Km 1+000.

Muestra

La muestra es un área representativa de la población y que se utiliza para sacar conclusiones sobre el comportamiento de la población (34).

Para la presente investigación la muestra estuvo constituida por un tramo de 1 kilómetro comprendido entre las progresivas Km 0+000 a Km 1+000, el cual posee un IMDA menor a 200 vehículos por día, por lo cual se desarrolló tres calicatas a una profundidad de 1.50 respecto al nivel de subrasante en las progresivas Km 0+000, Km 0+500 y Km 1+000, de donde se extrajo las muestras de suelo.

Muestreo

El muestreo no probabilístico por conveniencia, ayuda a determinar aquellos elementos que sean accesibles y de fácil proximidad para el investigador (42).

Para la presente investigación la técnica de muestreo empleado es no probabilística, debido a que la muestra fue seleccionada de acuerdo al criterio y conveniencia del investigador.

Unidad de análisis

La unidad de análisis se refiere a la estructura categórica, mediante la cual se logre dar respuesta a las preguntas generadas hacia un problema, tales como son las preguntas de investigación (43).

Para la presente investigación la unidad de análisis está conformada por la subrasante de la carretera Caracoto – Coata.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos: Observación directa

Las técnicas de la obtención de datos hacen referencia a las actividades y procesos que ayudan al investigador a conseguir los datos necesarios para responder a su pregunta de investigación, de la misma manera señala que la observación directa es un procedimiento por el cual se observa la objeto o sujeto de estudio en una situación particular. (44).

Para el presente estudio se hizo uso de la técnica de observación de forma directa, esto ya que se realizará la observación de las características de la subrasante con y sin la adición de concreto reciclado, esto con la finalidad de responder los problemas planteados para el presente estudio.

Instrumentos de recolección de datos: Fichas de recopilación de datos

El instrumento en la investigación está enfocado en adecuar las condiciones para ejecutar una medición más precisa y correcta, los resultados que estos ofrecen son características que expresan una capacidad del mundo real, y existe la posibilidad de ser percibido de forma directa o también indirecta, es posible señalar que toda investigación empírica se puede medir (34).

Los instrumentos que se hacen uso para la recolección de datos en un estudio científico debe ser confiable, objetivo y que tenga validez, si alguna de estas características no se cumple el instrumento no será de utilidad y los resultados que recolecte no serán legítimos. (45).

Los instrumentos que se usaron en la presente investigación, son las fichas de laboratorio con las cuales se recolectaron datos de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y California Bearing Ratio, de acuerdo a la incorporación con y sin concreto reciclado.

Validez

Es el proceso mediante el cual el investigador que elaboró o quiere hacer uso de un instrumento recibe opiniones para analizar sus inferencias. El procedimiento de validez requiere de un análisis experimental con la finalidad de la recolección de datos (46). Los instrumentos y formatos para la recaudación de datos son conocidos y estandarizados por entidades serias como la ASTM como también las delimitaciones del RNE (Reglamento nacional de edificaciones). La validación de los instrumentos se anexó al presente estudio. Así mismo para la validez de datos se realizó de acuerdo al juicio de los expertos los cuales se detallan a continuación:

Tabla 2. *Magnitudes y rango de la validez*

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 – 0.65	Validez baja
0.60 – 0.65	Valida
0.66 – 0.71	Muy valida
0.72 – 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Nota: Tomado de Santos (46)

El valor promedio de la validez fue 0.90 que de acuerdo a la tabla 3, se puede afirmar que los instrumentos poseen una validez **excelente**.

Tabla 3. *Juicio de expertos*

Validadores				
Nº	Nombre y apellido	Profesión	CIP	Coefficiente de validez
1	Godoy Ruedas, Sergio Eliseo	Ing. Civil	94952	1.00
2	Condori Carrizales, Wilmer Edison	Ing. Civil	117958	0.85
3	Huarachi Hualpa, René Juan	Ing. Civil	86025	0.85
Valor promedio del coeficiente de validez				0.90

Confiabilidad

Santos hace referencia a la confiabilidad de un instrumento de investigación como el grado de confianza que otorga el instrumento, es decir que a pesar que se aplique al mismo individuo u objeto este otorgará los mismos resultados (46).

Tabla 4. *Coefficiente de confiabilidad*

Nula	Muy baja	Baja regular	Aceptable	Elevada	Total, o perfecta
0					1
0% de confiabilidad de la medición					100% de confiabilidad

Nota: Tomado de Santos (46)

3.5. Procedimientos

3.5.1. Estudios previos.

3.5.1.1 Estudios de campo

3.5.1.1.1 Estudios de exploración de suelos:

Para la exploración de suelos se utilizó las normas establecidas por el manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia (MTC) donde se encuentran las normas AASHTO T 86-90, ASTM D 420-69 dicha norma establece que se realiza 1 calicata por 1km para las vías que cuentan con un IMDA<200veh/día, como también definen que las calicatas se realizan con una profundidad de 1.50 m.

En esta investigación se realizó 3 calicatas en las progresivas (km 0+000, 0+500 y 1+000) con una profundidad de 1.50m, para poder obtener una mayor recolección de datos sobre el suelo y poder obtener mejores resultados.

3.5.1.1.2 Caracterización de las muestras de concreto reciclado

Para la presente investigación se realizó la recolección de muestras de concreto reciclado proveniente del botadero presente a las afueras del distrito de Caracoto, así como se aprecia en la figura 3, para lo cual se escogió restos de concreto reciclado provenientes de la demolición de pavimentos rígidos, debido a que estos se presentaban en mayor cantidad y poseían una distribución más uniforme, los bloques de concreto seleccionados no poseían materiales que alterasen la composición del concreto reciclado, como elementos contaminantes (materiales adheridos, desechos, aceites, etc.) de los cuales se midió su resistencia a la compresión mediante el uso de un esclerómetro, tal como se observa en la figura 4.



Figura 5. Botadero de las afueras del distrito de Caracoto



Figura 6. Medición de la resistencia a la compresión a través del esclerómetro

Las muestras de concreto fueron sometidas a un lavado, con presión de agua, y secados para su posterior trituración. Respecto a su trituración se realizó de manera mecánica con la ayuda de un martillo mecánico, combos, etc.; los cuales fueron tamizados por la malla de 1 ½” mediante una malla de dicha medida. La trituración del concreto se realizó de manera manual debido a que las trituradoras mecánicas suelen realizar esta acción a volúmenes mayores.



Figura 7. Limpieza y trituración de los residuos de concreto



Figura 8. Tamizado del concreto reciclado

Para la obtención de resistencia a la abrasión de la muestra de concreto reciclado, se hizo de acuerdo a lo establecido por ASTM C-535, para determinar la pérdida de masa del concreto reciclado y establecer su resistencia.

Para establecer sus características físicas se realizaron los ensayos de granulometría y límites de consistencia.

3.5.2.2 Estudios de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados de acuerdo a la normativa existente sobre ensayo de materiales como el manual de ensayo de materiales del MTC, las normas AASHTO y ASTM, las cuales se describen a continuación.

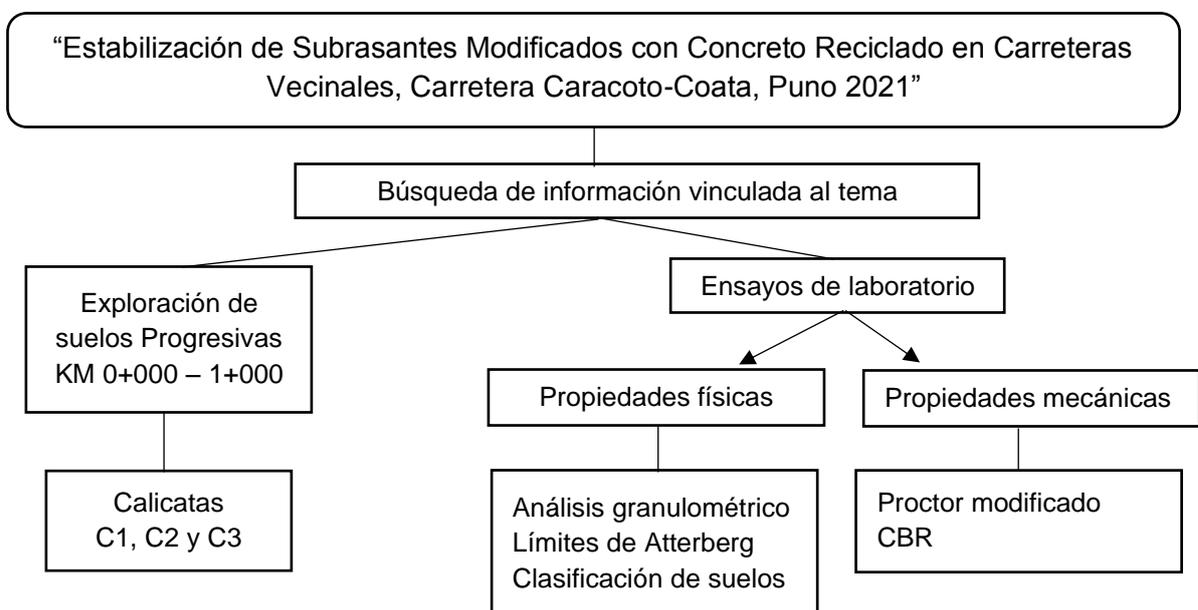
Tabla 5. Estudios de laboratorio

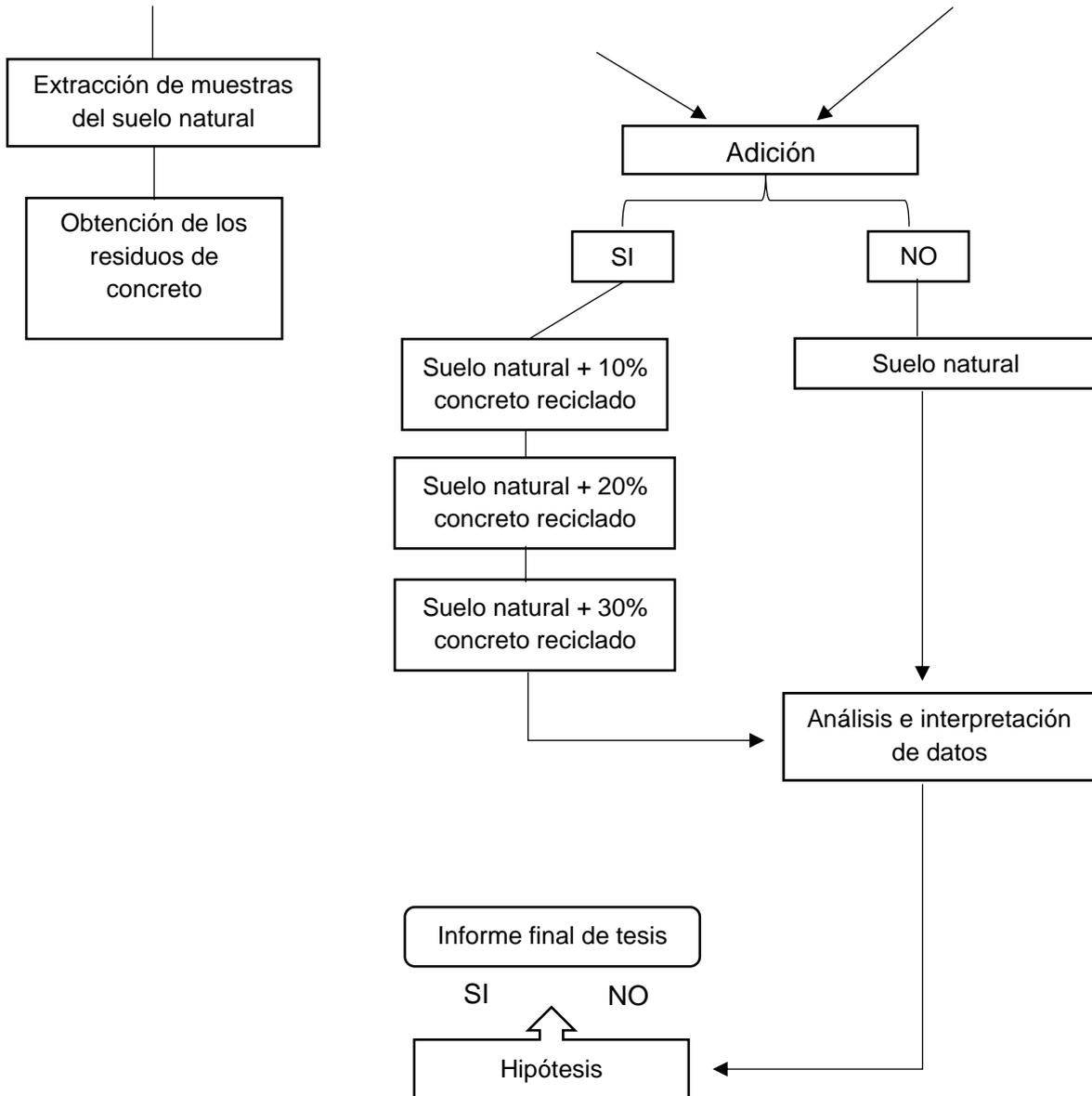
Ensayos	Norma	Manual de Ensayos de materiales
Ensayo granulométrico	MTC E 107 y ASTM D-422	Sección N°1: Suelos (p. 44)

Límites de Atterberg	MTC E 110 y E 111–ASTM D- 4318	Sección N°1: Suelos (p. 67 - 75)
Test de Proctor modificado	MTC E 115 y ASTM D-1557	Sección N°1: Suelos (p. 105)
CBR	MTC E 132 y ASTM D-1883	Sección N°1: Suelos (p. 248)
Módulo de resiliencia (Mr)	MTC E 128 y AASHTO T- 274	Sección N°1: Suelos (p. 201)

Fuente. Manual de ensayos de materiales (47)

Los certificados y calibraciones de los instrumentos utilizados se pueden apreciar en los anexos 5 y 6.





3.6. Método de análisis de datos

Para desarrollar este proyecto de investigación se efectuó 3 calicatas a lo largo de un 1 KM donde la (C1 KM 0+000) (C2 0+500) (C3 KM 1+000), para ser sometidas a distintos ensayos para determinar sus propiedades físicas y mecánicas como se puede apreciar en las tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6. Tamizado de la muestra de la calicata C-1

TAMI Z	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENID O	PORCENT AJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULA DO	PORCENT AJE QUE PASA
3"	76.200				
2 ½"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1//2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.350				
Nº 4	4.760	2.20	0.37	0.37	99.63
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	5.20	0.87	1.23	98.77
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	7.20	1.20	2.43	97.57
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	5.90	0.98	3.41	96.59
Nº 50	0.300	2.50	0.42	3.82	96.18
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº 100	0.149	4.20	0.70	4.52	95.48
< Nº 200	0.074	2.90	0.48	5.00	95.00
	BASE	572.10	95.35	100.00	0.00
	TOTAL	600.00	100.00		
	PERDIDA	95.35			

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 7, se especifica los porcentajes retenidos y/o acumulados de las muestras tomadas de la progresiva KM (0+500), donde se efectúa por medio de los tamices desde la Nº 10 a la < Nº 200.

Tabla 7. Tamizado de la muestra de la calicata C-2

TAMI Z	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENID O	PORCENT AJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULA DO	PORCENT AJE QUE PASA
3"	76.200				
2 ½"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1//2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.350				
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	0.20	0.04	0.04	99.96
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	0.80	0.16	0.20	99.80
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	1.00	0.20	0.40	99.60
Nº 50	0.300	0.60	0.12	0.52	99.48
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº 100	0.149	3.80	0.76	1.28	98.72
< Nº 200	0.074	11.80	2.36	3.64	96.36
	BASE	481.80	96.36	100.00	0.00
	TOTAL	500.00	100.00		
	PERDIDA	96.36			

Fuente. Resultados de laboratorio

En la tabla 8, se especifica los porcentajes retenidos y/o acumulados de las muestras tomadas de la progresiva KM (1+000), donde se efectúa por medio de los tamices desde la 1/2" a la < N° 200.

Tabla 8. Tamizado de la muestra de la calicata C-3

TAMI Z	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENID O	PORCENT AJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULA DO	PORCENT AJE QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	3.30	0.10	0.10	99.90
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.10	99.90
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	1.80	0.06	0.16	99.84
N° 8	2.380				
N° 10	2.000	0.90	0.18	0.34	99.66
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	5.00	1.00	1.34	98.66
N° 30	0.590				
N° 40	0.420	5.60	1.12	2.46	97.54
N° 50	0.300	2.20	0.44	2.90	97.10
N° 60	0.250				
N° 80	0.180				
N° 100	0.149	3.70	0.74	3.63	96.37
< N° 200	0.074	9.90	1.98	5.61	94.39
BASE		472.70	94.54	100.00	0.00

TOTAL	3200.00	100.00
	14.77	

Tabla 9. *Propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón*

Ensayo	Descripción	Muestra 1 C-1	Muestra 2 C-2	Muestra 3 C-3
Límites de consistencia	Limite liquido (%)	68.53	67.15	65.60
	Limite plástico (%)	50.15	49.19	48.96
	Índice de plasticidad (%)	18.38	17.96	16.64
Proctor modificado	Optimo contenido de humedad	20.00	21.20	20.20
	Máxima densidad seca	1.58	1.61	1.66
Capacidad de soporte (CBR)	CBR 100% MDS	5.60	5.30	5.70
	CBR 95% MDS	4.80	3.50	4.60
Módulo de resiliencia	de MR (PSI)	7200.00	5250.00	6900.00
Clasificación de suelo	de SUCS	MH	MH	MH

Fuente. Elaboración propia

Para determinar las dosificaciones del concreto reciclado se procedió a tomar muestras de concreto triturado y reciclado proveniente de los botaderos existentes en las afueras del distrito de Caracoto, sometiéndola a un análisis granulométrico como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 10. *Análisis granulométrico del concreto reciclado*

TAMI Z	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENID O	PORCENT AJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULA DO	PORCENT AJE QUE PASA
-----------	------------------------	----------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------

3"	76.200				
2 ½"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	309.00	10.30	10.30	89.70
1 ½"	38.100	283.00	9.43	19.73	80.27
1"	25.400	193.00	6.53	26.27	73.73
¾"	19.050	246.00	8.20	34.47	65.53
1//2"	12.700	458.00	15.27	49.73	50.27
3/8"	9.525	273.00	9.10	58.83	41.17
¼"	6.350				
Nº 4	4.760	387.00	12.90	71.73	28.27
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	221.24	44.25	84.24	15.76
Nº 16	1.190				
Nº 20	0.840	89.82	17.96	89.32	10.68
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420	59.91	11.98	92.71	7.29
Nº 50	0.300	24.92	4.98	94.11	5.89
Nº 60	0.250				
Nº 80	0.180				
Nº					
100	0.149	33.80	6.76	96.03	3.97
< Nº					
200	0.074	10.20	2.04	96.60	3.40
	BASE	60.11	12.02	100.00	0.00
	TOTAL	3000.00	100.00		
	PERDIDA	2.00			

Fuente. Resultados de laboratorio

Una vez determinado su análisis granulométrico se procedió a efectuar el ensayo de límites de consistencia y resistencia a la abrasión de la muestra de concreto reciclado (ver tabla 11).

Tabla 11. Características del concreto reciclado

Descripción	Concreto reciclado
Porcentaje de pérdida	39.08%
LL	NP
LP	NP
IP	NP
Tamaño máximo	2"
Clasificación de suelos (SUCS)	GW
Resistencia a la compresión promedio	214.15 Kg/cm ²
Origen	Residuos de pavimento rígido

Fuente. Resultados de laboratorio

3.6.1. Cuantificación de la variación del índice de plasticidad de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Para el cálculo de la variación del índice de plasticidad de las subrasantes modificadas con concreto reciclado en carreteras vecinales, en las dosificaciones de 10%, 20% y 30%, se hizo la utilización del ensayo de límite plástico y límite líquido, el cual se desarrolló en el laboratorio de mecánica de suelos.

Ensayos de límite líquido y límite plástico para el suelo patrón + concreto reciclado

Tabla 12. Índice de plasticidad del suelo patrón más 10% de concreto reciclado

Descripción	Suelo natural + 10% CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
Límite líquido	50.43	51.42	56.30	52.72
Límite plástico	35.63	36.14	38.26	36.68
Índice de plasticidad	14.80	15.28	18.04	16.04

Fuente. Resultados de laboratorio

Tabla 13. Índice de plasticidad del suelo patrón más 20% de concreto reciclado

Descripción	Suelo natural + 20% CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
Límite líquido	49.41	46.93	44.44	46.94
Límite plástico	36.61	33.76	33.37	34.58
Índice de plasticidad	12.80	13.18	11.06	12.35

Fuente. Resultados de laboratorio

Tabla 14. Índice de plasticidad del suelo patrón más 30% de concreto reciclado

Descripción	Suelo natural + 30% CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
Límite líquido	47.08	41.01	40.04	42.71
Límite plástico	36.61	30.90	30.24	32.58
Índice de plasticidad	10.46	10.11	9.80	10.12

Fuente. Resultados de laboratorio

3.6.2. Cálculo de la variación de la densidad seca máxima de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Para el cálculo de la variación de la máxima densidad seca de las subrasantes modificadas con concreto reciclado en carreteras vecinales, en las dosificaciones de 10%, 20% y 30%, se hizo la utilización del ensayo de Proctor modificado, el cual se desarrolló en el laboratorio de mecánica de suelos.

Ensayos de Proctor modificado para el suelo patrón + concreto reciclado

Tabla 15. Proctor modificado del suelo patrón más 10% de concreto reciclado

Descripción	Suelo natural + 10% CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.51	1.56	1.77	1.62
Optimo contenido de humedad (%)	23.20	24.20	23.20	23.53

Fuente. Resultados de laboratorio

Tabla 16. Proctor modificado del suelo patrón más 20% de concreto reciclado

Descripción	Patrón + 20%CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.46	1.57	1.71	1.58
Optimo contenido de humedad (%)	25.1	26.40	25.40	25.63

Fuente. Resultados de laboratorio

Tabla 17. Proctor modificado del suelo patrón más 30% de concreto reciclado

Descripción	Patrón + 30%CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
Máxima densidad seca	1.42	1.52	1.70	1.55
Optimo contenido de humedad	28.40	28.10	27.10	27.87

Fuente. Resultados de laboratorio

3.6.3. Cuantificación de la variación de la capacidad de soporte de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Para determinar la capacidad de soporte se empleó el ensayo de Californian Bearing Ratio (CBR), sometiendo al suelo patrón + concreto reciclado como se puede apreciar en las siguientes tablas 18-20.

Tabla 18. Capacidad de soporte del suelo patrón más 10% de concreto reciclado

Descripción	Suelo patrón + 10% CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
CBR al 100% de la MDS	6.70	7.80	7.20	7.23
CBR al 95% de la MDS	5.40	6.30	5.50	5.73

Fuente. Resultados de laboratorio

Tabla 19. Capacidad de soporte del suelo patrón más 20% de concreto reciclado

Descripción	Patrón + 20% CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
CBR al 100% de la MDS	7.90	10.50	9.00	9.133
CBR al 95% de la MDS	5.90	8.30	7.20	7.133

Fuente. Resultados de laboratorio

Tabla 20. Capacidad de soporte del suelo patrón más 30% de concreto reciclado

Descripción	Patrón + 30%CR			
	0+000	0+500	1+000	Promedio
CBR al 100% de la MDS	13.6	12.4	12.60	12.87
CBR al 95% de la MDS	13.1	8.90	9.00	10.333

Fuente. Resultados de laboratorio

3.6.4 Cálculo de la variación del módulo de resiliencia de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales.

Para obtener el módulo de resiliencia se hizo el empleo de la siguiente tabla 16.

Tabla 21. Módulo de resiliencia propuesta por AASHTO por la correlación con el CBR (%)

AASHTO	
El Mr se obtiene en relación al CBR	
Fórmula matemática	Observación
$Mr(psi) = 1500 * CBR$	CBR < 10.00%
$Mr(psi) = 3000 * CBR^{0.65}$	CBR de 10 - 20%
$Mr(psi) = 4326 * \ln(CBR) + 241$	Para suelo granulares con CBR >20.00%

Fuente. Aragundi et al. (48)

Cálculo del módulo de resiliencia

Para el cálculo del módulo de resiliencia se realizó en correlación de los resultados de capacidad de soporte (CBR). Y se utilizó las ecuaciones planteadas en la tabla 21 para poder obtener el Mr.

Tabla 22. *Módulo de resiliencia de las diferentes proporciones de concreto reciclado*

Muestras	CBR %	Módulo de resiliencia (Mr.) psi
Suelo natural + 0% CR.	4.30	6450.00
Suelo natural + 10% CR.	5.73	8595.00
Suelo natural + 20% CR.	7.13	10695.00
Suelo natural + 30% CR.	10.33	13686.31

Fuente. Elaboración propia

3.7. Aspectos éticos

La elaboración y ejecución del presente estudio se rigió de acuerdo a lo establecido por la resolución de consejo universitario N° 0126-2017/UCV, la presente tesis cumple con los lineamientos establecidos como el rigor científico, competitividad profesional, para lo cual será sometido al software de anti plagio y todos los autores serán debidamente citados con la norma ISO-690.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El presente estudio se desarrolló en la vía Caracoto – Coata, en un tramo perteneciente al distrito de Caracoto, provincia de San Román, en el departamento de Puno.



Figura 9. Mapa político del Perú y de la región de Puno

Ubicación del proyecto

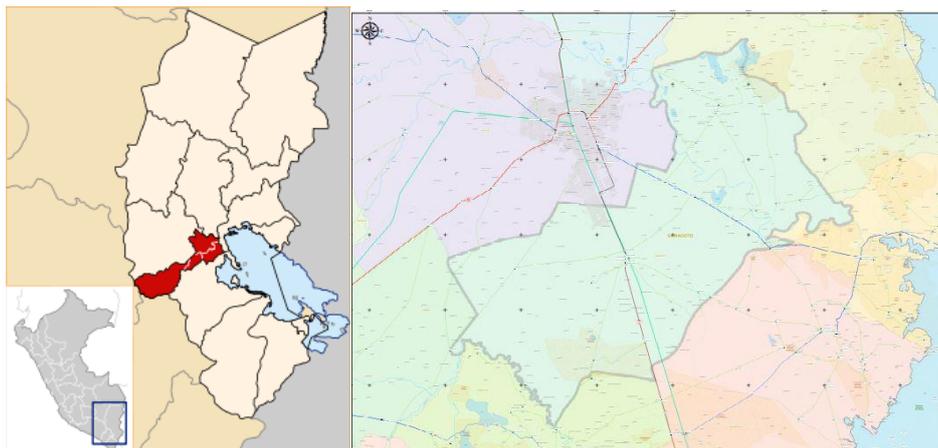


Figura 10. Mapa de la provincia de San Román y del distrito de Caracoto

Límites

- Norte : Con el distrito de Juliaca
- Sur : Con la provincia de Puno
- Este : Con el distrito de Huata y Coata

Oeste : Con el distrito de Cabana

Ubicación geográfica

El distrito de Caracoto presenta las siguientes coordenadas geográficas: 15°34'09"S y 70°06'26"O contando con un área de 285.9 kilómetros cuadrados con una altitud de aproximadamente 3825 m.s.n.m. De acuerdo al INEI hasta el 2015 Caracoto contaba con una población estimada de 5655 habitantes.

Clima

El clima que posee el distrito de Caracoto es seco y frío durante la mayor parte del año, en verano suelen presentarse lluvias de moderada a fuerte intensidad, con presencia de nubes que cubren la meseta del Altiplano, con una temperatura que va desde los -6°C hasta los 20°C, teniendo una temperatura promedio de 14.4°C durante el año.

4.2 Resultados

4.2.1 Resultados de la variación del índice de plasticidad de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Tabla 23. Variación del índice de plasticidad, SP + Concreto reciclado (Valores Promedios)

Descripción	SP	SP + 10%CR	SP + 20%CR	SP + 30%CR
Índice de plasticidad (%)	17.66	16.04	12.35	10.12
Coeficiente de variación (cv) (%)	4.61	0.47	0.285	0.191
Variación (gr/cm3)	+/- 0.10	+/- 0.01	+/- 0.006	+/-0.5%

Fuente. Elaboración propia

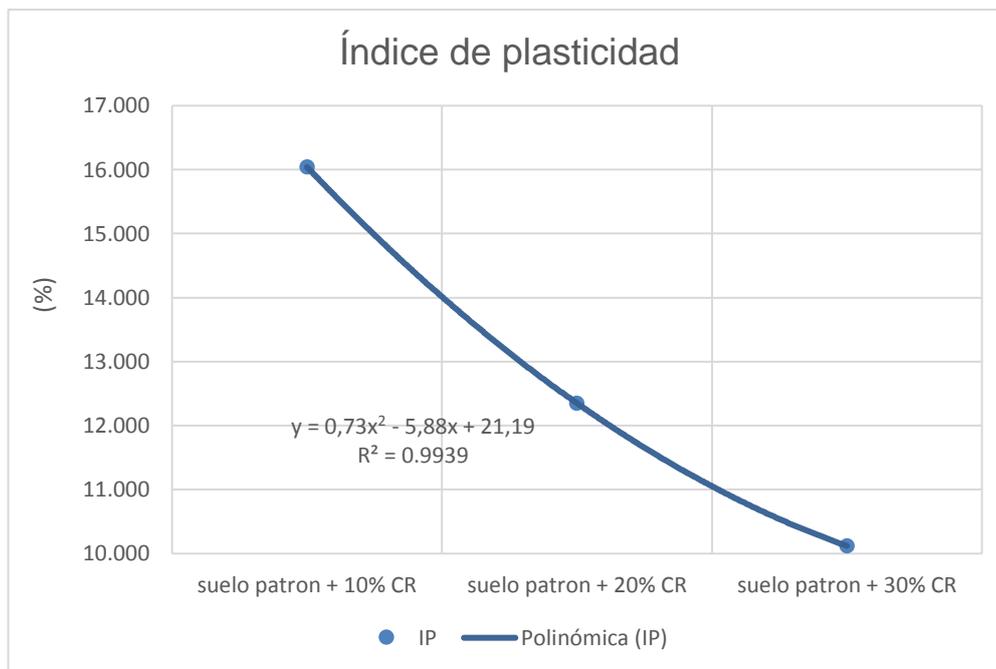


Figura 11. Resultados de índice de plasticidad

Interpretación:

En la tabla 23 y figura 11, se aprecia que el índice de plasticidad con la incorporación de concreto reciclado varía desde 16.04%, 12.35% y 10.12% para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor mínimo alcanzado de índice de plasticidad fue de 10.12% +/- 0.5%, para una adición de 30% de concreto reciclado, para adiciones menores el índice de plasticidad también decrece.

4.2.2. Resultados de la variación de la densidad seca máxima de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Tabla 24. Variación de la máxima densidad seca, SP + Concreto reciclado (Valores Promedios)

Descripción	SP	SP + 10%CR	SP + 20%CR	SP + 30%CR
Máxima densidad seca (gr/cm ³)	1.617	1.613	1.580	1.547
Contenido de Humedad	20.467	23.533	25.633	27.867
Coefficiente de variación (cv) (%)	4.61	0.47	0.285	0.191

Variación (gr/cm ³)	+/- 0.10	+/- 0.01	+/- 0.006	+/-0.004
---------------------------------	-------------	----------	-----------	----------

Fuente. Elaboración propia

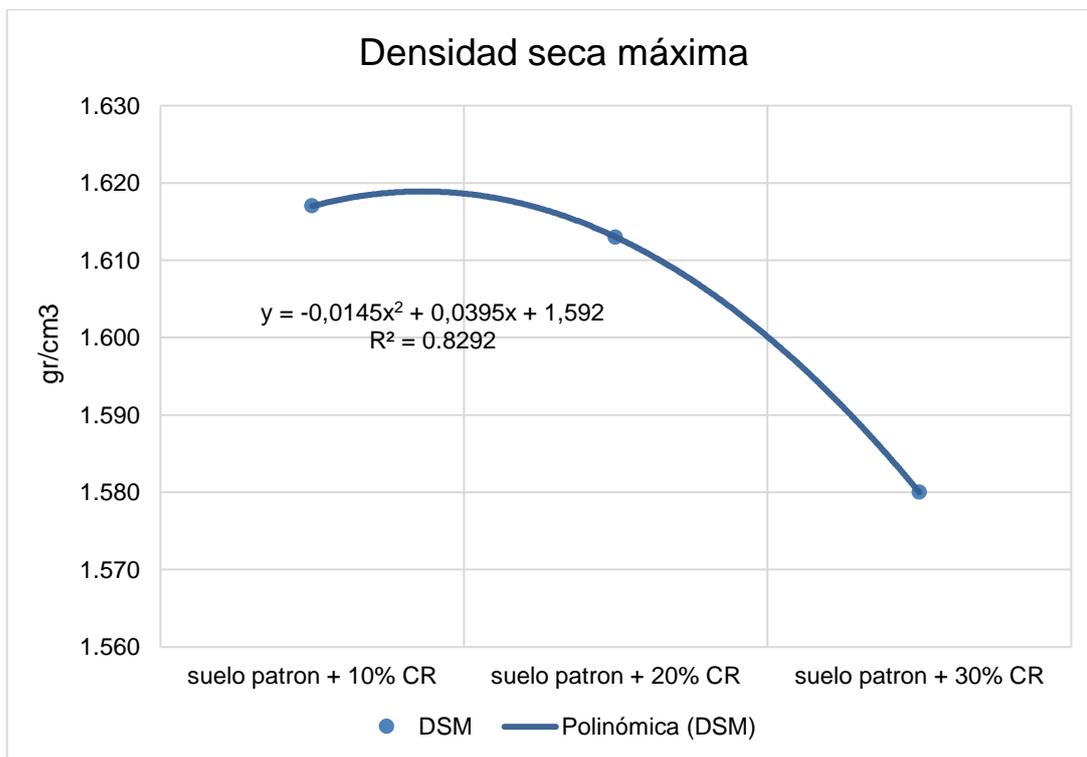


Figura 12. Resultados de la máxima densidad seca

Interpretación:

En la tabla 24 y figura 12, se aprecia que la máxima densidad seca con la incorporación de concreto reciclado varía desde 1.613 gr/cm³, 1.580 gr/cm³ y 1.547 gr/cm³ para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de densidad seca fue de 1.613 gr/cm³ +/- 0.01 gr/cm³, para una adición de 10% de concreto reciclado, para adiciones mayores la densidad seca tiende a decrecer.

4.2.3. Resultados de la variación de la capacidad de soporte de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Tabla 25. Variación de la capacidad de soporte, SP + Concreto reciclado (Valores Promedios)

Ensayo CBR	SP	SP 10%CR	+ SP 20%CR	+ SP 30%CR
CBR al 100% de la MDS	5.533	7.233	9.133	12.867
CBR al 95% de la MDS	4.300	5.733	7.133	10.333
Coefficiente de variación (%)	9.16	3.54	2.24	6.70
Variación (%)	1.85	0.91	0.812	2.73

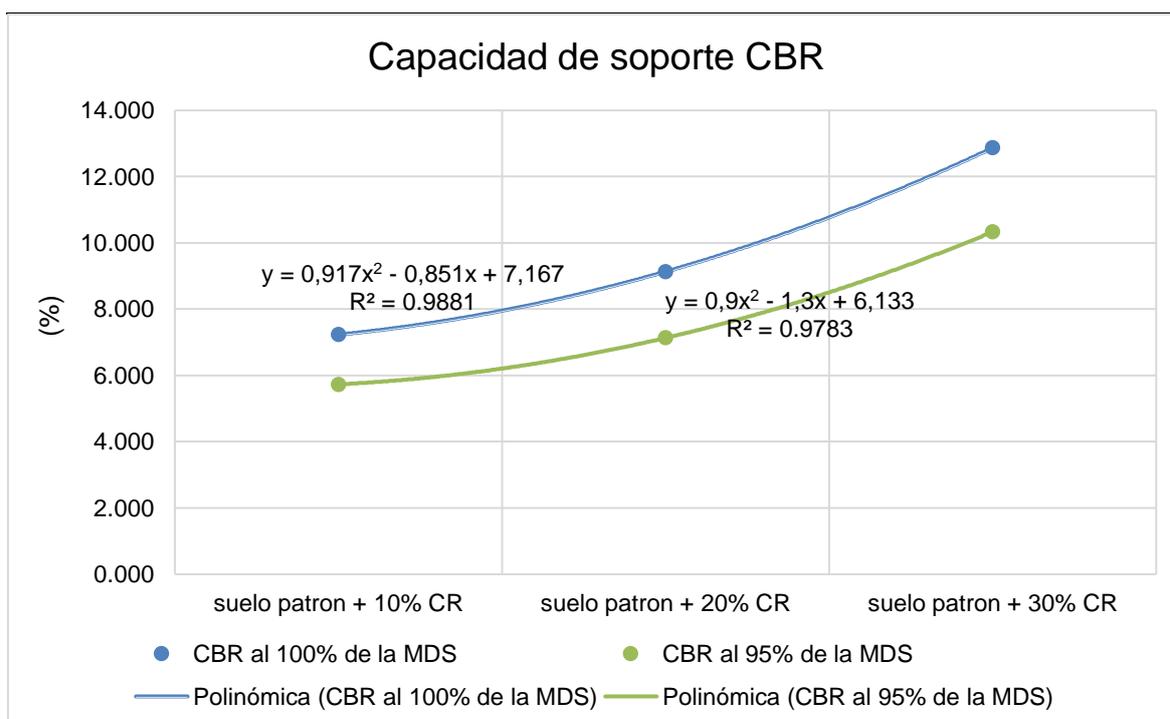


Figura 13. Resultados de capacidad de soporte (CBR)

Interpretación:

En la tabla 25 y figura 13, se aprecia que la capacidad de soporte (CBR) al 95% de la máxima densidad seca con la incorporación de concreto reciclado varía desde 5.733%, 7.133% y 10.333% para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de capacidad de soporte fue de 10.333% +/- 2.73%, para una adición de 30% de concreto reciclado, poseyendo una tendencia de incremento.

4.2.4. Resultados de la variación del módulo de resiliencia de la subrasante modificada con concreto reciclado.

Tabla 26. Variación del módulo de resiliencia, SP + Concreto reciclado (Valores Promedios)

Ensayo	CBR (%)	Módulo de resiliencia (PSI)	Coefficiente de variación (%)	Variación (PSI)
Muestra patrón	4.30	6450.00	21.4	3951.41
SP + 10% CR	5.733	8595.00	1.06	151.39
SP + 20% CR	7.133	10695.00	0.622	95.94
SP + 30% CR	10.333	13686.31	1.76	286.44

Fuente. Elaboración propia.

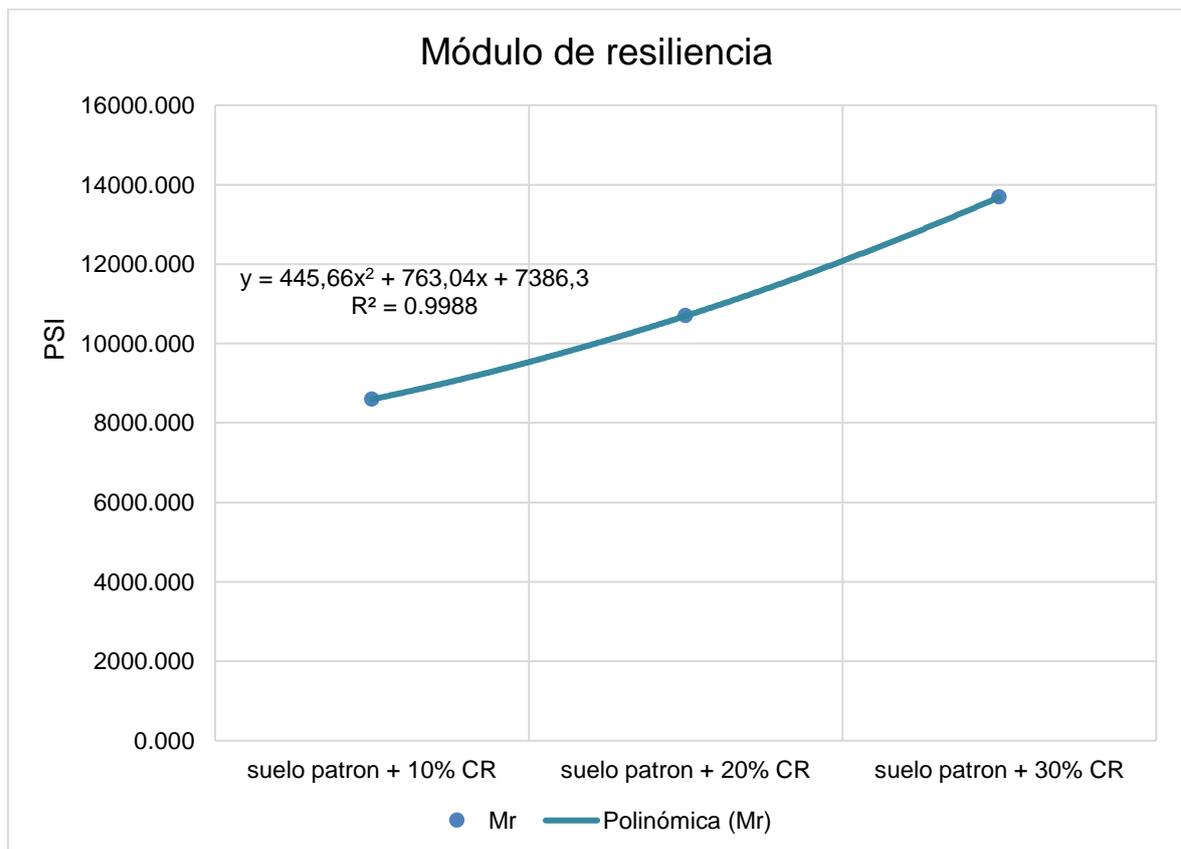


Figura 14. Resultados de módulo de resiliencia (MR)

Interpretación:

En la tabla 26 y figura 14, se aprecia que el módulo de resiliencia con la incorporación de concreto reciclado varía desde 8595.00 PSI, 10695.00 PSI y 13686.31 PSI para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de módulo de resiliencia fue de 13686.31 PSI +/- 286.44 PSI, para una adición de 30% de concreto reciclado, poseyendo una tendencia de incremento.

4.3. Contrastación de hipótesis

4.3.1. Toma de decisión

El nivel de significancia (α) fue de 0.05 debido a que este valor es comúnmente usado por la comunidad científica.

La toma de decisión se realizó de la siguiente manera: Si la significancia (p-valor) es mayor igual a alpha (Sig. $\geq \alpha$) se aceptó la hipótesis nula, sin embargo, si la significancia es menor a alpha (Sig. $< \alpha$) se aceptó la hipótesis alterna.

4.3.1.1. Prueba estadística (Índice de plasticidad)

El índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado se reduce significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.

Hipótesis nula (H_0), los datos de índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (H_1), los datos de índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado no tienen una distribución normal.

Como se aprecia en la tabla 27, de acuerdo al test de Shapiro & Wilk se acepta la hipótesis nula, es decir los valores de índice de plasticidad poseen una distribución normal (p-valor > 0.05), por lo cual es factible hacer uso de la prueba paramétrica de ANOVA para determinar si existió una variación significativa (ver tabla 28).

Tabla 27. Prueba de normalidad (IP)

Pruebas de normalidad						
Descripción	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SN	.296	3	.	.918	3	.446
SN+10% CR	.335	3	.	.858	3	.263
IP SN+20% CR	.322	3	.	.879	3	.323
SN+30% CR	.183	3	.	.999	3	.933

Hipótesis nula (H₀), el índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado no se reduce significativamente.

Hipótesis alterna (H₁), el índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado se reduce significativamente.

Tabla 28. Prueba de ANOVA (IP)

ANOVA de un factor					
IP					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	105.936	3	35.312	26.809	.000
Intra-grupos	10.538	8	1.317		
Total	116.474	11			

Tal como se aprecia en la tabla 28 el valor de significancia es menor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alterna, esto indica que los valores de índice de plasticidad varían significativamente (H₁), debido a que el valor de P fue de 0.000. Para determinar si hubo variaciones en algunos grupos se realizó la post-prueba de Tukey.

Tabla 29. Post-prueba de Tukey (IP)

Comparaciones múltiples	
--------------------------------	--

Variable dependiente: IP						
HSD de Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10% CR	1.62000	.93708	.370	-1.3809	4.6209
	SN+20% CR	5.31333*	.93708	.002	2.3125	8.3142
	SN+30% CR	7.53667*	.93708	.000	4.5358	10.5375
SN+10% CR	SN	-1.62000	.93708	.370	-4.6209	1.3809
	SN+20% CR	3.69333*	.93708	.018	.6925	6.6942
	SN+30% CR	5.91667*	.93708	.001	2.9158	8.9175
SN+20% CR	SN	5.31333*	.93708	.002	-8.3142	-2.3125
	SN+10% CR	3.69333*	.93708	.018	-6.6942	-.6925
	SN+30% CR	2.22333	.93708	.160	-.7775	5.2242
SN+30% CR	SN	7.53667*	.93708	.000	10.5375	-4.5358
	SN+10% CR	5.91667*	.93708	.001	-8.9175	-2.9158
	SN+20% CR	-2.22333	.93708	.160	-5.2242	.7775

Como es posible apreciar en la tabla 29, todos los valores de significancia son menores a α (5%), es decir que los valores de índice de plasticidad con la adición de concreto reciclado varían significativamente.

Tabla 30. Post-prueba de Tukey (IP)

IP			
HSD de Tukey ^a			
Descripción n	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2

SN+30%C R	3	10.1233	
SN+20%C R	3	12.3467	
SN+10%C R	3		16.0400
SN	3		17.6600
Sig.		.160	.370

En la tabla 30 se aprecia que los valores de índice de plasticidad varían significativamente, debido a que los valores promedio se encuentran ubicados en diferentes columnas, y muestran una tendencia de disminución de los valores.

4.3.1.2. Prueba estadística (Densidad seca máxima)

La densidad seca máxima de la subrasante modificadas con concreto reciclado varía significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.

Hipótesis nula (H_0), los datos de densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (H_1), los datos de densidad seca máxima de subrasantes modificadas con concreto reciclado no tienen una distribución normal.

Como se aprecia en la tabla 31, de acuerdo al test de Shapiro & Wilk se acepta la hipótesis nula, es decir los valores de densidad seca máxima poseen una distribución normal (p -valor > 0.05), por lo cual es factible hacer uso de la prueba paramétrica de ANOVA para determinar si existió una variación significativa (ver tabla 32).

Tabla 31. Prueba de normalidad (DSM)

		Pruebas de normalidad					
Descripción		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístic o	G l	Sig.	Estadístic o	gl	Sig.
DS M	SN	0.232	3	.	0.980	3	0.726
	SN+10%CR	0.317	3	.	0.888	3	0.348
	SN+20%CR	0.198	3	.	0.995	3	0.868
	SN+30%CR	0.241	3	.	0.974	3	0.688

Hipótesis nula (H₀), la densidad seca máxima de la subrasante modificadas con concreto reciclado no varía significativamente.

Hipótesis alterna (H₁), la densidad seca máxima de la subrasante modificadas con concreto reciclado varía significativamente.

Tabla 32. Prueba de ANOVA (DSM)

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter- grupos	0.010	3	0.003	0.229	0.874
Intra- grupos	0.113	8	0.014		
Total	0.123	11			

Tal como se aprecia en la tabla 32 el valor de significancia es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula, esto indica que los valores de densidad seca máxima no varían significativamente (H₀), debido a que el valor de P fue de 0.874. Para determinar si hubo variaciones en algunos grupos se realizó la post-prueba de Tukey.

Tabla 33. Post-prueba de Tukey (DSM)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: DSM						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10% CR	.00333	.0970 4	1.00 0	-.3074	.3141
	SN+20% CR	.03667	.0970 4	.980	-.2741	.3474
	SN+30% CR	.07000	.0970 4	.886	-.2408	.3808
SN+10% CR	SN	-.00333	.0970 4	1.00 0	-.3141	.3074
	SN+20% CR	.03333	.0970 4	.985	-.2774	.3441
	SN+30% CR	.06667	.0970 4	.899	-.2441	.3774
SN+20% CR	SN	-.03667	.0970 4	.980	-.3474	.2741
	SN+10% CR	-.03333	.0970 4	.985	-.3441	.2774
	SN+30% CR	.03333	.0970 4	.985	-.2774	.3441
SN+30% CR	SN	-.07000	.0970 4	.886	-.3808	.2408
	SN+10% CR	-.06667	.0970 4	.899	-.3774	.2441
	SN+20% CR	-.03333	.0970 4	.985	-.3441	.2774

Como es posible apreciar en la tabla 33, todos los valores de significancia son mayores a α (5%), es decir que los valores de densidad seca máxima con la adición de concreto reciclado no varían significativamente.

Tabla 34. Post-prueba de Tukey (DSM)

DSM		
HSD de Tukey ^a		
Descripción	N	Subconjunto
		para $\alpha = 0.05$
		1

SN+30%CR	3	1.5467
SN+20%CR	3	1.5800
SN+10%CR	3	1.6133
SN	3	1.6167
Sig.		0.886

En la tabla 34 se aprecia que los valores de densidad seca máxima no varían significativamente, debido a que los valores promedio se encuentran ubicados en la misma columna, pero muestran una tendencia de disminución de los valores.

4.3.1.3. Prueba estadística (CBR)

La capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado se incrementa significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.

Hipótesis nula (H_0), los datos de capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (H_1), los datos de capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado no tienen una distribución normal.

Como se aprecia en la tabla 35, de acuerdo al test de Shapiro & Wilk se acepta la hipótesis nula, es decir los valores de capacidad de soporte (CBR) poseen una distribución normal (p -valor > 0.05), por lo cual es factible hacer uso de la prueba paramétrica de ANOVA para determinar si existió una variación significativa (ver tabla 36).

Tabla 35. Prueba de normalidad (CBR)

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
CBR	Descripción	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
		o		.	o		
	SN	0.333	3	.	0.862	3	0.274
	SN+10%CR	0.349	3	.	0.832	3	0.194

SN+20%CR	0.189	3	.	0.998	3	0.908
SN+30%CR	0.378	3	.	0.768	3	0.065

Hipótesis nula (H_0), la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado no se incrementa significativamente.

Hipótesis alterna (H_1), la capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado se incrementa significativamente.

Tabla 36. Prueba de ANOVA (CBR)

ANOVA de un factor					
CBR					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	59.883	3	19.961	10.081	0.004
Intra-grupos	15.840	8	1.980		
Total	75.723	11			

Tal como se aprecia en la tabla 36 el valor de significancia es menor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alterna, esto indica que los valores de capacidad de soporte (CBR) varían significativamente (H_1), debido a que el valor de P fue de 0.004. Para determinar entre que grupos hubo mayor variación se realizó la post-prueba de Tukey.

Tabla 37. Post-prueba de Tukey (CBR)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CBR						
HSD de Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10% CR	-1.43333	1.14891	.617	-5.1126	2.2459

	SN+20% CR	-2.83333	1.148 91	.141	-6.5126	.8459
	SN+30% CR	- 6.03333*	1.148 91	.003	-9.7126	-2.3541
	SN	1.43333	1.148 91	.617	-2.2459	5.1126
SN+10% CR	SN+20% CR	-1.40000	1.148 91	.633	-5.0792	2.2792
	SN+30% CR	- 4.60000*	1.148 91	.017	-8.2792	-.9208
	SN	2.83333	1.148 91	.141	-.8459	6.5126
SN+20% CR	SN+10% CR	1.40000	1.148 91	.633	-2.2792	5.0792
	SN+30% CR	-3.20000	1.148 91	.090	-6.8792	.4792
	SN	6.03333*	1.148 91	.003	2.3541	9.7126
SN+30% CR	SN+10% CR	4.60000*	1.148 91	.017	.9208	8.2792
	SN+20% CR	3.20000	1.148 91	.090	-.4792	6.8792

Como es posible apreciar en la tabla 37, el valor de significancia con la adición de 30% de concreto reciclado es menor a alpha (5%), es decir que los valores de capacidad de soporte (CBR) con la adición de 30% de concreto reciclado varía significativamente.

Tabla 38. Post-prueba de Tukey (CBR)

		CBR	
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
SN	3	4,3000	
SN+10%CR	3	5,7333	
SN+20%CR	3	7,1333	7,1333
SN+30%CR	3		10,3333
Sig.		,141	,090

En la tabla 38 se aprecia que los valores de capacidad de soporte (CBR) varía significativamente, debido a que los valores promedio se encuentran ubicados en diferentes columnas.

4.3.1.4. Prueba estadística (Mr)

El módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado, se incrementa significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.

Hipótesis nula (H_0), los datos de módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado tienen una distribución normal.

Hipótesis alterna (H_1), los datos de módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado no tienen una distribución normal.

Como se aprecia en la tabla 39, de acuerdo al test de Shapiro & Wilk los valores de módulo de resiliencia (Mr) poseen una distribución normal (p -valor > 0.05), por lo cual es factible hacer uso de la prueba paramétrica de ANOVA para determinar si existió una variación significativa (ver tabla 40).

Tabla 39. Prueba de normalidad (Mr)

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Mr	Descripción	Estadístico	G l	Sig .	Estadísti co	gl	Sig.
		SN	0.333	3	.	0.862	3
	SN+10%CR	0.349	3	.	0.832	3	0.19 4
	SN+20%CR	0.189	3	.	0.998	3	0.90 8
	SN+30%CR	0.367	3	.	0.793	3	0.09 7

Hipótesis nula (H_0), el módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado no se incrementa significativamente.

Hipótesis alterna (H₁), el módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado se incrementa significativamente.

Tabla 40. Prueba de ANOVA (Mr)

ANOVA de un factor					
Mr					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	99958296.00	3	33319432.00	18.863	.001
Intra-grupos	14131056.00	8	1766382.00		
Total	114089352.00	11			

Tal como se aprecia en la tabla 40 el valor de significancia es menor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis alterna, esto indica que los valores de capacidad de soporte (CBR) varían significativamente (H₁), debido a que el valor de P fue de 0.001. Para determinar entre que grupos hubo mayor variación se realizó la post-prueba de Tukey.

Tabla 41. Post-prueba de Tukey (Mr)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Mr						
HSD de Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
SN	SN+10% CR	-2150.00000	1085.1672	.271	-5625.0876	1325.0876
	SN+20% CR	-4250.00000*	1085.1672	.019	-7725.0876	774.9124

	SN+30% CR	7824.00000 *	1085.1 672	.000	11299.0 876	4348.91 24
	SN	2150.00000	1085.1 672	.271	1325.08 76	5625.08 76
SN+1 0%C R	SN+20% CR	- 2100.00000	1085.1 672	.287	- 5575.08 76	1375.08 76
	SN+30% CR	- 5674.00000 *	1085.1 672	.004	- 9149.08 76	- 2198.91 24
	SN	4250.00000 *	1085.1 672	.019	774.912 4	7725.08 76
SN+2 0%C R	SN+10% CR	2100.00000	1085.1 672	.287	1375.08 76	5575.08 76
	SN+30% CR	- 3574.00000 *	1085.1 672	.044	- 7049.08 76	- -98.9124
	SN	7824.00000 *	1085.1 672	.000	4348.91 24	11299.0 876
SN+3 0%C R	SN+10% CR	5674.00000 *	1085.1 672	.004	2198.91 24	9149.08 76
	SN+20% CR	3574.00000 *	1085.1 672	.044	98.9124	7049.08 76

Como es posible apreciar en la tabla 41, el valor de significancia con la adición de 20% y 30% de concreto reciclado es menor a α (5%), es decir que los valores de módulo de resiliencia (M_r) con la adición de 20% y 30% de concreto reciclado varía significativamente.

Tabla 42. Post-prueba de Tukey (CBR)

Descripción	N	M_r		
		Subconjunto para $\alpha = 0.05$		
		1	2	3
SN	3	6450.000 0		
SN+10%C R	3	8600.000 0	8600.0000	

SN+20%C		10700.000		
R	3		0	
SN+30%C			14274.000	
R	3			0
Sig.		.271	.287	1.000

En la tabla 42 se aprecia que los valores de módulo de resiliencia (Mr) varía significativamente, debido a que los valores promedio se encuentran ubicados en diferentes columnas.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

El índice de plasticidad con la incorporación de concreto reciclado varía desde 16.04%, 12.35% y 10.12% para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor mínimo alcanzado de índice de plasticidad fue de 10.12% +/- 0.5%, para una adición de 30% de concreto reciclado, para adiciones menores el índice de plasticidad también decrece.

Los resultados concuerdan con Aracayo y Machaca (10) mencionado en los antecedentes nacionales donde determinan la variación de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo de cantera con porcentajes de residuos de pavimento rígido, donde obtuvieron los resultados mediante el ensayo de límite líquido y límite plástico determinando un índice de plasticidad de 4.84%, 3.92% y 3.05% con la incorporación de 10%, 20% y 30% de residuos de pavimento rígido respectivamente. Asimismo, con Ochoa (6), citado como antecedente internacional quienes estabilizaron subrasantes con RCD-concreto fino (partículas < 2mm), y en sus resultados obtenidos mediante el ensayo de límite líquido y límite plástico aplicando 20%, 40% y 60% de RCD-concreto fino (partículas < 2mm), obtuvieron valores de índice de plasticidad de 18.82%, 12.88% y 5.24% respectivamente. Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico uno son similares y consistentes con el antecedente nacional e internacional; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 2:

La máxima densidad seca con la incorporación de concreto reciclado varía desde 1.613 gr/cm³, 1.580 gr/cm³ y 1.547 gr/cm³ para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de densidad seca fue de 1.613 gr/cm³ +/- 0.01 gr/cm³, para una adición de 10% de concreto reciclado, para adiciones mayores la densidad seca tiende a disminuir.

Los resultados concuerdan con Noriega y Villareal (11) mencionado en los antecedentes nacionales donde estabilizan suelos arcillosos de una subrasante con porcentajes de concreto reciclado, donde obtuvieron los resultados mediante el ensayo de Proctor modificado determinando una máxima densidad seca de 2.67 gr/cm³, 2.23 gr/cm³ y 2.39 gr/cm³ con la incorporación de 7%, 10% y 12% de

concreto reciclado respectivamente. Asimismo con Fardin y Goulart (13), citados como artículo científico internacional quienes estabilizaron bases granulares mecánicamente con concreto reciclado, y en sus resultados obtenidos mediante el ensayo de Proctor modificado aplicando 5%, 15% y 30% de concreto reciclado obtuvieron una máxima densidad seca de 2.290 gr/cm³, 2.204 gr/cm³ y 2.203 gr/cm³ respectivamente. Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico dos son similares y consistentes con el antecedente nacional e internacional; por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

Discusión 3:

La capacidad de soporte (CBR) al 95% de la máxima densidad seca con la incorporación de concreto reciclado varía desde 5.733%, 7.133% y 10.333% para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de capacidad de soporte fue de 10.333% +/- 2.73%, para una adición de 30% de concreto reciclado, poseyendo una tendencia de incremento.

Al respecto Aracayo y Machaca (10), citado en los antecedentes nacionales, donde determinaron la influencia de residuos de pavimento rígido en un suelo cohesivo, al realizar su ensayo de capacidad de soporte (CBR) determinaron que con la aplicación de 10%, 20% y 30% de residuos de pavimento rígido el CBR se incrementó de 33.77% a 38.67%, 51.53% y 71.07% respectivamente, de la misma manera según Brennan (7), citado en los antecedentes internacionales quienes usaron concreto reciclado para mejorar las subrasantes marginales en el Consejo Regional de Toowoomba, sus resultados de capacidad de soporte mediante el ensayo de Californian Bearing Ratio determinaron el incremento de CBR de 2.80% a 8.70%, 10.40% y 10.80% con el empleo de 6%, 8% y 10% de concreto reciclado respectivamente. Como se puede apreciar los datos de CBR al 95% de la máxima densidad seca del objetivo específico dos son similares y consistentes con los antecedentes; por consiguiente, el objetivo específico tres es alcanzado.

Discusión 4:

El módulo de resiliencia con la incorporación de concreto reciclado varía desde 8595.00 PSI, 10695.00 PSI y 13686.31 PSI para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de módulo de

resiliencia fue de 13686.31 PSI +/- 286.44 PSI, para una adición de 30% de concreto reciclado, poseyendo una tendencia de incremento.

Al respecto Noriega y Villareal (11), citado como antecedente nacional determinaron que en suelo natural obtuvo un módulo resiliente de (Mr) 6459.71 PSI, de igual forma para el suelo con incorporación de 7%, 10% y 12% de concreto reciclado se obtuvo 41387.25 PSI, 54622.45 PSI y 57894.25 PSI respectivamente. Asimismo, Caamaño (9) citado en los antecedentes internacionales, mostraron en su investigación que el suelo que la variación del módulo de resiliencia para una adición de CCA del 2%, correspondió a un aumento del 17,8%. Por otro lado, entre el 2% y el 4% de adición del residuo agroindustrial, se logró alcanzar una mejora del 21,7%. Como se puede observar los valores determinados son consistentes a los resultados obtenidos en los antecedentes; por lo que, el objetivo específico cuatro es alcanzado.

Discusión 5:

En este proyecto de investigación se logró determinar la estabilización de subrasante modificadas con concreto reciclado, con la adición de 30% de concreto reciclado, el cual cuenta con una máxima densidad seca de 1.547 gr/cm³ con una capacidad de soporte (CBR) al (95% de la MDS) de 10.333% y finalmente con un módulo de resiliencia de 13686.31 PSI.

De acuerdo al manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos (20). Establece que para una subrasante con una capacidad de soporte de $CBR \geq 10\%$ se clasifica como buena. Por consiguiente, el objetivo general es alcanzado

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: El índice de plasticidad con la incorporación de concreto reciclado varía desde 16.04%, 12.35% y 10.12% para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor mínimo alcanzado de índice de plasticidad fue de 10.12% +/- 0.5%, para una adición de 30% de concreto reciclado.

Conclusión 2: La máxima densidad seca con la adición de concreto reciclado varía desde 1.613 gr/cm³, 1.580 gr/cm³ y 1.547 gr/cm³ para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de densidad seca fue de 1.613 gr/cm³ +/- 0.01 gr/cm³, para una adición de 10% de concreto reciclado.

Conclusión 3: La capacidad de soporte (CBR) al 95% de la máxima densidad seca con la adición de concreto reciclado varía desde 5.733%, 7.133% y 10.333% para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de capacidad de soporte fue de 10.333% +/- 2.73%, para una adición de 30% de concreto reciclado.

Conclusión 4: El módulo de resiliencia con la adición de concreto reciclado varía desde 8595.00 PSI, 10695.00 PSI y 13686.31 para adiciones de concreto reciclado de 10%, 20% y 30% respectivamente. El valor máximo alcanzado de módulo de resiliencia fue de 13686.31 PSI +/- 286.44 PSI, para una adición de 30% de concreto reciclado.

Conclusión 5: La subrasante se estabiliza significativamente con la adición de 30% de concreto reciclado el cual cuenta con una máxima densidad seca de 1.547 gr/cm³, una capacidad de soporte (CBR) al (95% de la MDS) de 10.333% y finalmente con un módulo de resiliencia de 13686.31 PSI, categorizada como una subrasante "buena".

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se sugiere adicionar hasta 30% de concreto reciclado para lograr bajos valores de índice de plasticidad, para valores por debajo de este porcentaje de concreto reciclado el índice de plasticidad también tiende a disminuir.

Recomendación 2: Se sugiere adicionar hasta 10% de concreto reciclado para lograr altos valores de densidad seca, para valores por encima de este porcentaje de concreto reciclado la densidad seca tiende a disminuir.

Recomendación 3: Se recomienda realizar adiciones hasta 30% de concreto reciclado para alcanzar valores máximos de CBR al 95% de la máxima densidad seca, para valores por debajo de este porcentaje la capacidad de soporte también tiende a incrementarse.

Recomendación 4: Se recomienda adicionar hasta 30% de concreto reciclado en la subrasante para alcanzar valores máximos de módulo de resiliencia, para adiciones por debajo de 30% de concreto reciclado los valores de módulo de resiliencia también tienden a incrementarse.

Recomendación 5: Para la estabilización de subrasantes, se recomienda adicionar 30% de concreto reciclado, de acuerdo a los requerimientos de la vía, debido a que con esta adición los valores de capacidad de soporte y módulo de resiliencia tienden a aumentar.

REFERENCIAS

1. *UTILIZATION of recycled concrete aggregates for ligth stabilization of clay soils.* KIANIMEHR, M., et al. 2019, Construction and building materials, Vol. 227. ISSN 09500618.
2. *FLY ash based geopolymer stabilisation of silty blay/blast furnace slag for subgrade applications.* SUKPRASERT, S., et al. 2, 2021, Road Materials and Pavement Design, Vol. 22, pp. 357-371. ISSN 21647402.
3. *UTILISATION of construction and demolition materials with clay for road pavemente subgrade.* CABALAR, A., ZARDIKAWI, O. and ABDULNAFAA, M. 3, 2019, Road material and pavement design, Vol. 20, pp. 702-714. ISSN 21647402.
4. *CONCRETO RECICLADO: Una revisión.* GUZMÁN, M., et al. 3, 2015, Revista de la asociación Latinoamericana de control de calidad, patología y recuperación de la construcción, Vol. 5, pp. 235-248. ISSN 3008-6835.
5. GONZÁLES, H. and INFANTE, C. *Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe al ser mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD).* s.l. : Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2021.
6. OCHOA, S. *Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD-CONCRETO fino (partículas<2mm) para aplicación en pavimentos.* s.l. : Universidad Federal de integración Latino-Americana, 2019.
7. BRENNAN, M. *Use of recycled concrete and lime to improve marginal subgrades in th Toowoomba Regional Council.* s.l. : University of Southern Queensland, 2016. https://eprints.usq.edu.au/31380/1/Brennan_MA_Naataatmadja.pdf..
8. *SUBGRADE soil stabilization using low-quality recycled concrete aggregate.* TAVAKOL, M., HOSSAIN, M. AND TUCKER, S. 2019, pp. 235-244. ISSN 08950563.

9. CAAMAÑO, I. *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arros y su efecto en el modulo reliente*. Bogota : Universidad Militar Nueva Granada, 2016.
10. ARACAYO, C. And MACHACA, H. *Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco, Huancané-2021*. Universidad César Vallejo. Puno : Universidad César Vallejo, 2021. p. 205, Pregrado.
11. NORIEGA, A. and VILLAREAL, K. *Influencia del porcentaje de concreto en la estabilización de suelos arcillosos para la subrasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10Km en los sectores del Alto Wallaga, hasta la Merced, Laredo-La Libertad-2020*. s.l. : Universidad Privada del Norte, 2020.
12. CONTRERAS, K. and HERRERA, V. *Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub-bases de estructura de pavimento de nuevo Chimbote-Santa-Ancash*. s.l. : Universidad Nacional del Santa, 2015.
13. *ROLLER Compacted Concrete with Recycled Concrete Aggregate for Paving Bases*. FARDIN, H. and GOULART. [ed.] 1-17. 3154, 2020, Journal of Cleaner Production, Vol. 12.
14. *ESTABILIZACIÓN química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas*. CHAVARRY, C., FIGUEROA, R. and REYNAGA, R. 6, 2020, Polo del conocimiento, Vol. 5, pp. 40-69.
15. *ESTABILIZACIÓN y Mantenimiento de caminos no pavimentados sometidos a condiciones de hielo-nieve en zona de montaña*. PRADENA, M., MERY, J. and NOVOA, E. 2, 2010, Revista de la construcción, Vol. 9, pp. 97-107.
16. GARCÍA, R. and GALVEZ, L. *Análisis de métodos para gestión en vías no pavimentadas*. s.l. : Mantenimiento de obras, 2018.
17. *AN Introduction to soil concepts and the role of soils in watershed management*. SCHOONOVER, J. and CRIM, J. 1, 2015, Journal of Contemporary Water Research & Education, Vol. 154. ISSN 1936-7031.

18. *CARACTERIZACIÓN física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mapostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander.* GARCÍA, R., FLORES, E. and MEDINA, Y. 53, 2018, Espacios, Vol. 39. ISSN 07981015.
19. *CLAY soil stabilisation using powdered glass.* OLUFOWOBI, J., et al. 5, 2014, Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 9, pp. 541-558. ISSN 18234690.
20. MTC. *Manual de carreteras - suelos, geología, geotecnia y pavimentos* . Lima : MTC, 2013.
21. *CORRELATION of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soi.* KATTE, V., et al. 1, 2019, Geotechnical and Geological Engineering, Vol. 37, pp. 217-234. ISSN 15731529.
22. *REVISITING relationships among specific surface area, soil consistency limits, and group index of clays.* DENG, Y., et al. 2, 2019, Journal of Testing and Evaluation, Vol. 47. ISSN 00903973.
23. *UTILIZATION of recycled concrete aggregates for light-stabilization of clay soils.* . KODIKARA, J., et al. 7, 2018, Construction and Building Materials, Vol. 22, pp. 24-34. ISSN 2214-3912.
24. *DETERMINATION and assessment of deformation moduli of compacted lateritic gravels, using soaked CBR tests.* MAGNAN, J., NDIAYE and M. 2015, Transportation Geotechnics, Vol. 5, pp. 50-58.
25. *POSSIBLE estimation of resilient modulus of fine- grained soils using a dynamic lightweight cone penetrometer.* NGUYEN, B. and MOHAJERANI, A. 2015.
26. *CRITICAL Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques.* LIM, S., WIJEYESEKERA, D. LIM, A. and BAKAR, I. 5, 2014, International Journal of Engineering and Technology Research, Vol. 3, pp. 204-211. ISSN 2249-8958.

27. *A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques*. AFRIN, H. 2, 2017, International Journal of Transportation Engineering and Technology, Vol. 3, pp. 1-19.
28. *CARACTERIZACIÓN de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio*. HIGUERa, C., GÓMEZ, J. and PARDO, O. 32, 2012, Revista Facultad de Ingeniería, Vol. 21.
29. *CHEMICAL STABILIZATION OF SUB-GRADE SOIL WITH GYPSUM AND NACL*. MURTY, K., SIVA, A. and VENKATA, B. 5, 2016, International Journal of Advances in engineering & Technology, Vol. 9, pp. 569-581. ISSN 22311963.
30. *ASSESSMENT of compaction quality of multi-layer pavement structure based on intelligent compaction technology*. ZHU, X., et al. 2018, Construction and Building Materials, Vol. 161, pp. 316-329.
31. *CONSIDERACIONES para el diseño y construcción de vías en afirmado estabilizadas con cloruro de calcio*. OROBIO, A. Colombia : s.n., 2011, DYNA, pp. 93-100. ISSN 00127353.
32. *EVALUACIÓN de las propiedades de residuos de construcción y demolición de concreto para su uso en la elaboración de sub-bases granulares Una alternativa al manejo de residuos en el Valle de Aburrá*. PEÑA, S., et al. 1, 2018, Cuaderno Activa, Vol. 10, pp. 79-90.
33. *ANALISIS de residuos de construcción y demolición (RCD) para su reutilización en obras de ingeniería civil*. SÁNCHEZ, J. 1, 2020, Esprit Ingenieux, Vol. 11, pp. 50-72.
34. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. and BAPTISTA, M. *Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo*. 2014.
35. SANCHÉZ, H., REYES, C. and MEJÍA, K. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. 2018. ISBN 9786124735141.

36. TAMAYO, M. *El proceso de la investigación científica*. México DF : Grupo Noriega editores, 2002. ISBN 968-18-5872-7..
37. PINO, R. *Metodología de la Investigación Científica*. Lima : San Marcos, 2018. ISBN 978-612-315-519-3..
38. *CHARACTERIZATION of Recycled Concrete Aggregate after Eight Years of Field Deployment*. NATARAJA, B., et al. 6, 2019, Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 31. ISSN 0899-1561.
39. *Análisis de los cambios en las propiedades mecánicas de materiales de subrasante por la adición de materiales poliméricos reciclados*. SERRANO, E. and PADILLA, E. 27, 2019, Ingeniería Solidaria, Vol. 15, pp. 1-23. ISSN 1900-3102..
40. TAMAYO, Mario. *"El proceso de la investigación científica"*. 4ta. México : Editorial limusa, 2003.
41. VARA, A. *Pasos para una tesis exitosa*. s.l. : Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, 2012. Vol. 3.
42. *TECNICAS de muestreo sobre una poblacion a estudio*. OTZEN, T. and MANTEROLA, C. 1, 2017, Vol. 35.
43. *LA unidad de analisis en la problematica enseñanza aprendizaje*. PICON, D. and MELIAN, Y. 2014.
44. *TECNICAS e instrumentos de recoleccion de datos: Data Collection techniques and instruments*. LUZ, S., MENDOZA, H. and AVILA, D. 17, 2020, Vol. 9.
45. *TECNICAS para investigar recursos metodologicos para la preparacion de proyectos de investigacion*. YUNI, J. and URBANO, C. Cordoba : s.n., 2014.
46. *VALIDEZ y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS*. SANTOS, G. Puebla : Universidad Autonoma de Puebla, 2017.
47. COMUNICACIONES, Ministerio de transportes y. *Manual de carreteras* . Lima : s.n., 2013.

48. *ESTUDIO para determinar la capacidad portante del suelo como parametro geotecnico, aplicando el ensayo de cono dinamico de penetracion (DCP), en los terrenos aledaños a la facultad de Ciencias Matematicas Fisicas y Quimicas. ARAGUNDI, M., et al. 2, Ecuador : Revista reimat, 2019, Vol. 4.*

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
VI: Concreto reciclado	Los residuos de concreto reciclado es un sustituto de alta calidad del agregado virgen como material de base o subrasante en la construcción de pavimentos. (Natarajan et al., 2019, p. 1).	Los residuos de concreto reciclado requieren de un proceso de verificación de su calidad, por lo que es necesario conocer sus características físicas del mismo (D1: resistencia a la abrasión, D2: granulometría y D3: dosificaciones).	<p>D1: Resistencia a la abrasión</p> <p>D2: Granulometría</p> <p>D3: Dosificaciones</p>	<p>I1: Número de esferas I2: Número de revoluciones I3: Tiempo de rotación</p> <p>I1: Tamaño máximo I2: Coeficiente de curvatura I3: Coeficiente de uniformidad.</p> <p>I1: 90%SN+10% CR I2: 80%SN+20% CR I3: 70%SN+30% CR</p>	Razón

<p>VD: Estabilización de subrasante</p>	<p>Se define como incremento de sus propiedades físicas y mecánicas de la subrasante blanda, con los mecanismos de la aplicación de distintos tipos de materiales químicos, naturales y sintéticos que se adhieran positivamente al suelo. Arias y Ramos (2018)</p>	<p>La variable estabilización de subrasante se operacionaliza mediante sus tres dimensiones, las cuales son: Densidad seca máxima (D1), capacidad de soporte (D2) y el módulo de resiliencia (D3), los cuales se consiguieron a través de los ensayos de: Proctor modificado, Californian Bearing Ratio y Mr de ASSHTO</p>	<p>D1: Índice de plasticidad</p> <p>D2: Máxima densidad seca</p> <p>D3: Capacidad de soporte</p> <p>D4: Módulo de resiliencia</p>	<p>I1: Límite plástico I2: Límite líquido I3: Contenido de humedad</p> <p>I1: Peso unitario máximo I2: Contenido de humedad óptimo I3: Número de golpes y capas</p> <p>I1: Expansión I2: CBR I3: Penetración</p> <p>I1: Tipo de suelo I2: CBR I3: Compactación</p>	<p>Razón</p>
--	---	--	---	--	--------------

Anexo 2. Tabla de matriz de consistencia

“Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
¿Cuánto se estabiliza la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?	Determinar la estabilidad de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.	La subrasante modificada con concreto reciclado se estabiliza significativamente, carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.	V1: Concreto reciclado	D1: Resistencia a la abrasión	I1: Número de esferas I2: Número de revoluciones I3: Tiempo de rotación	Ficha de recopilación de información	Método de Investigación Científico Tipo de Investigación Investigación aplicada
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos		D2: Granulometría	I1: Tamaño máximo I2: Coeficiente de curvatura I3: Coeficiente de uniformidad.		
¿Cuánto varía el índice de plasticidad de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?	Cuantificar la variación del índice de plasticidad de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.	El índice de plasticidad de subrasantes modificadas con concreto reciclado se reduce significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.	V2: Estabilización de subrasante	D3: Dosificación	I1: SN+10%CR I2: SN+20%CR I3: SN+30%CR	Ficha de recopilación de información (ASTM D 1883/ASSHTO T-193)	Diseño de investigación Experimental Gc (a): Y1 → X → Y2 Ge (a): Y3 → X' → Y4 Gc: Sin adición de CR Ge: Con adición de CR Población Carretera Caracoto - Coata Muestra Km 3+460 – Km 4+460 Técnica de recolección de datos
¿Cuánto cambia la densidad seca Máxima de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?	Calcular la variación de la densidad seca máxima de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.	La densidad seca máxima de la subrasante modificadas con concreto reciclado varía significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.		D1: Índice de plasticidad	I1: Límite plástico I2: Límite líquido I3: Contenido de humedad		
¿Cuánto varía la capacidad de soporte de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?	Cuantificar la variación de la capacidad de soporte de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.	La capacidad de soporte de subrasantes modificadas con concreto reciclado se incrementa significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.		D2: Densidad seca Máxima	I1: Peso unitario máximo		
				D3: Capacidad de soporte			

<p>¿Cuánto varía el módulo de resiliencia de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021?</p>	<p>Calcular la variación del módulo de resiliencia de la subrasante modificada con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.</p>	<p>El módulo de resiliencia de subrasantes modificadas con concreto reciclado, se incrementa significativamente en carreteras vecinales, carretera Caracoto - Coata, Puno 2021.</p>		<p>D4: Módulo de resiliencia</p>	<p>I2: Contenido de humedad óptimo I3: Número de golpes y capas</p> <p>I1: Expansión I2: CBR I3: Penetración</p> <p>I1: Tipo de suelo I2: CBR I3: Compactación</p>	<p>Ficha de recopilación de información (AASHTO T 294-921)</p>	<p>Observación de procesos</p> <p>Instrumentos de recolección de datos</p> <p>Fichas de recopilación de información.</p>
--	---	---	--	---	---	--	---

Anexo 3. Fichas de validación de instrumentos

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS									
Proyecto:		"Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021"							
Autor:		Bach. Borda Ingaluque, Dennis Reynaldo							
Información general									EXPERTO
UBICACIÓN:		Carretera Caracoto - Coata							
DISTRITO:		Caracoto	ALTITUD:		3825 m.s.n.m				
PROVINCIA:		San Román	LATITUD:		15°33'59" Sur				
REGION:		Puno	LONGITUD:		70°06'12" Oeste			A	
V1: Concreto reciclado									
D1: Resistencia a la abrasión									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0
Número de esferas	und		Número de revoluciones	Vueltas		Tiempo de rotación	min		
	und			vuelta			min		
D2: Granulometría									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0
Tamaño máximo	mm		Coeficiente de curvatura	-		Coeficiente de uniformidad			
	mm			-					
	mm			-					
D3: Dosificación									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0
SN+10%CR	gr.		SN+20%CR	gr.		SN+30%CR	gr.		
	gr.			gr.			gr.		
	gr.			gr.			gr.		
V2: Estabilización de subrasante									
D1: Índice de plasticidad									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0
Límite líquido	%		Límite plástico	%		Contenido de humedad	%		
	%			%			%		
	%			%			%		
D2: Densidad seca máxima									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0
Peso unitario máximo	gr/cm3		Contenido de humedad óptimo	%		Número de golpes	Golpes		
	gr/cm3			%			Golpes		
	gr/cm3			%			Golpes		
D3: Capacidad de soporte									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0
Expansión	%		CBR	%		Penetración	mm		
	%			%			mm		
	%			%			mm		
D4: Módulo de resiliencia									
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	0.0
Tipo de suelo			CBR	%		Compactación	%		
				%			%		
				%			%		
Apellidos y nombres:		HUARACHI HUALPA RENE JUAN					Suma total		6.0
Profesión:		INGENIERO CIVIL					Promedio		0.85
Registro CIP N°:		86025					validación		0.85
Email:		rjreneh@hotmail.com							
Teléfono:		950307043							

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.65	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta


 ING. RENE HUARACHI II.
 CIP 86025

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS										
Proyecto:	"Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021"									
Autor:	Bach. Borda Ingaluque, Dennis Reynaldo									
Información general									EXPERTO	
UBICACIÓN:	Carretera Caracoto - Coata									
DISTRITO:	Caracoto	ALTITUD:	3825 m.s.n.m							
PROVINCIA:	San Román	LATITUD:	15°33'59" Sur							
REGION:	Puno	LONGITUD:	70°06'12" Oeste							
V1: Concreto reciclado									B	
D1: Resistencia a la abrasión										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	0.0	
Número de esferas	und		Número de revoluciones	Vueltas		Tiempo de rotación	min			
	und			vuelta			min			
D2: Granulometría										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Tamaño máximo	mm		Coeficiente de curvatura	-		Coeficiente de uniformidad	-			
	mm			-			-			
	mm			-			-			
D3: Dosificación										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
SN+10%CR	gr.		SN+20%CR	gr.		SN+30%CR	gr.			
	gr.			gr.			gr.			
	gr.			gr.			gr.			
V2: Estabilización de subrasante										
D1: Índice de plasticidad										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Límite líquido	%		Límite plástico	%		Contenido de humedad	%			
	%			%			%			
	%			%			%			
D2: Densidad seca máxima										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Peso unitario máximo	gr/cm3		Contenido de humedad óptimo	%		Número de golpes	Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
D3: Capacidad de soporte										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Expansión	%		CBR	%		Penetración	mm			
	%			%			mm			
	%			%			mm			
D4: Módulo de resiliencia										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Tipo de suelo			CBR	%		Compactación	%			
				%			%			
				%			%			
Apellidos y nombres:	Condor Carrizaba Wilmer Edison						Suma total	6.0		
Profesión:	Ingeniero Civil						Promedio	0.85		
Registro CIP N°:	117958						validación	0.85		
Email:	witeccarrizaba@gmail.com									
Teléfono:	990230404									

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0,65	Validez baja
0.60 a 0,65	Valida
0.66 a 0,71	Muy valida
0.72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta



ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS										
Proyecto:	"Estabilización de subrasantes modificados con concreto reciclado en carreteras vecinales, carretera Caracoto-Coata, Puno 2021"									
Autor:	Bach. Borda Ingaluque, Dennis Reynaldo									
Información general									EXPERTO	
UBICACIÓN:	Carretera Caracoto - Coata									
DISTRITO:	Caracoto	ALTITUD:	3825 m.s.n.m							
PROVINCIA:	San Román	LATITUD:	15°33'59" Sur							
REGION:	Puno	LONGITUD:	70°06'12" Oeste							
V1: Concreto reciclado										
D1: Resistencia a la abrasión										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Número de esferas	und		Número de revoluciones	Vueltas		Tiempo de rotación	min			
	und			Vueltas			min			
	und			vuelta			min			
D2: Granulometría										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Tamaño máximo	mm		Coeficiente de curvatura	-		Coeficiente de uniformidad				
	mm			-						
	mm			-						
D3: Dosificación										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
SN+10%CR	gr.		SN+20%CR	gr.		SN+30%CR	gr.			
	gr.			gr.			gr.			
	gr.			gr.			gr.			
V2: Estabilización de subrasante										
D1: Índice de plasticidad										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Límite líquido	%		Límite plástico	%		Contenido de humedad	%			
	%			%			%			
	%			%			%			
D2: Densidad seca máxima										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Peso unitario máximo	gr/cm3		Contenido de humedad óptimo	%		Número de golpes	Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
	gr/cm3			%			Golpes			
D3: Capacidad de soporte										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Expansión	%		CBR	%		Penetración	mm			
	%			%			mm			
	%			%			mm			
D4: Módulo de resiliencia										
Indicador 1:	Und	Valor	Indicador 2:	Und	Valor	Indicador 3:	Und	Valor	1.0	
Tipo de suelo			CBR	%		Compactación	%			
				%			%			
				%			%			
Apellidos y nombres:	GODOY RUELAS Sergio Eliseo						Suma total	7.0		
Profesión:	Ingeniero Civil						Promedio	1.0		
Registro CIP N°:	94952						validación	1.0		
Email:	se.godey@hotmail.com									
Teléfono:	985 200009									

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0,54 a 0,65	Validez baja
0,60 a 0,65	Valida
0,66 a 0,71	Muy valida
0,72 a 0,99	Excelente validez
1,0	Validez perfecta



Anexo 4. Panel fotográfico



Figura 15. Residuos de concreto a afueras del distrito de Caracoto



Figura 16. Toma de la resistencia a la compresión de los residuos de concreto

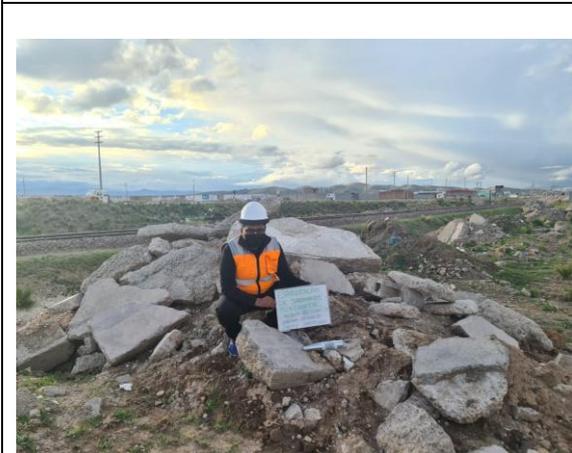


Figura 17. Residuos de concreto a afueras del distrito de Caracoto



Figura 18. Esclerómetro usado para medir la resistencia a la compresión de los residuos de concreto



Figura 19. Bloques de concreto acumulados



Figura 20. Toma de la resistencia a la compresión de los residuos de concreto



Figura 21. Vía donde se realizó el estudio



Figura 22. Zona donde se realizó el estudio



Figura 23. Zona donde se realizó el estudio



Figura 24. Calicata C-1



Figura 25. Calicata C-2



Figura 26. Calicata C-3



Figura 27. Lavado del concreto reciclado con presión de agua



Figura 28. Tamizado del concreto reciclado



Figura 29. Secado de las muestras en el horno



Figura 30. Ensayo de límite plástico



Figura 31. Ensayo de límite líquido



Figura 32. Ensayo de granulometría



Figura 33. Compactación, ensayo de Proctor modificado



Figura 34. Pesado del molde de Proctor



Figura 35. Pesado de la muestra de suelo compactada



Figura 36. Ensayo de Californian bearing ratio



Figura 37. Tamizado de las muestras



Figura 38. Prensa de CBR

Anexo 5. Certificados de los ensayos de laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CONCRETO RECICLADO
FECHA : 31 DE ENERO 2022

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.		NP	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.			
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			
NUMERO DE GOLPES	N			

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No		
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	NP	
CAPSULA + SUELO SECO	gr.		
AGUA	gr.		
PESO DE LA CAPSULA	gr.		
PESO DEL SUELO SECO	gr.		
LIMITE PLASTICO	%		

LIMITE LIQUIDO	0.00
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colquhuanca Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

**RESISTENCIA AL DESGASTE
"ABRASION LOS ANGELES"**

NORMAS ASTM C 535, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CONCRETO RECICLADO
FECHA : 31 DE ENERO DE 2022

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO Nº 12: $W_f = 3166$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO Nº 12: = 1834 gr.

PORCENTAJE DE PERDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

De = 36.68 %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "B", 3/4" - 1/2" = 2500 , 1/2" - 3/8" = 2500

TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 63.32 Y PERDIDA DE : 36.68

NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-131 NTP 400.019 MTC - E - 207

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Wilder Colquehuanca Suro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. Nº 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RESISTENCIA AL DESGASTE
"ABRASION LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 535, AASTHO (DESIGNACION) T - 26

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CONCRETO RECICLADO
FECHA : 31 DE ENERO DE 2022

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO N° 12: $W_f = 3046$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO N° 12: $= 1954$ gr.

PORCENTAJE DE PERDIDA: $De = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$

De = 39.08 %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "B", $3/4" - 1/2" = 2500$, $1/2" - 3/8" = 2500$

TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 60.92 Y PERDIDA DE : 39.08

NORMA AASTHO (DESIGNACION) T - 26, ASTM -C-131 NTP 400.019 MTC - E - 207

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Wilder Colquhuanca Curo
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021

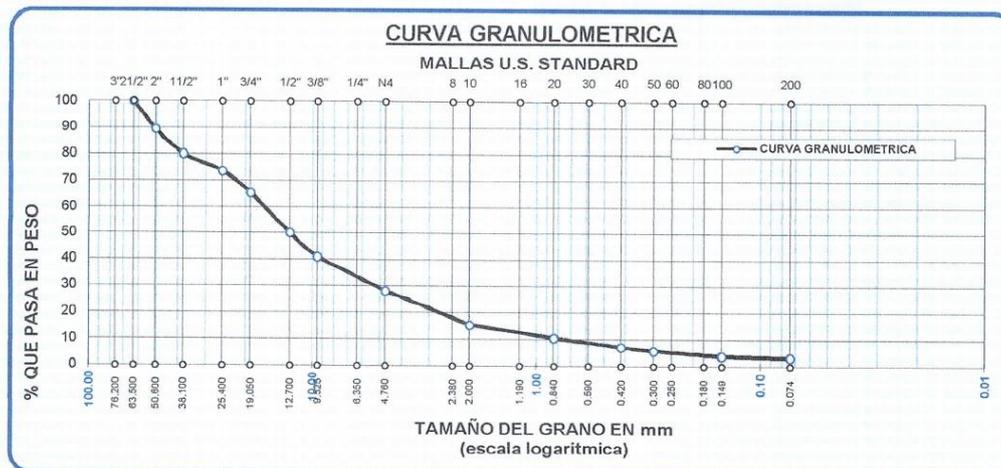
SOLICITANTE BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO

MUESTRA CONCRETO RECICLADO

FECHA 31 DE ENERO 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO:
3"	76.200						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 3000.00
2"	50.800	309.00	10.30	10.30	89.70		P.L.= 2939.89
1 1/2"	38.100	283.00	9.43	19.73	80.27		P.P.= 60.11
1"	25.400	196.00	6.53	26.27	73.73		% w = 1.30
3/4"	19.050	246.00	8.20	34.47	65.53		LIMITES DE CONSISTENCIA:
1/2"	12.700	458.00	15.27	49.73	50.27		L.L.= 0.00
3/8"	9.525	273.00	9.10	58.83	41.17		L.P.= 0.00
1/4"	6.350						
No4	4.760	387.00	12.90	71.73	28.27		CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380						D10= 0.756 Cu= 22.2
No10	2.000	221.24	44.25	84.24	15.76		D30= 5.400 Cc= 2.3
No16	1.190						D60= 16.75
No20	0.840	89.82	17.96	89.32	10.68		
No30	0.590						CLASIFICACION:
No40	0.420	59.91	11.98	92.71	7.29		I.G. =
No 50	0.300	24.92	4.98	94.11	5.89		SUSCS : GW
No60	0.250						ASSTHO : A1 - a(0)
No80	0.180						
No100	0.149	33.80	6.76	96.03	3.97		
No200	0.074	10.20	2.04	96.60	3.40		
BASE		60.11	12.02	100.00	0.00		
TOTAL		3000.00	100.00				
% PERDIDA		2.00					



Ing. Wilder Colquhuanca Guro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEICALI & CONS
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON
FECHA : 31 DE ENERO 2022

LIMITE LIQUIDO

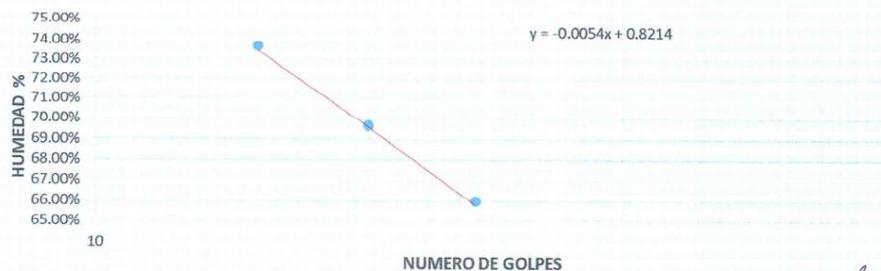
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	5	4	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	43.1	41.94	40.58
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.68	33.05	33.14
AGUA	gr.	9.42	8.89	7.44
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.9	20.29	21.87
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.78	12.76	11.27
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	73.71%	69.67%	66.02%
NUMERO DE GOLPES	N	16	22	30

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	H	M
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.04	31.2
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.56	27.78
AGUA	gr.	3.48	3.42
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	20.97
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.95	6.81
LIMITE PLASTICO	%	50.07%	50.22%

LIMITE LIQUIDO	68.53
LIMITE PLASTICO	50.15
INDICE DE PLASTICIDAD	18.38

LIMITE LIQUIDO





Ing. Wilder Colquhuanca Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO -COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE ,DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO - COATA
PROFUNDIDAD : CALICATA 01 MUESTRA PATRON + 30 % CONCRETO RECICLADO
FECHA : 31 DE ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

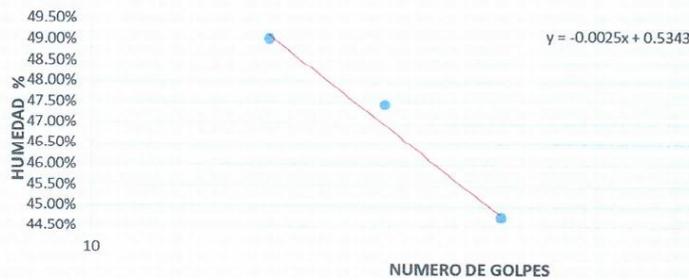
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E	F	G
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41,2	41,6	41,35
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34,85	35,26	35,06
AGUA	gr.	6,35	6,34	6,29
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21,9	21,9	21
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12,95	13,36	14,06
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	49,03%	47,46%	44,74%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	34

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	7	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29	28
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27,4	26,4
AGUA	gr.	1,6	1,6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20,5	21,59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4,36	4,36
LIMITE PLASTICO	%	36,70%	36,53%

LIMITE LIQUIDO	47,08
LIMITE PLASTICO	36,61
INDICE DE PLASTICIDAD	10,46

LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colapachua Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO -COATA ,PUNO 2021
SOLICITANTE : Bach BORDA INGALUQUE ,DENNIS REYNALDO
UBICACION : CARRETERA CARACOTO - COATA
MUESTRA : CALICATA 01 MUESTRA PATRON + 20 % CONCRETO RECICLADO
FECHA : 31 DE ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

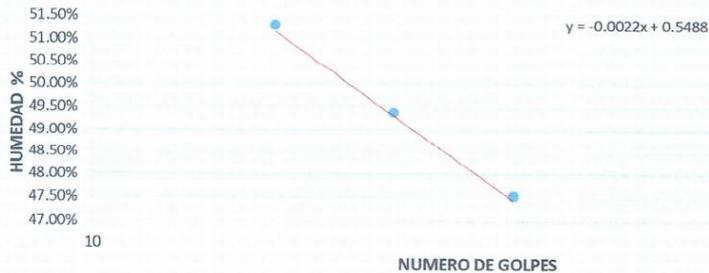
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	A	B	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	42.8	40.1	42.5
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	36.1	34	36.7
AGUA	gr.	6.7	6.1	5.8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	23.04	24.1	19.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	13.06	12.35	12.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	51.30%	49.39%	47.54%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	34

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	7	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29	28
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.4	26.4
AGUA	gr.	1.6	1.6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	21.59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.36	4.38
LIMITE PLASTICO	%	36.70%	36.53%

LIMITE LIQUIDO	49.41
LIMITE PLASTICO	36.61
INDICE DE PLASTICIDAD	12.80

LIMITE LIQUIDO




 Ing. Wilder Colauhuanca Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO -COATA, PUÑO 2021
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE DENNIS REYNALDO
UBICACION : CARRETERA CARACOTO - COATA
MUESTRA : CALICATA 01 MUESTRA PATRON + 10 % CONCRETO RECICLADO
FECHA : 31 DE ENERO DEL 2022

LIMITE LIQUIDO

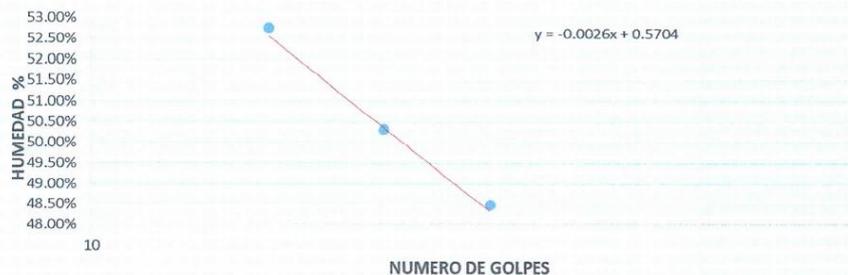
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	C	M	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.5	43.2	45.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.8	35.5	37.3
AGUA	gr.	6.7	7.7	8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	20.2	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	15.3	16.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.76%	50.33%	48.48%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	33

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.5	28.9
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	24.8	27
AGUA	gr.	1.7	1.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.0	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.8	5.3
LIMITE PLASTICO	%	35.42%	35.85%

LIMITE LIQUIDO	50.43
LIMITE PLASTICO	35.63
INDICE DE PLASTICIDAD	14.80

LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colquehuayna Curo
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



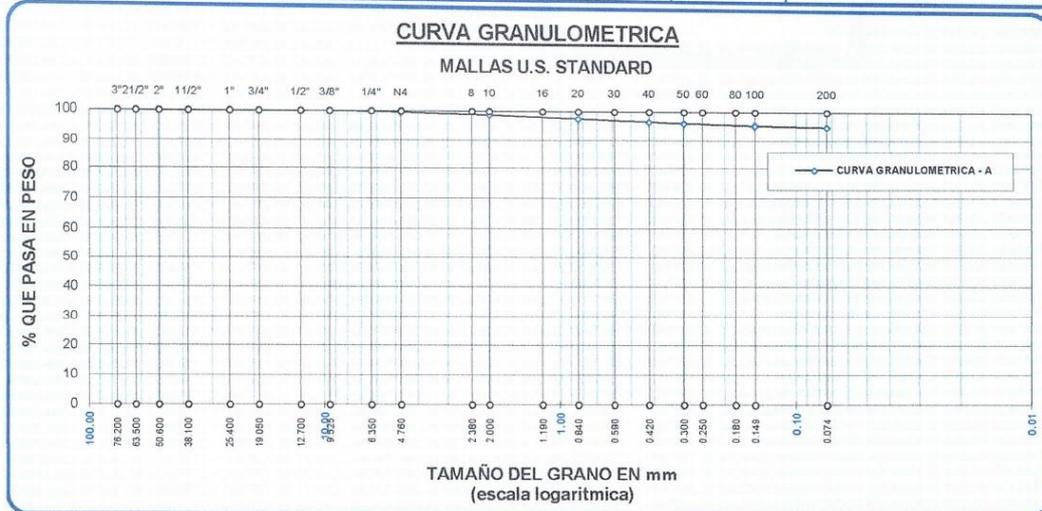
RUC.: 20605082310

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON
FECHA : 31 DE ENERO 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 600.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 27.90
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 572.10
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 25.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 68.53 L.P.= 50.15 I.P.= 18.38
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.760	2.20	0.37	0.37	99.63		CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= ---
No8	2.380						
No10	2.000	5.20	0.87	1.23	98.77		
No16	1.190						CLASIFICACION: SUCS : MH
No20	0.840	7.20	1.20	2.43	97.57		
No30	0.590						
No40	0.420	5.90	0.98	3.41	96.59		
No50	0.300	2.50	0.42	3.82	96.18		
No60	0.250						OBSERVACIONES:
No80	0.180						
No100	0.149	4.20	0.70	4.52	95.48		
No200	0.074	2.90	0.48	5.00	95.00		
BASE		572.10	95.35	100.00	0.00		
TOTAL		600.00	100.00				
% PERDIDA		95.35					




Ing. Wilder Colquehuanca Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON
FECHA : 31 DE ENERO 2022

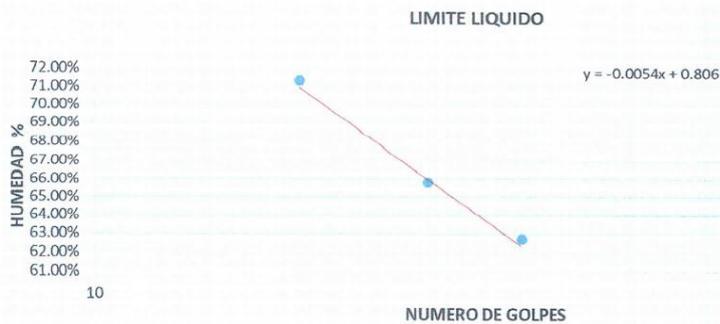
LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	1	3	H
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	38.3	40.3	39.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.89	32.6	32.4
AGUA	gr.	7.41	7.7	7.4
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	20.9	20.6
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.39	11.7	11.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	71.32%	65.81%	62.71%
NUMERO DE GOLPES	N	18	26	34

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	7	L
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.8	29.6
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.8	26.58
AGUA	gr.	3	3.02
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.75	20.39
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.05	6.19
LIMITE PLASTICO	%	49.69%	48.79%

LIMITE LIQUIDO	67.15
LIMITE PLASTICO	49.19
INDICE DE PLASTICIDAD	17.96



Ing. Wilder Colquhuanca Cota
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



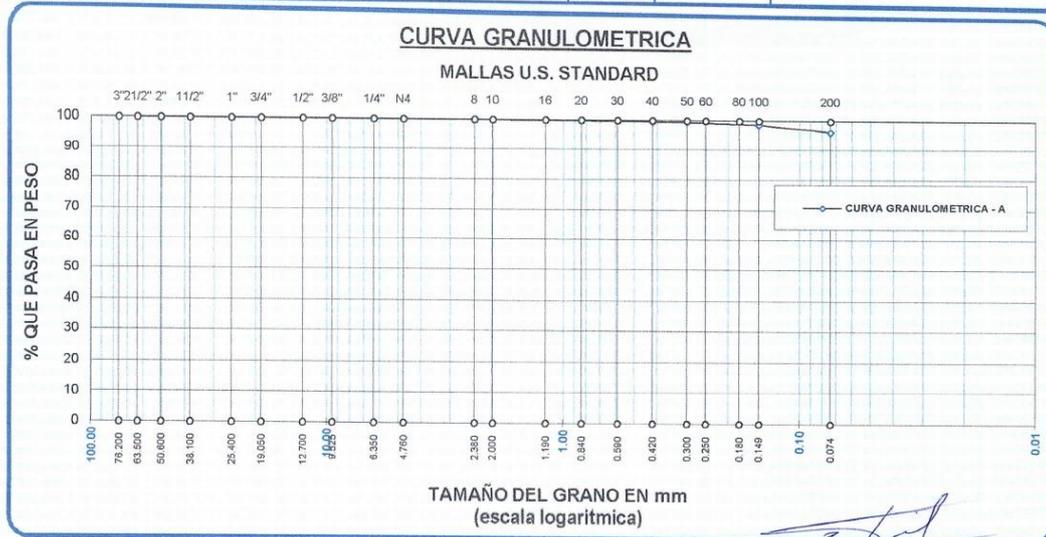
RUC.: 20605082310

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACION : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON
FECHA : 31 DE ENERO 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 500.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 18.20
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 481.80
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 26.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 67.15 L.P.= 49.19 I.P.= 17.96
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= ---
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	0.20	0.04	0.04	99.96		
No16	1.190						CLASIFICACION: SUCS : MH
No20	0.840	0.80	0.16	0.20	99.80		
No30	0.590						
No40	0.420	1.00	0.20	0.40	99.60		
No 50	0.300	0.60	0.12	0.52	99.48		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	3.80	0.76	1.28	98.72		
No200	0.074	11.80	2.36	3.64	96.36		
BASE		481.80	96.36	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		96.36					




Ing. Wilder Colquhuanca Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TESIS : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACION : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON
FECHA : 31 DE ENERO 2022

LIMITE LIQUIDO

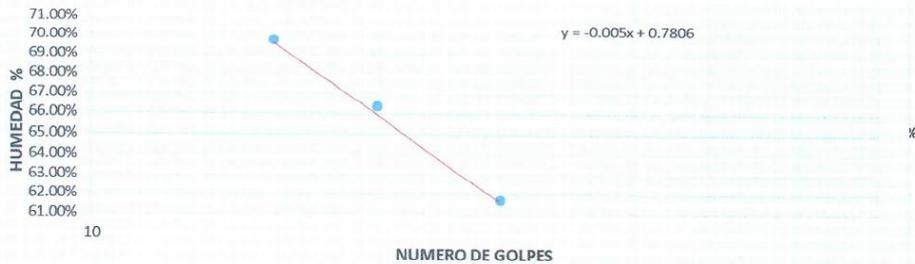
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	8	E	F
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.04	41.15	43
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.57	32.95	34.91
AGUA	gr.	7.47	8.2	8.09
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.86	20.59	21.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.71	12.36	13.11
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	69.75%	66.34%	61.71%
NUMERO DE GOLPES	N	17	23	33

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	Q	M
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.61	26.95
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	26.26	24.76
AGUA	gr.	2.35	2.17
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.5	20.31
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.76	4.47
LIMITE PLASTICO	%	49.37%	48.55%

LIMITE LIQUIDO	65.60
LIMITE PLASTICO	48.96
INDICE DE PLASTICIDAD	16.64

LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colquehuancá Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



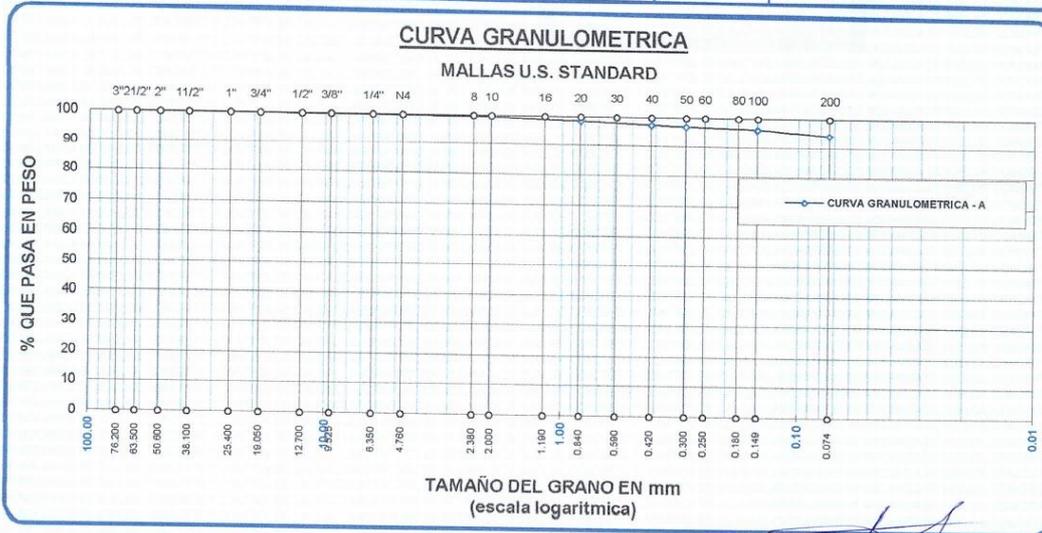
RUC.: 20605082310

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021
SOLICITANTE : BACH. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO
MUESTRA : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON
FECHA : 31 DE ENERO 2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:	
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200						P.L.= 3200.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2727.30	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 472.70	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 28.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA:	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			L.L.= 65.60
1/2"	12.700	3.30	0.10	0.10	99.90		L.P.= 48.96	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.10	99.90		I.P.= 16.64	
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS:	
No4	4.760	1.80	0.06	0.16	99.84			D10= ---- Cu= ----
No8	2.380							D30= ---- Cc= ----
No10	2.000	0.90	0.18	0.34	99.66			D60= ----
No16	1.190						CLASIFICACION:	
No20	0.840	5.00	1.00	1.34	98.66			SUCS : MH
No30	0.590							
No40	0.420	5.60	1.12	2.46	97.54			
No 50	0.300	2.20	0.44	2.90	97.10			
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	3.70	0.74	3.63	96.37			
No200	0.074	9.90	1.98	5.61	94.39			
BASE		472.70	94.54	100.00	0.00			
TOTAL		3200.00	100.00					
% PERDIDA		14.77						



Ing. Wilder Colquhuanca Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEICALI & CONS**
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

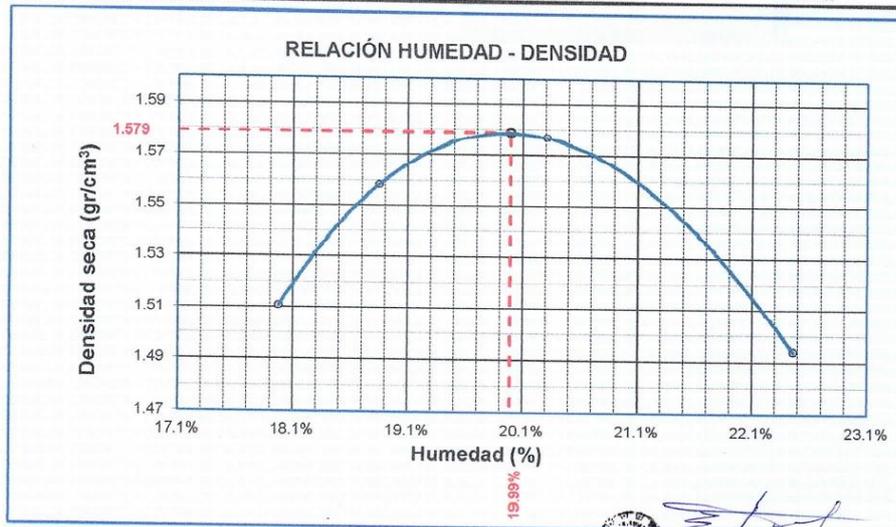
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA Nº01 - MUESTRA PATRON
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10148	10296	10393	10248
Peso del Molde	gr.	6337	6337	6337	6337
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	3811	3959	4056	3911
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.783	1.852	1.897	1.829

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	178.49	172.15	179.00	174.40	182.56	173.65	171.50	173.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	155.60	149.00	153.90	151.00	156.50	149.80	146.50	146.30
Peso del Agua	gr.	22.89	23.15	25.10	23.40	26.06	23.85	25.00	27.00
Peso de la Capsula	gr.	24.48	23.84	23.93	23.69	30.26	30.42	30.62	30.63
Peso del Suelo Seco	gr.	131.12	125.16	129.97	127.31	126.24	119.39	115.88	115.67
% de Humedad	%	17.46%	18.50%	19.3%	18.38%	20.64%	19.98%	21.57%	23.34%
Promedio de Humedad	%	17.98%		18.85%		20.31%		22.46%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.511		1.558		1.577		1.494	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.58	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.0%	



Ingeniero Wilder Colquehuanca Suro
Especialista en Geotecnia y Control de Calidad
CIP Nº 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEICALI & CONS
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA N°01 - MUESTRA PATRON
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11990	11749	12060	11756	10958	10579
Peso del Molde	gr.	7950	7950	7992	7992	6759	6759
Peso del Suelo Humedo	gr.	4040	3799	4068	3764	4199	3820
Volumen del Suelo	cm ³	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.911	1.797	1.928	1.784	2.015	1.833

Capsula No	No	M	N		B	V	C		S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	160.14	144.68	178.98	170.99	168.24	159.61		184.66	188.23	157.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	129.65	116.64	153.66	140.73	138.63	137.02		152.30	154.90	134.79
Peso del Agua	gr.	30.49	28.24	25.32	30.26	29.61	22.59		32.36	33.33	22.23
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70		26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	109.30	96.14	130.66	110.23	108.09	113.32		125.73	126.36	110.70
% de Humedad	%	27.90%	29.37%	19.38%	27.45%	27.39%	19.93%		25.74%	26.38%	20.08%
Promedio de Humedad	%	28.63%		19.38%	27.42%		19.93%		26.06%		20.08%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.486		1.505	1.513		1.487		1.598		1.527

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2021	12:00: a.m.		133.0	0.00	0	145.0	0	0	177.5	0	0
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	219.0	2.18	1.88	270.3	3.18	2.74	255.0	1.97	1.71
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	526.0	9.98	8.57	284.0	3.53	3.04	277.5	2.54	2.20
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	698.0	14.35	12.32	323.0	4.52	3.89	293.0	2.93	2.54
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	726.0	15.14	12.99	365.5	5.60	4.82	285.0	2.73	2.37

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00			
0.63	00:30		18.6	0.9		24.6	1.2			30.9	1.6			
1.27	01:00		37.3	1.9		38.5	1.9			47.3	2.4			
1.91	01:30		48.8	2.5		54.8	2.8			65.4	3.3			
2.54	02:00	70.31	61.1	3.1		72.4	3.7			79.8	4.0			
3.81	03:00		78.3	4.0		96.4	5.0			105.3	5.3			
5.09	04:00	105.00	95.2	4.8		119.9	6.1			129.4	6.5			
6.35	05:00		115.5	5.8		139.3	7.0			159.3	8.1			
7.62	06:00		132.9	6.7		162.2	8.2			182.5	9.2			
8.84	07:00		148.1	7.5		179.3	9.1			198.9	10.1			
10.16	08:00		154.6	7.8		190.1	9.6			207.2	10.5			


Ing. Wilder Colquehuanca Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP: N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

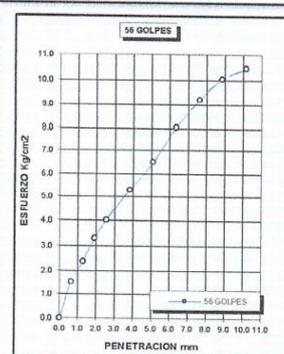
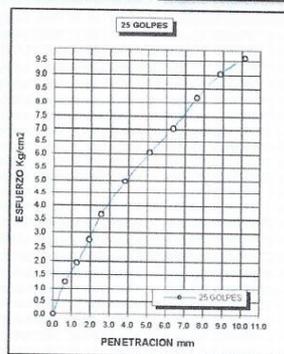
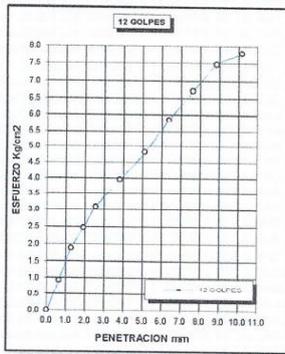
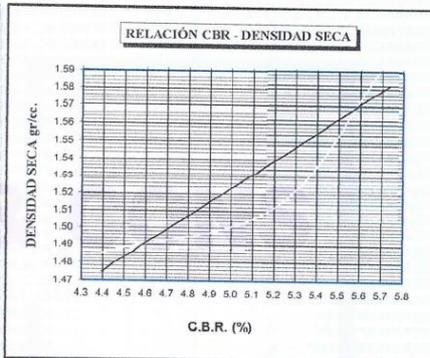
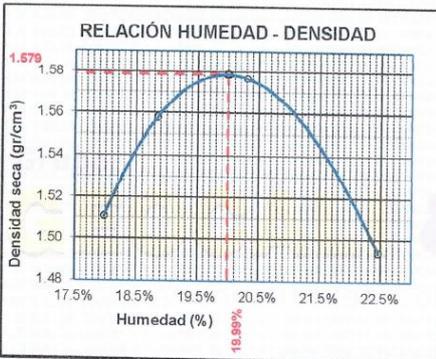
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEICALI & CONS
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON : CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 1.58 HUMEDAD OPTIMA (%) : 20.0% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 5.6 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 4.8
MUESTRA : CALICATA Nº01 - MUESTRA PATRON	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7 <18>
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA	EMBEBIDO : 4 DIAS
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022	




 Ing. Wilder Colquechuanca Suro
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

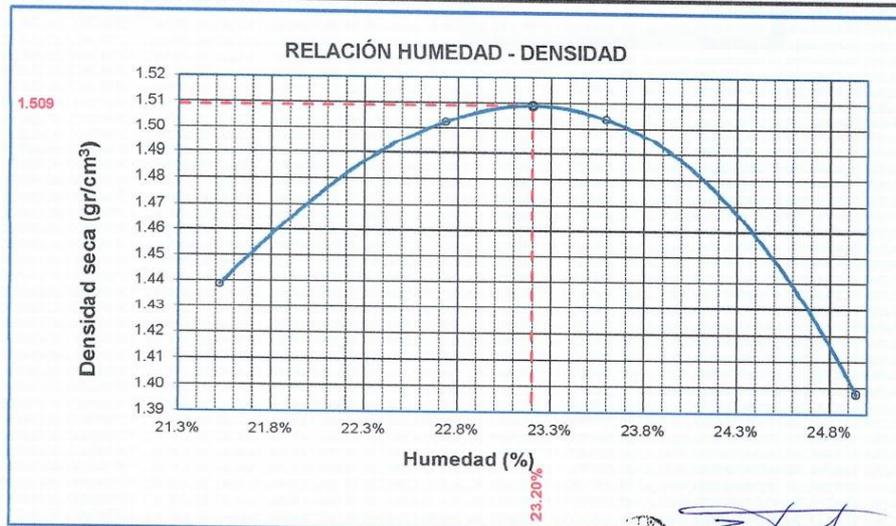
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA N01 MUESTRA PATRON + 10% CONCRETO RECICLADO
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10085	10290	10321	10080
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3738	3943	3974	3733
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.748	1.844	1.850	1.746

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	133.86	122.44	133.20	121.69	108.67	134.56	114.45	113.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	114.00	105.20	112.46	103.88	92.11	113.77	96.96	95.13
Peso del Agua	gr.	19.86	17.24	20.74	17.81	16.56	20.79	17.49	17.87
Peso de la Capsula	gr.	23.01	23.95	23.01	23.95	23.41	23.71	25.60	24.70
Peso del Suelo Seco	gr.	90.99	81.25	89.45	79.93	68.70	90.06	71.36	70.43
% de Humedad	%	21.83%	21.22%	23.2%	22.28%	24.10%	23.08%	24.51%	25.37%
Promedio de Humedad	%	21.52%		22.73%		23.59%		24.94%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.439		1.503		1.504		1.397	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.51	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	23.2%	



Ing. Wilder Colanquehuana Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
 SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
 UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
 MUESTRA : CALICATA N01 - MUESTRA PATRON + 10% CONCRETO RECICLADO
 FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11984	11582	12173	11816	12147	11884
Peso del Molde	gr.	8014	8014	8021	8021	8033	8033
Peso del Suelo Humedo	gr.	3970	3568	4152	3795	4114	3851
Volumen del Suelo	cm ³	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.878	1.688	1.967	1.798	1.974	1.848

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	342.09	343.28	342.82	353.38	226.40	342.41	354.98	311.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	263.40	271.07	268.28	280.20	191.00	275.12	282.90	260.52
Peso del Agua	gr.	78.69	72.21	74.58	73.18	35.40	67.29	72.08	51.37
Peso de la Capsula	gr.	39.31	39.83	39.17	38.99	36.44	38.66	39.86	38.77
Peso del Suelo Seco	gr.	224.09	231.24	229.09	241.21	152.56	236.46	243.04	221.75
% de Humedad	%	35.12%	31.23%	32.55%	30.34%	23.20%	28.46%	29.60%	23.17%
Promedio de Humedad	%	33.17%	23.12%	31.44%	23.20%	29.06%	23.17%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.410	1.371	1.497	1.460	1.530	1.500		

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		Dial		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
08/11/2021	12:00: a.m.		191.5	0.00	0		313.5	0	0		11.0	0	0	
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	276.0	2.15	1.84		367.0	1.36	1.17		41.0	0.76	0.66	
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	287.1	2.43	2.08		377.5	1.63	1.40		50.0	0.99	0.86	
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	298.2	2.71	2.33		388.0	1.89	1.63		59.0	1.22	1.06	
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	309.3	2.99	2.57		398.5	2.16	1.86		68.0	1.45	1.26	

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		20.1	1.0		29.6	1.5		32.9	1.7		59.3	3.0	
1.27	01:00		41.3	2.1		53.5	2.7		58.4	3.0		81.4	4.1	
1.91	01:30		58.4	3.0		70.8	3.6		77.4	4.4		100.8	5.1	
2.54	02:00	70.31	70.7	3.6		87.4	4.4		121.9	6.2		140.3	7.1	
3.81	03:00		97.4	4.9		121.9	6.2		148.8	7.5		179.5	9.1	
5.09	04:00	105.00	117.7	5.9		174.1	8.8		202.5	10.2		250.8	12.7	
6.35	05:00		140.6	7.1		192.9	9.8		257.7	13.0				
7.62	06:00		158.6	8.0		208.8	10.6							
8.84	07:00		170.4	8.6										
10.16	08:00		176.8	8.9										



Ing. Wilder Celquechunza Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

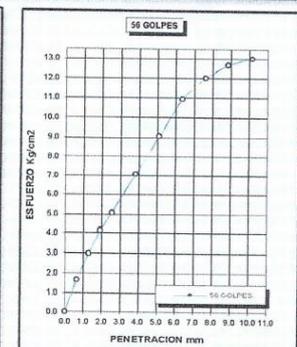
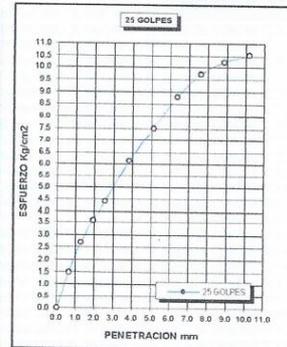
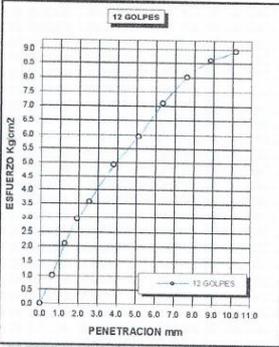
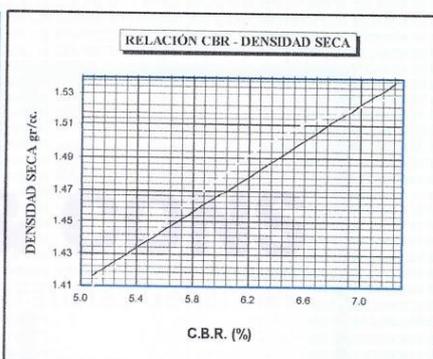
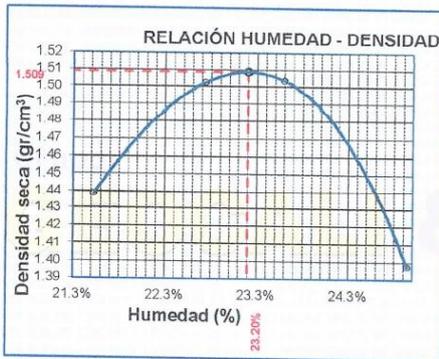
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEICALI & CONS
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³ .) : 1.51 HUMEDAD OPTIMA (%) : 23.2% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 6.7 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.4
MUESTRA : CALICATA N01 MUESTRA PATRON + 10% CONCRETO RECICLADO	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7 <18>
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA	EMBEBIDO : 4 DIAS
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022	



 **Ing. Wilder Colquehuana Suro**
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

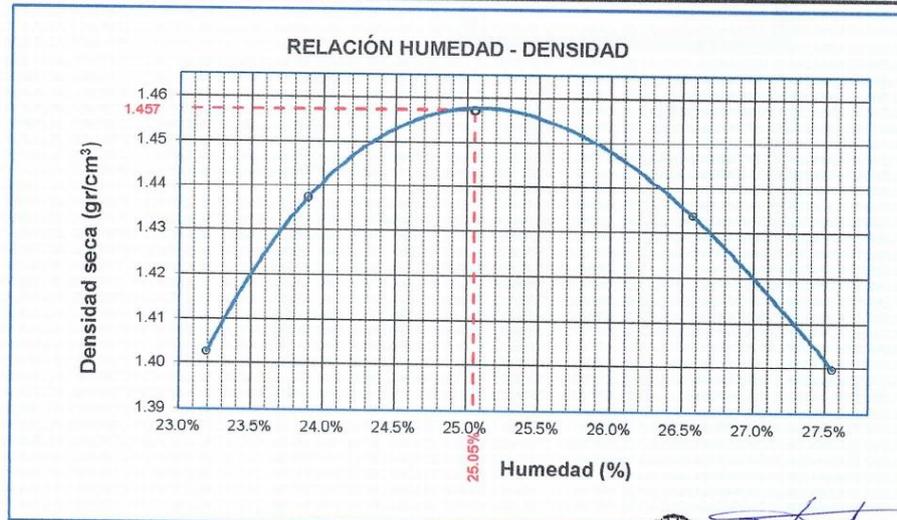
TESIS : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA Nº01 MUESTRA PATRON + 20% CONCRETO RECICLADO
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10093	10206	10279	10216
Peso del Molde	gr.	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3694	3807	3880	3817
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.728	1.781	1.815	1.785

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	66.60	72.00	62.80	69.80	54.20	65.90	54.20	65.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	57.90	62.60	54.30	61.20	47.00	56.80	47.20	55.98
Peso del Agua	gr.	8.70	9.40	8.50	8.60	7.20	9.10	7.00	9.92
Peso de la Capsula	gr.	21.40	20.90	21.90	21.30	21.10	20.90	21.10	20.90
Peso del Suelo Seco	gr.	38.50	41.70	32.40	39.90	25.90	35.90	26.10	35.08
% de Humedad	%	23.84%	22.54%	26.2%	21.55%	27.80%	25.35%	26.82%	28.28%
Promedio de Humedad	%	23.19%		23.89%		26.57%		27.55%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.403		1.437		1.434		1.400	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.46	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	25.1%	



Ing. Wilder Coluchuanca Curo
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. Nº 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA N°01 MUESTRA PATRON + 20% CONCRETO RECICLADO
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III		II		J	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12017	11721	12179	11809	12339	11874
Peso del Molde	gr.	7973	7973	7966	7966	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4044	3748	4213	3843	4325	3860
Volumen del Suelo	cm ³	2084	2084	2110	2110	2114	2114
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.940	1.798	1.997	1.821	2.046	1.826

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	71.20	73.10	185.23	83.60	78.50	271.16	59.80	67.50	191.13
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	55.70	58.60	160.75	65.00	62.50	229.70	47.50	55.90	165.48
Peso del Agua	gr.	15.50	14.50	24.48	18.60	16.00	41.46	12.30	11.60	25.65
Peso de la Capsula	gr.	20.90	21.70	62.77	21.00	20.30	62.88	20.90	21.40	62.90
Peso del Suelo Seco	gr.	34.80	36.90	97.98	44.00	42.20	166.82	26.60	34.50	102.58
% de Humedad	%	44.54%	39.30%	24.98%	42.27%	37.91%	24.85%	46.24%	33.62%	25.00%
Promedio de Humedad	%	41.92%		24.98%	40.09%		24.85%	39.93%		25.00%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.367		1.439	1.425		1.459	1.462		1.461

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		Dial		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
08/11/2021	12:00: a.m.		233.0	0.00	0		135.0	0	0		147.5	0	0	
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	260.0	0.69	0.59		149.0	0.36	0.31		156.0	0.22	0.19	
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	279.0	1.17	1.00		167.0	0.81	0.70		176.0	0.72	0.63	
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	304.0	1.80	1.55		186.0	1.30	1.11		196.0	1.23	1.07	
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	324.0	2.31	1.98		215.5	2.04	1.76		202.0	1.38	1.20	

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0.63	00:30		23.1	1.2			36.7	1.9			38.9	2.0		
1.27	01:00		42.2	2.1			59.6	3.0			63.3	3.2		
1.91	01:30		59.1	3.0			80.8	4.1			84.4	4.3		
2.54	02:00	70.31	74.7	3.8			97.5	4.9			110.8	5.6		
3.81	03:00		100.3	5.1			130.8	6.6			148.3	7.5		
5.09	04:00	105.00	121.7	6.2			158.7	8.0			185.5	9.4		
6.35	05:00		147.6	7.5			179.1	9.1			218.7	11.1		
7.62	06:00		165.6	8.4			198.9	10.1			248.7	12.6		
8.84	07:00		177.4	9.0			216.5	10.9			273.8	13.8		
10.16	08:00		186.8	9.4			228.8	11.6			297.7	15.0		


Ing. Wilder Colquhuanca Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

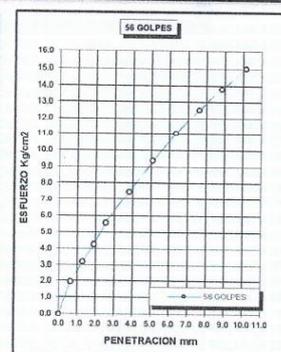
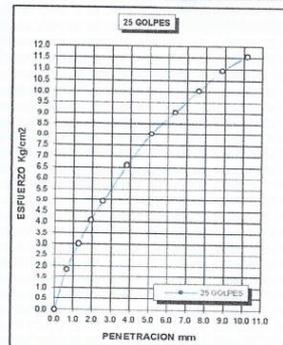
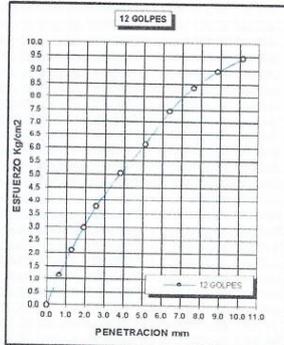
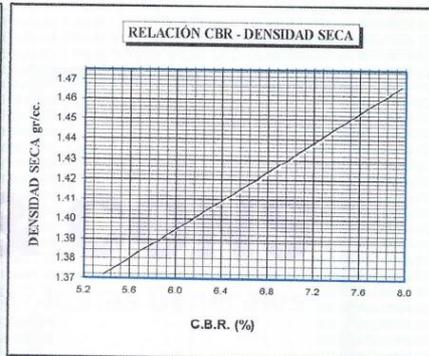
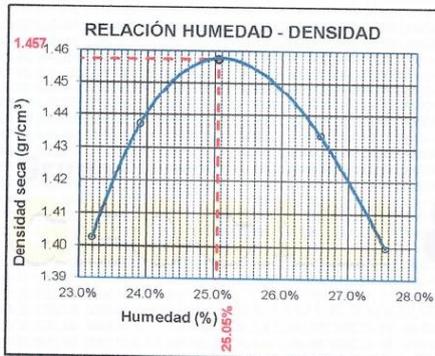
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUÑO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : Bach. BORDÁ INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) : 1.46 HUMEDAD OPTIMA (%) : 25.1% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 7.9 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.9
MUESTRA : CALICATA Nº01 MUESTRA PATRON + 20% CONCRETO RECICLADO	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <18>
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA	EMBEBIDO : 4 DIAS
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022	



Ing. Wilder Colquhuanca Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

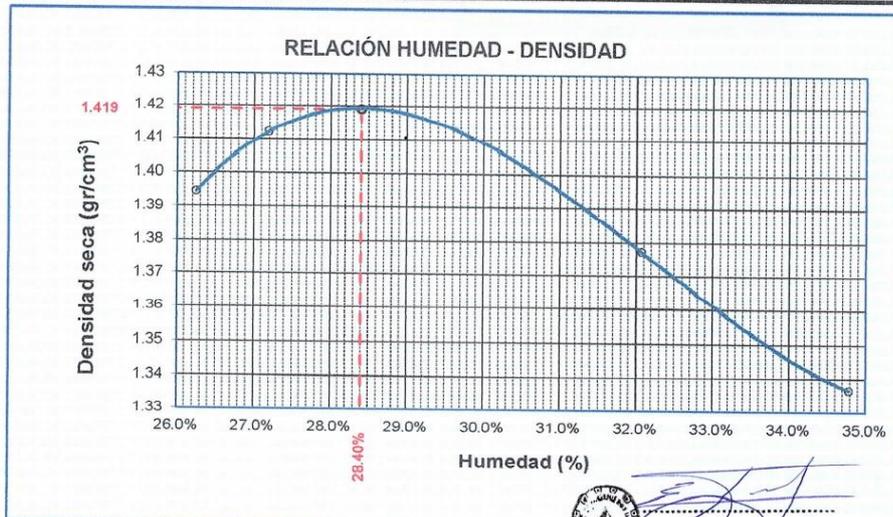
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA N°01 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2136	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10163	10239	10288	10251
Peso del Molde	gr.	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3764	3840	3889	3852
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.761	1.796	1.819	1.802

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	73.00	69.60	66.20	59.40	76.60	82.20	83.70	77.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	61.70	59.90	56.90	50.60	63.30	67.10	68.10	62.50
Peso del Agua	gr.	11.30	9.70	9.30	8.80	13.30	15.10	15.60	15.20
Peso de la Capsula	gr.	20.70	21.00	20.20	20.30	21.30	20.60	21.00	20.80
Peso del Suelo Seco	gr.	41.00	38.90	36.70	30.30	42.00	46.50	47.10	41.70
% de Humedad	%	27.56%	24.94%	25.3%	29.04%	31.67%	32.47%	33.12%	36.45%
Promedio de Humedad	%	26.25%		27.19%		32.07%		34.79%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.394		1.412		1.377		1.337	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.42	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	28.4%	



Ing. Wilber Coluchuanza Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA Nº01 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO

FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	14056	13396	14394	14013	14557	14172
Peso del Molde	gr.	8114	8114	8309	8309	8346	8346
Peso del Suelo Humedo	gr.	5942	5282	6085	5704	6211	5826
Volumen del Suelo	cm ³	3229.80	3229.80	3229.80	3229.80	3229.80	3229.80
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.840	1.635	1.884	1.766	1.923	1.804

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	84.30	77.80	75.38	81.20	79.80	67.36	59.70	87.00	75.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	68.20	61.00	63.43	65.30	64.30	56.99	49.40	70.70	63.09
Peso del Agua	gr.	16.10	16.80	11.95	15.90	15.50	10.37	10.30	16.30	11.93
Peso de la Capsula	gr.	20.80	20.20	21.29	20.80	21.60	20.34	21.10	20.70	21.06
Peso del Suelo Seco	gr.	47.60	40.80	42.14	44.50	42.50	36.65	28.30	50.00	42.03
% de Humedad	%	33.82%	41.18%	28.36%	35.73%	36.47%	28.29%	36.40%	32.60%	28.38%
Promedio de Humedad	%	37.50%	28.36%	36.10%	28.29%	34.50%	28.38%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.338	1.274	1.384	1.377	1.430	1.405			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2021	12:00: a.m.		186.0	0.00	0	364.0	0	0	140.0	0	0
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	205.3	0.49	0.42	375.4	0.29	0.25	150.4	0.26	0.23
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	227.1	1.04	0.90	389.4	0.65	0.55	155.3	0.39	0.34
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	256.2	1.83	1.57	399.4	0.90	0.77	168.0	0.71	0.62
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	264.7	2.00	1.72	428.7	1.64	1.41	181.0	1.04	0.90

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.0	0.00			0.00	0.00			
0.63	00:30		79.2	4.0		80.3	4.1			81.1	4.1			
1.27	01:00		120.1	6.1		120.0	6.1			119.8	6.1			
1.91	01:30		151.3	7.6		154.4	7.8			159.5	8.1			
2.54	02:00	70.31	181.0	9.1		186.2	9.4			190.0	9.6			
3.81	03:00		223.9	11.3		234.6	11.9			242.6	12.3			
5.09	04:00	105.00	263.0	13.3		278.4	14.1			292.8	14.8			
6.35	05:00		302.3	15.3		314.6	15.9			321.6	16.3			
7.62	06:00		327.5	16.6		330.6	16.7			348.3	17.6			
8.84	07:00		348.1	17.6		355.6	18.0			373.1	18.9			
10.16	08:00		370.2	18.7		386.5	19.5			396.2	20.0			

Ing. Wilder Colquehuanca Guro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

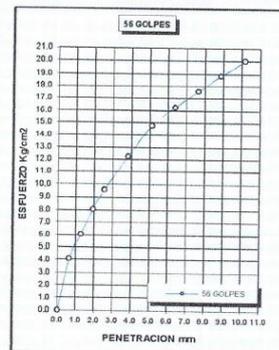
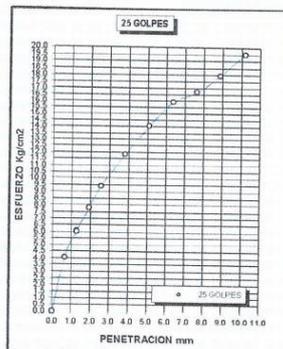
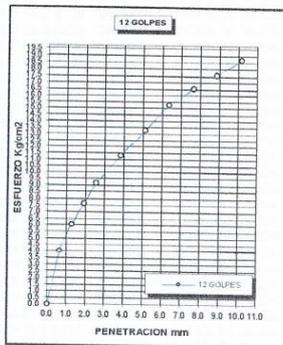
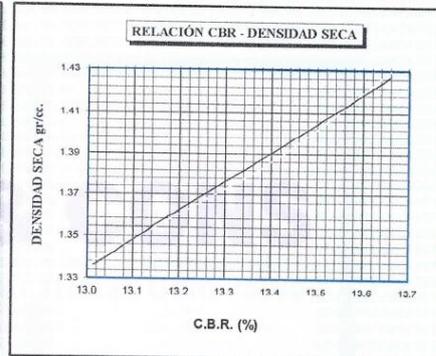
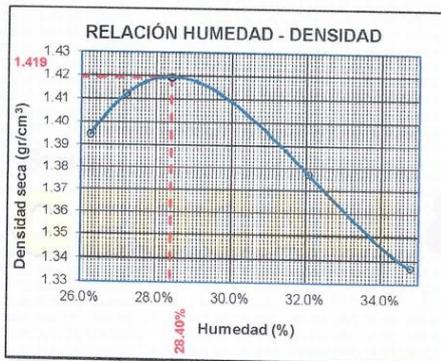
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³ .): 1.42 HUMEDAD OPTIMA (%): 28.4% CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 13.6 CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 13.1
MUESTRA : CALICATA Nº01 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <18>
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA	EMBEBIDO : 4 DIAS
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022	




 Ing. Wilder Colquehuana Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

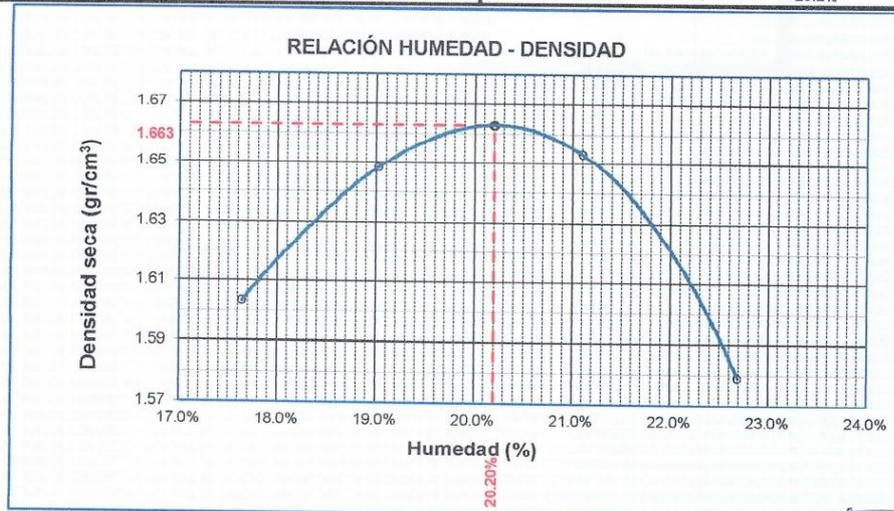
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA N°03 - MUESTRA PATRON
FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10380	10542	10628	10489
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4033	4195	4281	4142
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.886	1.962	2.002	1.937

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	131.40	120.00	133.20	121.69	108.67	134.32	114.45	112.58
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	115.20	105.55	115.55	106.10	93.85	115.00	98.15	96.20
Peso del Agua	gr.	16.20	14.45	17.65	15.59	14.82	19.32	16.30	16.38
Peso de la Capsula	gr.	23.01	23.95	23.01	23.95	23.41	23.71	25.60	24.70
Peso del Suelo Seco	gr.	92.19	81.60	92.54	82.15	70.44	91.29	72.55	71.50
% de Humedad	%	17.57%	17.71%	19.1%	18.98%	21.04%	21.16%	22.47%	22.91%
Promedio de Humedad	%	17.64%		19.03%		21.10%		22.69%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.603		1.648		1.653		1.579	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.66	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.2%	





Ing. Wilder Colquichuza Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA N°03 - MUESTRA PATRON

FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12644	12023	12781	12411	12917	12538
Peso del Molde	gr.	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Humedo	gr.	4623	4002	4748	4378	4897	4518
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.990	1.722	2.044	1.884	2.108	1.945

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	132.60	124.56	163.74	175.04	173.76	140.44	185.00	161.00	176.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	108.20	101.20	140.24	142.50	141.85	120.90	151.00	132.00	151.04
Peso del Agua	gr.	24.40	23.36	23.50	32.54	31.91	19.54	33.50	28.60	25.86
Peso de la Capsula	gr.	18.78	19.63	23.80	23.66	23.52	23.76	23.33	24.51	22.83
Peso del Suelo Seco	gr.	89.42	81.57	116.44	118.84	118.33	97.14	127.67	107.49	128.21
% de Humedad	%	27.29%	28.64%	20.18%	27.38%	26.97%	20.12%	26.24%	26.61%	20.17%
Promedio de Humedad	%	27.96%	20.18%	27.17%	20.12%	26.42%	20.17%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.555	1.433	1.607	1.569	1.667	1.618			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/01/2022	10:00: a.m.		562.0	0.00	0	282.0	0	0	551.0	0	0
22/01/2022	10:00: a.m.	24:00:00	584.0	0.56	0.48	298.0	0.41	0.35	563.0	0.30	0.26
23/01/2022	10:00: a.m.	48:00:00	586.0	0.61	0.52	301.0	0.48	0.41	565.0	0.36	0.31
24/01/2022	10:00: a.m.	72:00:00	587.0	0.64	0.55	305.0	0.58	0.50	567.0	0.41	0.35
25/01/2022	10:00: a.m.	96:00:00	588.0	0.66	0.57	308.0	0.66	0.57	568.0	0.46	0.40

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00			
0.63	00:30		23.3	1.2		27	1.4			30	1.5			
1.27	01:00		38.0	1.9		44	2.2			48	2.4			
1.91	01:30		48.5	2.5		57	2.9			66	3.3			
2.54	02:00	70.31	59.3	3.0		71	3.6			80	4.0			
3.81	03:00		80.0	4.0		96	4.9			112	5.7			
5.09	04:00	105.00	94.0	4.8		115	5.8			139	7.0			
6.35	05:00		105.0	5.3		128	6.5			161	8.1			
7.62	06:00		113.0	5.7		138	7.0			182	9.2			
8.84	07:00		119.0	6.0		145	7.3			199	10.0			
10.16	08:00		122.8	6.2		149	7.6			212	10.7			


 Ing. Wilder Colquhuanca Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

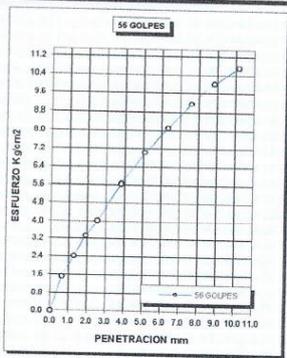
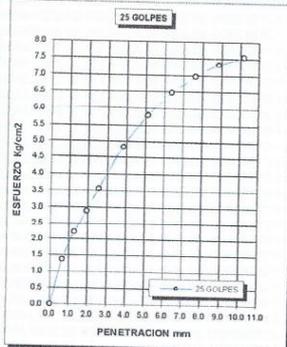
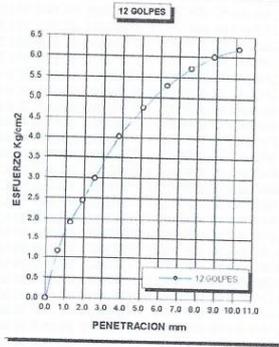
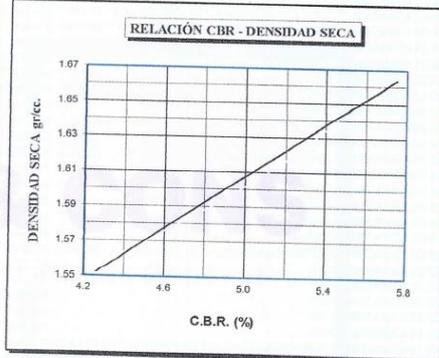
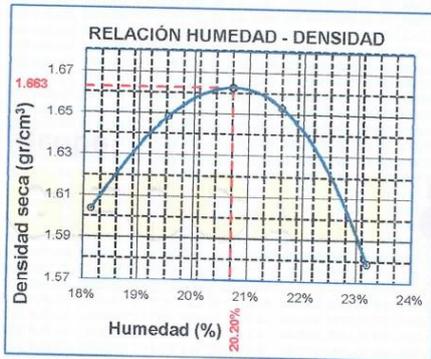
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.66 HUMEDAD OPTIMA (%) 20.2% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.7 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 4.6
MUESTRA CALICATA Nº03 - MUESTRA PATRON	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7 <20: EMBEBIDO : 4 DIAS
UBICACIÓN CARRETERA CARACOTO-COATA	
FECHA Lunes, 31 de Enero de 2022	




 Ing. Wilder Colquhuanca Guero
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. Nº 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

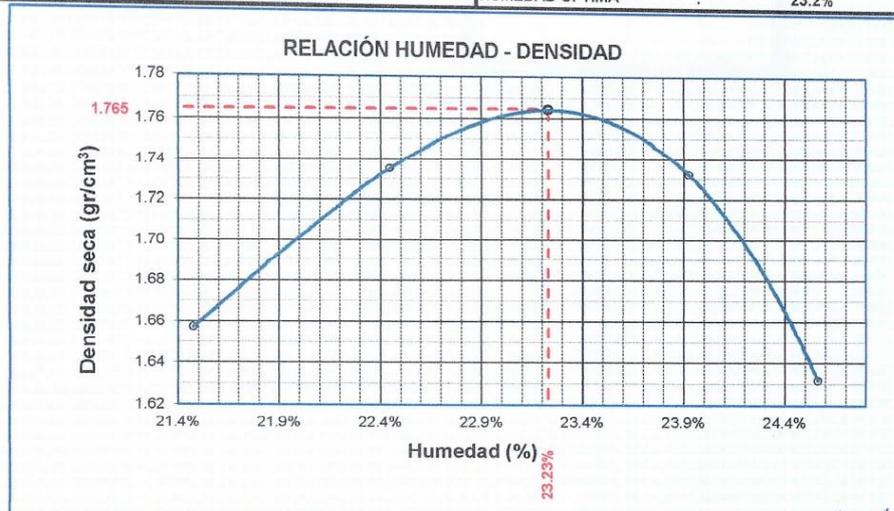
TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
MUESTRA : CALICATA N°03 MUESTRA NATURAL + 10% CONCRETO RECICLADO
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10652	10890	10937	10693
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4305	4543	4590	4346
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.014	2.125	2.147	2.033

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	84.56	84.59	85.70	85.98	88.22	88.69	89.45	90.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	73.40	73.21	73.90	74.35	75.48	75.60	76.00	76.78
Peso del Agua	gr.	11.16	11.38	11.80	11.63	12.74	13.09	13.45	13.47
Peso de la Capsula	gr.	21.15	20.50	21.90	21.96	21.40	21.71	21.51	21.67
Peso del Suelo Seco	gr.	52.25	52.71	52.00	52.39	54.08	53.89	54.49	55.11
% de Humedad	%	21.36%	21.59%	22.7%	22.20%	23.06%	24.29%	24.68%	24.44%
Promedio de Humedad	%	21.47%		22.45%		23.92%		24.56%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.658		1.735		1.732		1.632	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.77	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	23.2%	



Ing. Wilber Colquhuanca Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.B. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA N°03 MUESTRA NATURAL + 10% CONCRETO RECICLADO

FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Maide	gr.	12655	12193	12752	12387	12880	12589
Peso del Molde	gr.	8014	8014	8014	8014	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4641	4179	4738	4373	4866	4575
Volumen del Suelo	cm3.	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.190	1.972	2.236	2.063	2.296	2.159

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	70.40	84.20	74.50	74.60	84.50	73.40	77.90	71.80	97.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	58.50	69.00	64.32	62.20	69.80	63.29	65.00	60.35	83.20
Peso del Agua	gr.	11.90	15.20	10.18	12.40	14.70	10.11	12.90	11.45	14.50
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	20.60	21.40	21.30	20.10	21.00	21.00	21.80
Peso del Suelo Seco	gr.	38.15	48.50	43.72	40.80	48.50	43.19	44.00	39.35	61.40
% de Humedad	%	31.19%	31.34%	23.28%	30.39%	30.31%	23.41%	29.32%	29.10%	23.62%
Promedio de Humedad	%	31.27%	23.28%	30.35%	23.41%	29.21%	23.62%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.668	1.599	1.715	1.672	1.777	1.746			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/01/2022	10:00: a.m.		164.0	0.00	0	165.0	0	0	165.0	0	0
22/01/2022	10:00: a.m.	24:00:00	180.0	0.41	0.35	179.0	0.36	0.30	175.0	0.25	0.22
23/01/2022	10:00: a.m.	48:00:00	192.0	0.71	0.61	190.0	0.64	0.54	186.0	0.53	0.46
24/01/2022	10:00: a.m.	72:00:00	203.0	0.99	0.85	198.0	0.84	0.72	192.0	0.69	0.59
25/01/2022	10:00: a.m.	96:00:00	214.0	1.27	1.09	207.0	1.07	0.91	201.0	0.91	0.78

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		26.0	1.3		34	1.7		50	2.5		74	3.7	
1.27	01:00		45.0	2.3		57	2.9		74	3.7		103	5.2	
1.91	01:30		61.0	3.1		71	3.6		93	4.7		139	7.0	
2.54	02:00	70.31	75.0	3.8		86	4.3		103	5.2		160	8.1	
3.81	03:00		102.0	5.2		115	5.8		139	7.0		183	9.3	
5.09	04:00	105.00	117.0	5.9		142	7.2		160	8.1		203	10.3	
6.35	05:00		132.0	6.7		156	7.9		183	9.3		219	11.1	
7.62	06:00		146.0	7.4		169	8.5		203	10.3		230	11.6	
8.84	07:00		156.0	7.9		179	9.0		219	11.1				
10.16	08:00		164.0	8.3		186	9.4		230	11.6				

Ing. Wilder Colquehuana Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

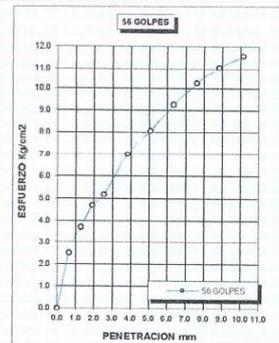
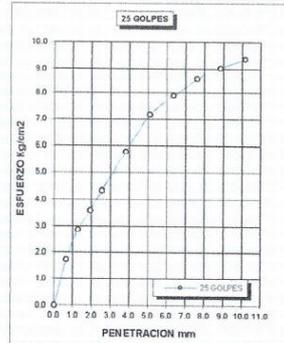
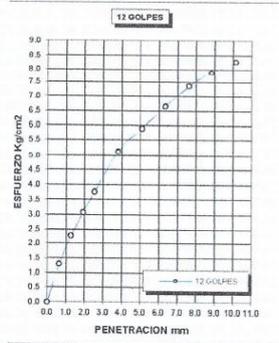
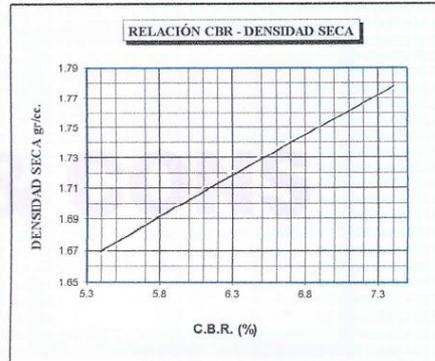
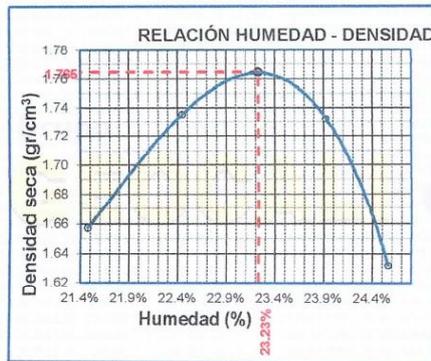
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.77
MUESTRA	CALICATA N°03 MUESTRA NATURAL + 10% CONCRETO RECICLADO	HUMEDAD OPTIMA (%) 23.2% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 7.2
UBICACIÓN	CARRETERA CARACOTO-COATA	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 5.5
FECHA	Lunes, 31 de Enero de 2022	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7<19> EMBEBIDO : 4 DIAS





 Ing. Wilder Colquhuanca Guero

 Esp. Geotecnia y Control de Calidad

 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO : 2021"

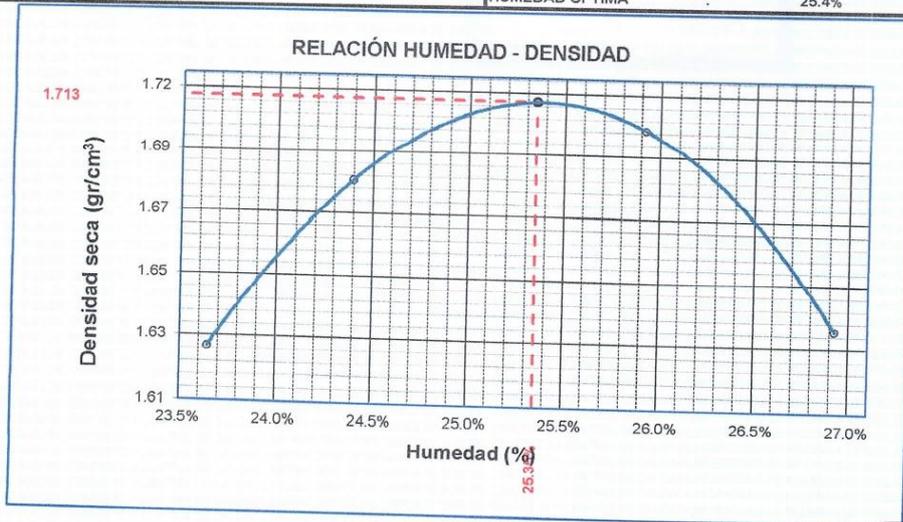
SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO
 UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
 MUESTRA : CALICATA N°03 MUESTRA PATRON + 20 % CONCRETO RECICLADO
 FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10650	10826	10933	10789
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4303	4479	4586	4442
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	2.013	2.095	2.145	2.078

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	98.60	89.30	79.30	89.30	88.40	60.50	78.60	99.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	84.00	76.00	67.84	75.80	74.60	52.20	66.25	82.80
Peso del Agua	gr.	14.60	13.30	11.46	13.50	13.80	8.30	12.35	16.40
Peso de la Capsula	gr.	21.40	20.50	21.00	20.30	21.00	20.40	20.60	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	62.60	55.50	46.84	55.50	53.60	31.80	45.65	61.20
% de Humedad	%	23.32%	23.96%	24.5%	24.32%	25.73%	26.10%	27.05%	26.80%
Promedio de Humedad	%	23.64%		24.40%		25.92%		26.93%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.628		1.684		1.703		1.637	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.71 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	25.4%



Ing. Wilder Colquehuana Guero
 Esp. Geotécnicos y Control de Calidad
 C.T.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA Nº03 MUESTRA PATRON + 20 % CONCRETO RECICLADO

FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	13020	12631	13098	12769	12230	12089
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Humedo	gr.	4999	4610	5065	4736	5210	4969
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.152	1.984	2.180	2.038	2.242	2.139

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	132.60	124.56	163.74	175.04	173.76	140.44	181.71	159.50	175.94
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	104.50	98.80	135.50	138.01	138.00	117.00	145.00	128.00	145.00
Peso del Agua	gr.	28.10	25.76	28.24	36.03	35.76	23.44	36.71	31.50	30.94
Peso de la Capsula	gr.	18.78	19.63	23.80	23.66	23.52	23.76	23.33	24.51	22.83
Peso del Suelo Seco	gr.	85.72	79.17	111.70	115.35	114.48	93.24	121.67	103.49	122.17
% de Humedad	%	32.78%	32.54%	25.28%	31.24%	31.24%	25.14%	30.17%	30.44%	25.33%
Promedio de Humedad	%	32.66%	25.28%	31.24%	25.14%	30.30%	25.33%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.622	1.584	1.661	1.629	1.721	1.706			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/01/2022	10:00: a.m.		562.0	0.00	0	282.0	0	0	551.0	0	0
22/01/2022	10:00: a.m.	24:00:00	584.0	0.56	0.48	298.0	0.41	0.35	563.0	0.30	0.26
23/01/2022	10:00: a.m.	48:00:00	586.0	0.61	0.52	301.0	0.48	0.41	565.0	0.36	0.31
24/01/2022	10:00: a.m.	72:00:00	587.0	0.64	0.55	305.0	0.58	0.50	567.0	0.41	0.35
25/01/2022	10:00: a.m.	96:00:00	588.0	0.66	0.57	308.0	0.66	0.57	569.0	0.46	0.40

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		26.4	1.3		35	1.7		36	1.8		36	1.8	
1.27	01:00		56.0	2.8		69	3.5		67	3.4		67	3.4	
1.91	01:30		78.0	3.9		89	4.5		95	4.8		95	4.8	
2.54	02:00	70.31	96.3	4.9		113	5.7		127	6.4		127	6.4	
3.81	03:00		124.0	6.3		149	7.5		169	8.5		169	8.5	
5.09	04:00	105.00	146.2	7.4		177	8.9		212	10.7		212	10.7	
6.35	05:00		161.0	8.1		201	10.2		246	12.4		246	12.4	
7.62	06:00		176.0	8.9		219	11.1		274	13.9		274	13.9	
8.84	07:00		187.0	9.5		229	11.6		289	14.6		289	14.6	
10.16	08:00		197.0	10.0		235	11.9		298	15.1		298	15.1	

Ing. Wilder Colapichuanca Curo
Ego. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

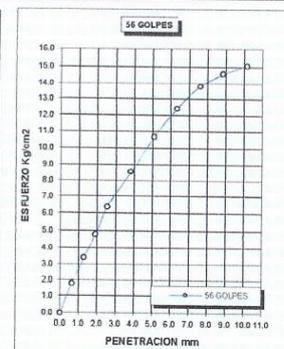
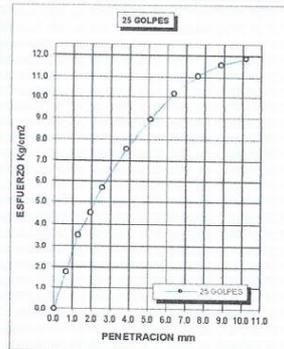
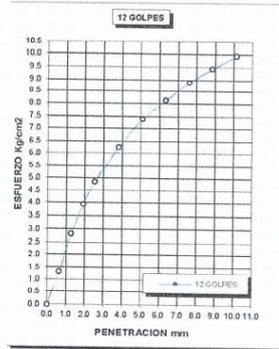
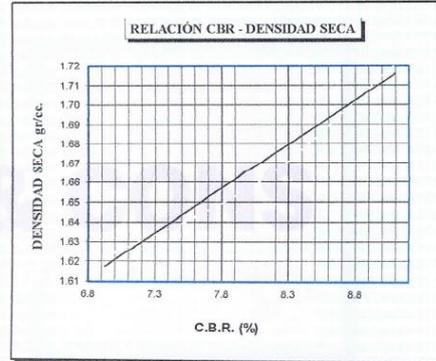
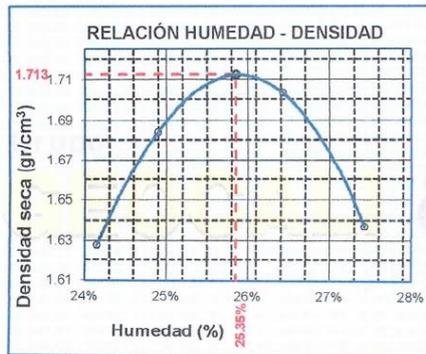
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.) 1.71 HUMEDAD OPTIMA (%) 25.4% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 9.0 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 7.2
MUESTRA CALICATA N°03 MUESTRA PATRON + 20 % CONCRETO RECICLADO	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <16: EMBEBIDO : 4 DIAS
UBICACIÓN CARRETERA CARACOTO-COATA	
FECHA 31/01/2022	



Ing. Wilder Colquhuanca Curo
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALLIQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA N°03 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO

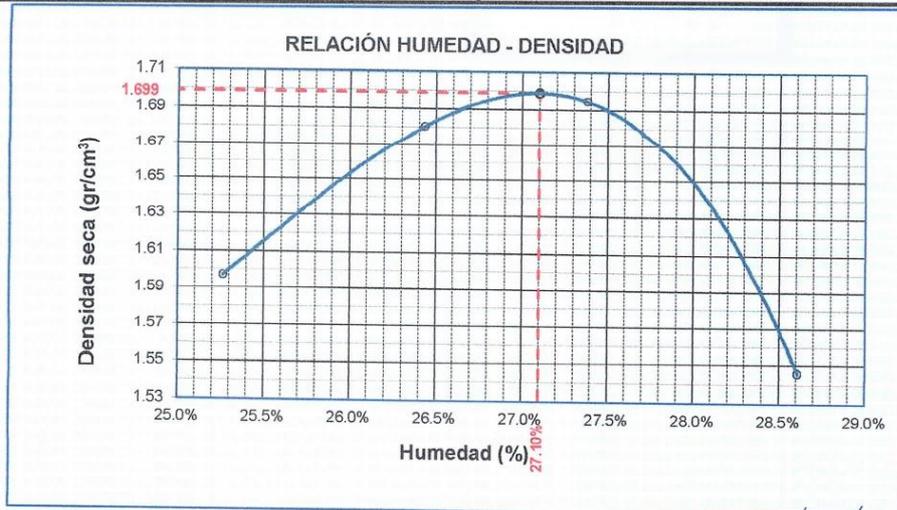
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10625	10889	10962	10598
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4278	4542	4615	4251
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.001	2.124	2.159	1.988

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.95	83.53	84.25	84.75	86.60	88.00	89.10	89.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	71.20	71.00	71.00	71.50	72.60	73.58	73.89	74.80
Peso del Agua	gr.	12.75	12.53	13.25	13.25	14.00	14.42	15.21	15.10
Peso de la Capsula	gr.	21.08	21.06	21.00	21.25	21.18	21.20	21.27	21.46
Peso del Suelo Seco	gr.	50.12	49.94	50.00	50.25	51.42	52.38	52.62	53.34
% de Humedad	%	25.44%	25.09%	26.5%	26.37%	27.23%	27.53%	28.91%	28.31%
Promedio de Humedad	%	25.26%		26.43%		27.38%		28.61%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.597		1.680		1.695		1.546	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.70	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	27.1%	



Ing. Wilder Colquehuana Guro
Edu. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA N°03 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO

FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	12578	12242	12804	12510	12785	12551
Peso del Molde	gr.	7993	7993	7993	7993	7993	7993
Peso del Suelo Humedo	gr.	4585	4249	4811	4517	4792	4558
Volumen del Suelo	cm3.	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3.	2.163	2.005	2.270	2.131	2.261	2.151

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	78.80	77.60	84.30	81.20	83.40	79.50	71.00	87.40	85.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	62.00	63.00	70.85	66.00	67.74	66.99	58.70	71.20	71.20
Peso del Agua	gr.	14.80	14.60	13.45	15.20	15.66	12.51	12.30	16.20	13.80
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	21.20	20.40	20.10	21.00	20.60	20.80	20.30
Peso del Suelo Seco	gr.	41.65	42.50	49.65	45.60	47.64	45.99	38.10	50.40	50.90
% de Humedad	%	35.53%	34.35%	27.09%	33.33%	32.87%	27.20%	32.28%	32.14%	27.11%
Promedio de Humedad	%	34.94%	27.09%	33.10%	27.20%	32.21%	27.11%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.603	1.577	1.705	1.675	1.710	1.692			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/01/2022	10:00: a.m.		103.0	0.00	0	102.0	0	0	102.0	0	0
22/01/2022	10:00: a.m.	24:00:00	127.0	0.61	0.52	122.0	0.51	0.43	115.0	0.33	0.28
23/01/2022	10:00: a.m.	48:00:00	143.0	1.02	0.87	138.0	0.91	0.78	128.0	0.66	0.57
24/01/2022	10:00: a.m.	72:00:00	158.0	1.40	1.20	151.0	1.24	1.07	141.0	0.99	0.85
25/01/2022	10:00: a.m.	96:00:00	172.0	1.75	1.50	162.0	1.52	1.30	154.0	1.32	1.13

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I		
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		43.0	2.2		55	2.8		59	3.0	
1.27	01:00		71.6	3.6		91	4.6		101	5.1	
1.91	01:30		88.0	4.4		125	6.3		145	7.3	
2.54	02:00	70.31	108.8	5.5		166	8.4		179	9.0	
3.81	03:00		144.0	7.3		217	11.0		263	13.3	
5.09	04:00	105.00	184.0	9.3		269	13.6		320	16.2	
6.35	05:00		216.6	10.9		300	15.2		363	18.3	
7.62	06:00		243.5	12.3		330	16.7		410	20.7	
8.84	07:00		266.6	13.5		348	17.6		438	22.1	
10.16	08:00		280.4	14.2		365	18.4		458	23.2	

Ing. Wilder Colquehuana Guro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

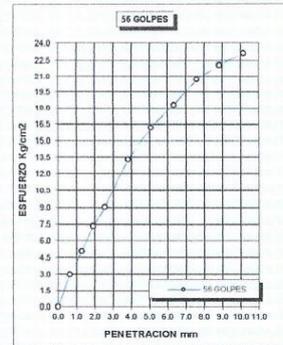
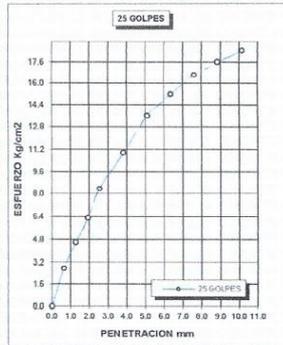
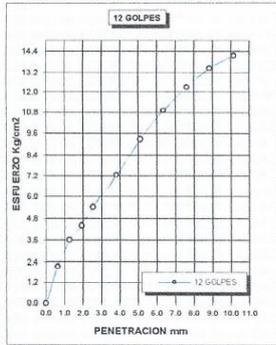
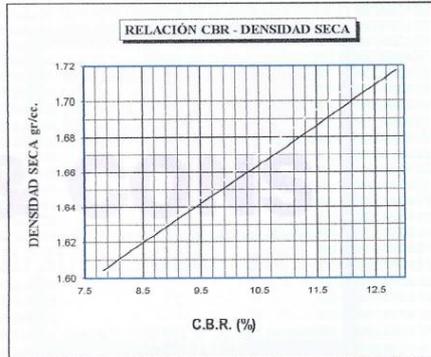
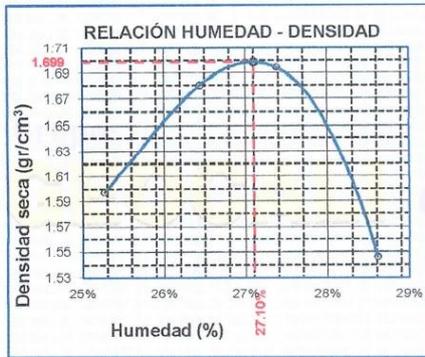
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUÑO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.70
MUESTRA	CALICATA N°03 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO	HUMEDAD OPTIMA (%) 27.1% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 12.6
UBICACIÓN	CARRETERA CARACOTO-COATA	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 9.0
FECHA	31/01/2022	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <16> EMBEBIDO : 4 DIAS




 Ing. Wilder Colquhuanca Suro
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA Nº2 - MUESTRA PATRON

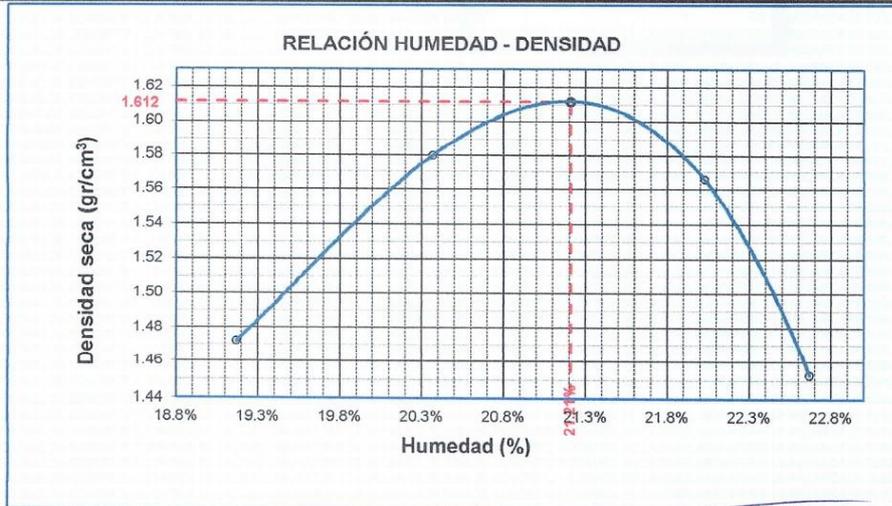
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10150	10465	10485	10210
Peso del Molde	gr.	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	3751	4066	4086	3811
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	1.754	1.902	1.911	1.783

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	68.90	70.50	62.80	70.80	80.20	62.40	69.10	80.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	61.20	62.70	55.80	63.50	69.50	55.20	60.40	69.10
Peso del Agua	gr.	7.70	7.80	7.00	8.79	10.70	7.20	8.70	11.20
Peso de la Capsula	gr.	21.80	21.20	21.70	20.00	21.80	21.90	21.20	20.70
Peso del Suelo Seco	gr.	39.40	41.50	34.10	43.50	47.70	33.30	39.20	48.40
% de Humedad	%	19.54%	18.80%	20.5%	20.21%	22.43%	21.62%	22.19%	23.14%
Promedio de Humedad	%	19.17%		20.37%		22.03%		22.67%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.472		1.580		1.566		1.453	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.61	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	21.2%	



Ing. Wilder Colquhuanca Guro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA N°2 - MUESTRA PATRON

FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12496	11951	12635	12241	12693	12319
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Molde	gr.	4475	3930	4602	4208	4673	4299
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.926	1.691	1.981	1.811	2.011	1.850
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	180.14	144.88	178.98	170.99	188.24	159.61	184.66	188.23	157.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	131.25	119.45	151.36	143.03	140.40	135.74	153.43	156.98	133.85
Peso del Agua	gr.	28.89	25.43	27.62	27.96	27.84	23.87	31.23	31.25	23.17
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	110.90	98.95	128.36	112.53	109.86	112.04	126.86	128.44	109.76
% de Humedad	%	26.05%	25.70%	21.62%	24.65%	25.34%	21.30%	24.62%	24.33%	21.11%
Promedio de Humedad	%	25.88%	21.52%	25.09%	21.30%	24.47%	21.11%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.530	1.392	1.583	1.493	1.616	1.528			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
21/01/2022	12:00: a.m.		542.0	0.00	0	497.0	0	0	571.0	0	0
22/01/2022	12:00: a.m.	24:00:00	564.0	0.56	0.48	513.0	0.41	0.35	583.0	0.30	0.26
23/01/2022	12:00: a.m.	48:00:00	566.0	0.61	0.52	516.0	0.48	0.41	585.0	0.36	0.31
24/01/2022	12:00: a.m.	72:00:00	567.0	0.64	0.55	520.0	0.58	0.50	587.0	0.41	0.35
25/01/2022	12:00: a.m.	96:00:00	568.0	0.66	0.57	523.0	0.66	0.57	589.0	0.46	0.40

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.63	00:30		19.4	1.0		25	1.3		28	1.4		42	2.1	
1.27	01:00		29.2	1.5		38	1.9		42	2.1		61	3.1	
1.91	01:30		38.2	1.9		50	2.5		66	3.3		74	3.7	
2.54	02:00	70.31	48.0	2.4		66	3.3		90	4.5		106	5.4	
3.81	03:00		65.4	3.3		90	4.5		110	5.5		138	7.0	
5.09	04:00	105.00	83.5	4.2		124	6.2		147	7.4		164	8.3	
6.35	05:00		99.6	5.0		135	6.8		157	7.9		188	9.5	
7.62	06:00		114.6	5.8		147	7.4		204	10.3		214	10.8	
8.84	07:00		123.4	6.2		157	7.9							
10.16	08:00		128.6	6.5										



Ing. Wilder Colquehuancza Suro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209471

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

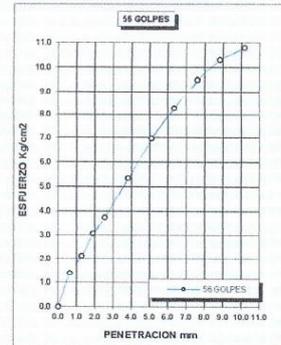
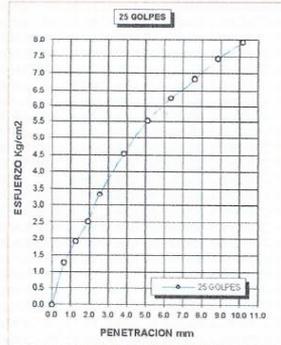
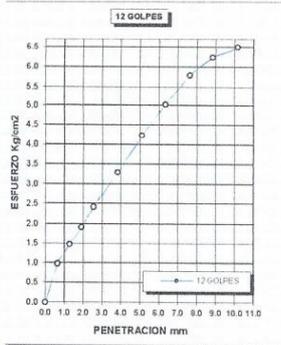
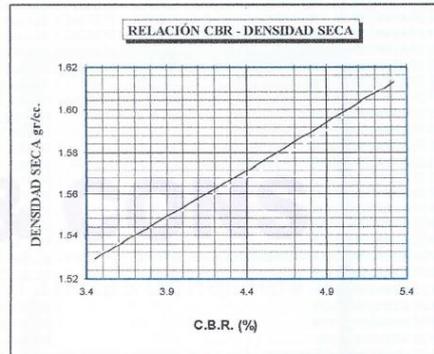
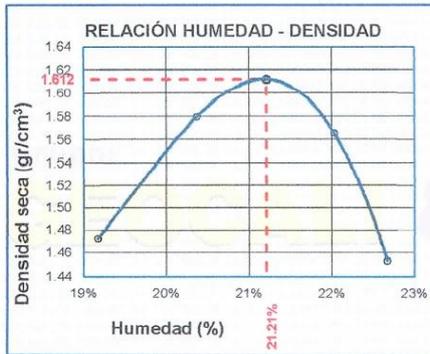
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUÑO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.61
MUESTRA	CALICATA N°2 - MUESTRA PATRON	HUMEDAD OPTIMA (%) 21.2%
UBICACIÓN	CARRETERA CARACOTO-COATA	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.3
FECHA	lunes, 31 de Enero de 2022	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 3.5
		CLASIFICACIÓN : MH
		AASHTO : A-7
		EMBEBIDO : 4 DIAS




 Ing. Wilder Colquhuanca Guro
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA Nº 02 MUESTRA PATRON + 10% CONCRETO RECICLADO

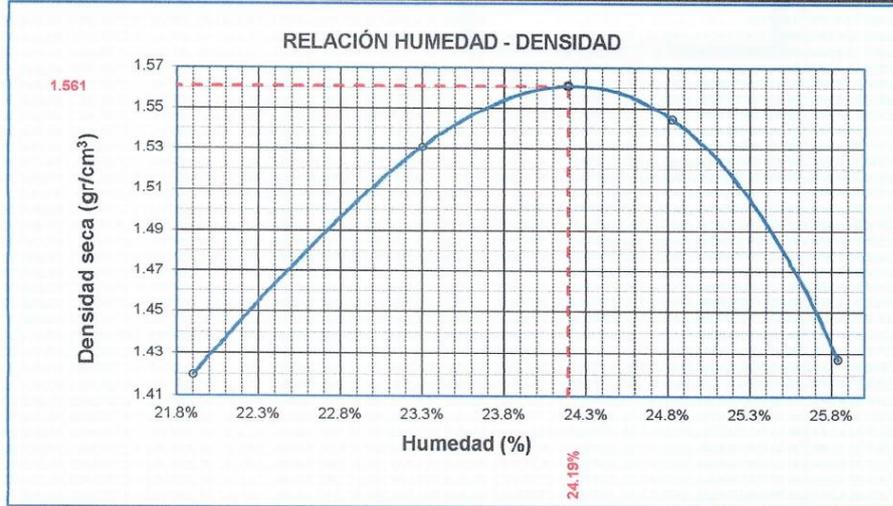
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

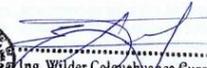
MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10100	10435	10521	10239
Peso del Molde	gr.	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3701	4036	4122	3840
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.731	1.888	1.928	1.796

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	68.30	68.86	60.56	65.31	66.62	69.10	71.00	72.35
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	60.10	60.15	53.20	57.00	57.64	59.80	60.74	61.84
Peso del Agua	gr.	8.20	8.72	7.36	8.31	8.98	9.30	10.26	10.51
Peso de la Capsula	gr.	21.81	21.21	21.72	21.22	21.84	21.95	21.19	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	38.29	38.94	31.48	35.78	35.80	37.85	39.55	40.84
% de Humedad	%	21.42%	22.38%	23.4%	23.23%	25.08%	24.57%	25.94%	25.73%
Promedio de Humedad	%	21.90%		23.30%		24.83%		25.84%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.420		1.531		1.545		1.427	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.56	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	24.2%	




Ing. Wilder Colquehuanca Guero
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"
 SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALLUQUE, DENNIS REYNALDO
 UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA
 MUESTRA : CALICATA N° 02 MUESTRA PATRON + 10% CONCRETO RECICLADO
 FECHA : lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12563	12104	12644	12280	12717	12421
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4530	4071	4623	4259	4703	4407
Peso del Suelo Humedo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm ³	1.950	1.752	1.990	1.833	2.024	1.897

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	160.14	144.88	178.98	170.99	168.24	159.61	184.68	188.23	157.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	126.00	115.00	148.00	138.65	135.90	133.00	149.00	152.00	131.20
Peso del Agua	gr.	34.14	29.88	30.98	32.34	32.34	26.61	35.68	36.23	25.82
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	28.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	105.65	94.50	125.00	108.15	105.36	109.30	122.43	123.46	107.11
% de Humedad	%	32.31%	31.62%	24.78%	29.90%	30.69%	24.39%	29.13%	29.35%	24.11%
Promedio de Humedad	%	31.97%	24.78%	30.30%	24.35%	29.24%	24.11%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.477	1.404	1.527	1.474	1.566	1.528			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/01/2022	12:00: a.m.		542.0	0.00	0	497.0	0	0	571.0	0	0
22/01/2022	12:00: a.m.	24:00:00	564.0	0.56	0.48	513.0	0.41	0.35	583.0	0.30	0.26
23/01/2022	12:00: a.m.	48:00:00	566.0	0.61	0.52	516.0	0.48	0.41	585.0	0.36	0.31
24/01/2022	12:00: a.m.	72:00:00	567.0	0.64	0.55	520.0	0.58	0.50	587.0	0.41	0.35
25/01/2022	12:00: a.m.	96:00:00	568.0	0.66	0.57	523.0	0.66	0.57	589.0	0.46	0.40

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I		
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		27.8	1.4		32	1.6		34.3	1.7	
1.27	01:00		58.2	2.9		58	2.9		68.4	3.5	
1.91	01:30		71.4	3.6		78	3.9		90.1	4.6	
2.54	02:00	70.31	86.7	4.4		98	5.0		110.0	5.6	
3.81	03:00		113.8	5.8		144	7.3		154.0	7.8	
5.09	04:00	105.00	135.1	6.8		173	8.7		189.0	9.6	
6.35	05:00		147.8	7.5		189	9.6		228.0	11.5	
7.62	06:00		155.9	7.9		201	10.2		274.0	13.9	
8.84	07:00		162.7	8.2		206	10.4		298.0	15.1	
10.16	08:00		167.3	8.5		210	10.6		310.0	15.7	

Ing. Wilder Colquehuancu Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

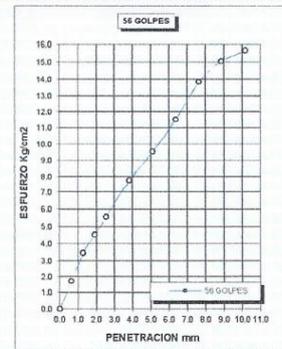
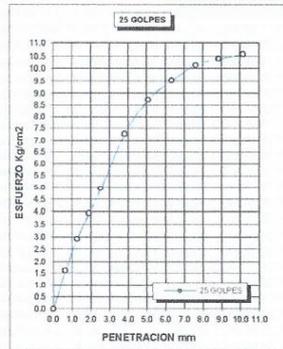
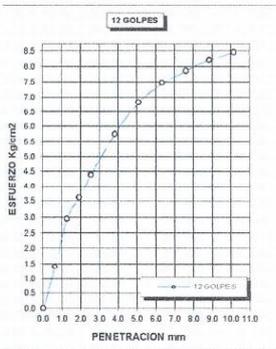
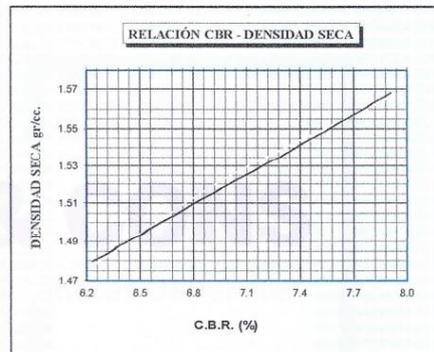
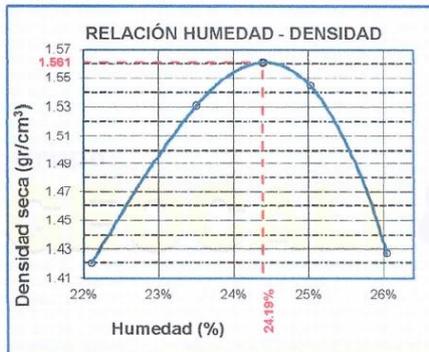
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE	Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.56 HUMEDAD OPTIMA (%) 24.2% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 7.8 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 6.3
MUESTRA	CALICATA Nº 02 MUESTRA PATRON + 10% CONCRETO RECICLADO	CLASIFICACIÓN : MH AASHTO : A-7 <18>
UBICACIÓN	CARRETERA CARACOTO-COATA	EMBEBIDO : 4 DIAS
FECHA	lunes, 31 de Enero de 2022	



Ing. Wilder Colquhuanca Curo
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICTA N° 02 MUESTRA PATRON + 20% CONCRETO RECICLADO

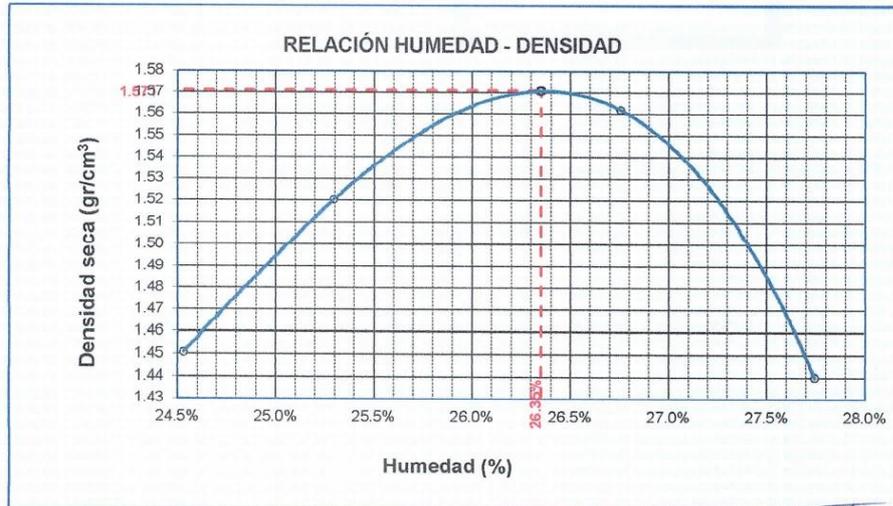
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10210	10420	10580	10280
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3863	4073	4233	3933
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.807	1.905	1.980	1.840

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	216.77	218.88	213.67	209.00	230.25	196.96	156.84	169.47
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	179.00	180.10	175.20	171.50	186.80	160.10	129.20	139.50
Peso del Agua	gr.	37.77	38.78	38.47	37.50	43.45	36.86	27.64	29.97
Peso de la Capsula	gr.	23.82	23.23	23.06	23.32	23.37	23.20	30.41	30.54
Peso del Suelo Seco	gr.	155.18	156.87	152.14	148.18	163.43	136.90	98.79	108.96
% de Humedad	%	24.34%	24.72%	25.3%	25.31%	26.59%	26.92%	27.98%	27.51%
Promedio de Humedad	%	24.53%		25.30%		26.76%		27.74%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.451		1.520		1.562		1.440	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.57	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	26.4%	




Ing. Wilder Colquhuanca Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICTA N° 02 MUESTRA PATRON + 20% CONCRETO RECICLADO

FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12113	11729	12303	11976	11072	10842
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	7950	7950	7992	7992	6759	6759
Peso del Molde	gr.	4163	3779	4311	3984	4313	4083
Peso del Suelo Humedo	cm3	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Yolumen del Suelo	gr/cm3	1.969	1.788	2.043	1.868	2.070	1.959

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	340.09	341.28	332.11	340.82	351.38	224.40	340.41	352.98	309.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	264.80	267.00	271.00	267.00	278.00	185.70	268.00	278.00	253.40
Peso del Agua	gr.	75.29	74.28	61.11	73.82	75.38	38.70	72.41	74.98	56.49
Peso de la Capsula	gr.	39.31	39.63	39.58	39.17	38.69	38.44	38.66	38.86	38.77
Peso del Suelo Seco	gr.	225.49	227.17	231.42	227.83	237.01	147.26	229.34	238.14	214.63
% de Humedad	%	33.39%	32.70%	26.41%	32.40%	31.80%	26.28%	31.57%	31.49%	26.32%
Promedio de Humedad	%	33.04%	26.41%	32.10%	26.28%	31.53%	26.32%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.480	1.414	1.546	1.495	1.573	1.551			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
21/01/2022	10:00: a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	391.0	0	0
22/01/2022	10:00: a.m.	24:00:00	552.0	0.56	0.48	538.0	0.41	0.35	403.0	0.30	0.26
23/01/2022	10:00: a.m.	48:00:00	554.0	0.61	0.52	541.0	0.48	0.41	405.0	0.36	0.31
24/01/2022	10:00: a.m.	72:00:00	555.0	0.64	0.55	545.0	0.58	0.50	407.0	0.41	0.35
25/01/2022	10:00: a.m.	96:00:00	556.0	0.66	0.57	548.0	0.66	0.57	409.0	0.46	0.40

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		0.8	28.5	1.4		1.8	33	1.7		2.4	35	1.8	
1.27	01:00		9.9	67.2	3.4		10.8	71	3.6		11.3	73	3.7	
1.91	01:30		16.4	94.7	4.8		19.0	106	5.3		20.2	111	5.6	
2.54	02:00	70.31	19.8	109.2	5.5		25.8	135	6.8		29.1	149	7.5	
3.81	03:00		27.4	141.4	7.1		34.6	172	8.7		42.3	205	10.3	
5.09	04:00	105.00	31.8	160.1	8.1		40.8	198	10.0		53.6	253	12.8	
6.35	05:00		33.9	169.0	8.5		43.4	209	10.6		64.8	300	15.2	
7.62	06:00		34.8	172.8	8.7		45.1	217	10.9		75.6	346	17.5	
8.84	07:00		35.6	176.2	8.9		46.1	221	11.2		83.6	380	19.2	
10.16	08:00		36.2	178.8	9.0		47.2	225	11.4		90.0	396	20.0	


 Ing. Wilder Colarhuana Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

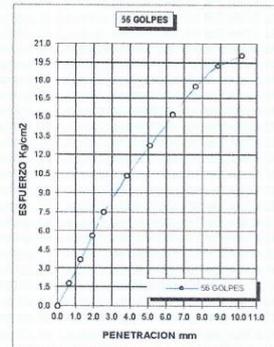
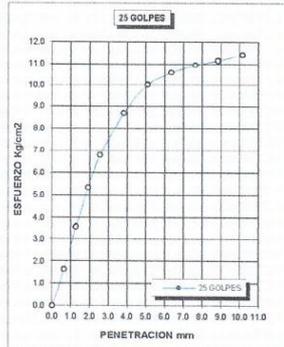
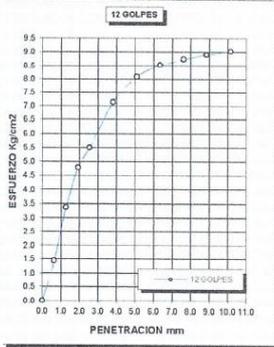
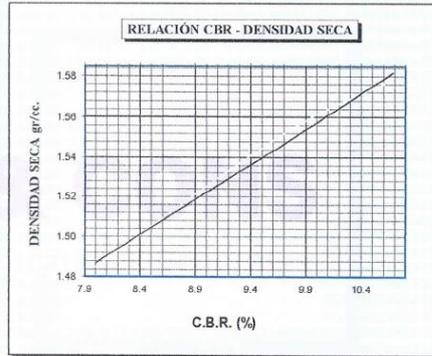
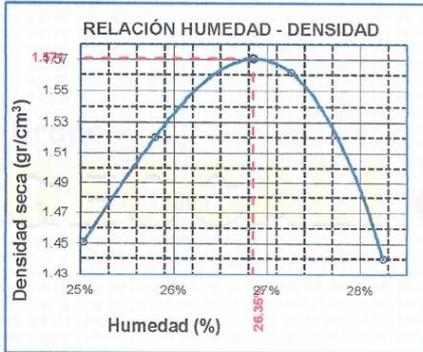
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTG E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECIKLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.57 HUMEDAD OPTIMA (%) 26.4% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 10.5 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 8.3
MUESTRA CALICTA Nº 02 MUESTRA PATRON + 20% CONCRETO RECIKLADO	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <18:
COORDENADA	EMBEBIDO : 4 DIAS
UBICACIÓN CARRETERA CARACOTO-COATA	
FECHA Lunes, 31 de Enero de 2022	




 Ing. Wilder Colquhuanca Curo
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-190

TESIS : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE : Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO

UBICACIÓN : CARRETERA CARACOTO-COATA

MUESTRA : CALICATA Nº 02 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO

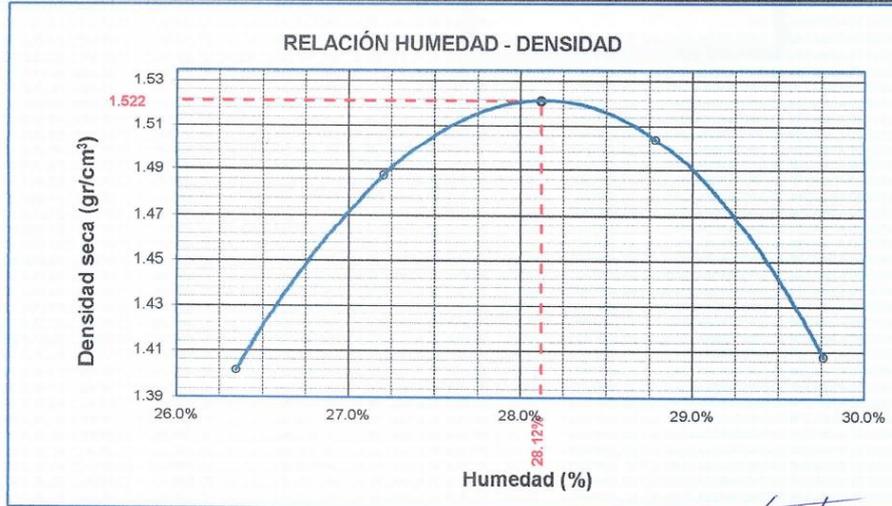
FECHA : Lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10124	10383	10479	10243
Peso del Molde	gr.	6337	6337	6337	6337
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3787	4046	4142	3906
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³	1.771	1.892	1.937	1.827

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	182.55	178.20	183.18	184.20	201.87	179.79	189.44	183.31
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	149.00	140.00	149.00	150.00	163.40	146.50	152.80	148.50
Peso del Agua	gr.	32.95	32.20	34.18	34.20	38.47	33.29	36.64	34.81
Peso de la Capsula	gr.	24.48	23.84	23.93	23.69	30.26	30.42	30.62	30.63
Peso del Suelo Seco	gr.	125.12	122.16	125.07	126.31	133.14	116.09	122.18	117.87
% de Humedad	%	26.33%	26.36%	27.3%	27.08%	28.89%	28.68%	29.99%	29.53%
Promedio de Humedad	%	26.35%		27.20%		28.79%		29.76%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.402		1.488		1.504		1.408	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.52	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	28.1%	



Ing. Wilder Colquehuanca Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO RECICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"

SOLICITANTE Bach. BORDA INGALLIQUIE, DENNIS REYNALDO
 UBICACIÓN CARRETERA CARACOTO-COATA
 MUESTRA CALICATA Nº 02 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO RECICLADO
 FECHA lunes, 31 de Enero de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12084	11750	12139	11855	11011	10790
Peso del Molde	gr.	7950	7950	7992	7992	6759	6759
Peso del Suelo Humedo	gr.	4134	3800	4147	3863	4252	4031
Volumen del Suelo	cm3	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	1.956	1.798	1.965	1.830	2.040	1.934

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	160.14	144.88	178.98	170.99	168.24	159.61	184.66	188.23	157.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	123.50	112.00	144.80	135.00	133.00	129.80	145.00	148.00	127.80
Peso del Agua	gr.	36.64	32.88	34.18	35.99	35.24	29.81	39.66	40.23	29.22
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	103.15	91.50	121.80	104.50	102.46	106.10	118.43	119.46	103.71
% de Humedad	%	35.52%	35.93%	28.06%	34.44%	34.39%	28.10%	33.49%	33.68%	28.17%
Promedio de Humedad	%	35.73%	28.06%	34.42%	28.10%	33.58%	28.17%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.441	1.404	1.462	1.429	1.527	1.509			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
21/01/2022	10:00: a.m.		682.0	0.00	0	424.0	0	0	445.0	0	0
22/01/2022	10:00: a.m.	24:00:00	704.0	0.56	0.48	440.0	0.41	0.35	457.0	0.30	0.26
23/01/2022	10:00: a.m.	48:00:00	706.0	0.61	0.52	443.0	0.48	0.41	459.0	0.36	0.31
24/01/2022	10:00: a.m.	72:00:00	707.0	0.64	0.55	447.0	0.58	0.50	461.0	0.41	0.35
25/01/2022	10:00: a.m.	96:00:00	708.0	0.66	0.57	450.0	0.66	0.57	463.0	0.46	0.40

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I		
			Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		28.1	1.4		32	1.6		35	1.8	
1.27	01:00		64.3	3.3		67	3.4		85	4.3	
1.91	01:30		98.0	5.0		105	5.3		129	6.5	
2.54	02:00	70.31	118.0	6.0		138	7.0		176	8.9	
3.81	03:00		149.0	7.5		194	9.8		244	12.3	
5.09	04:00	105.00	178.0	9.0		235	11.9		297	15.0	
6.35	05:00		206.0	10.4		276	14.0		335	16.9	
7.62	06:00		227.0	11.5		311	15.7		375	19.0	
8.84	07:00		239.0	12.1		328	16.6		396	20.0	
10.16	08:00		246.0	12.4		343	17.3		405	20.5	

Ing. Wilder Colquhuanca Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

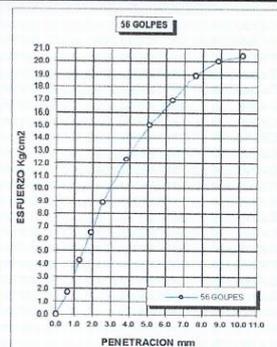
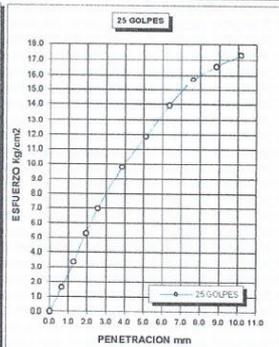
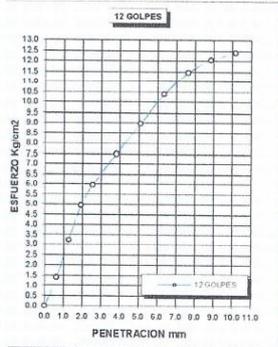
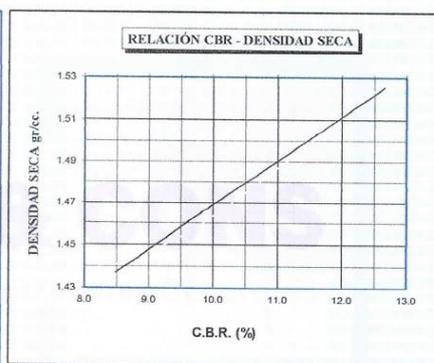
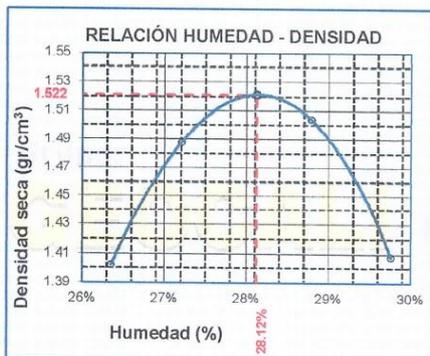
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTG E 132-2000

TESIS "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES MODIFICADOS CON CONCRETO REICLADO EN CARRETERAS VECINALES, CARRETERA CARACOTO-COATA, PUNO 2021"	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE Bach. BORDA INGALUQUE, DENNIS REYNALDO	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.52 HUMEDAD ÓPTIMA (%) 28.1% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 12.4 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 8.9
MUESTRA CALICATA Nº 02 MUESTRA PATRON + 30% CONCRETO REICLADO	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <16> EMBEBIDO : 4 DIAS
UBICACIÓN CARRETERA CARACOTO-COATA	
FECHA 31/01/2022	




 Ing. Wilder Colquehuana Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. Nº 308171

Anexo 6. Certificados de calibración de laboratorio



**CALIBRACIONES
PERÚ S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de
Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 049-2021

Pág. 1 de 3

Fecha de Emisión : 2021-05-25

Expediente: 116

1.- Solicitante : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2.- Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS
Modelo : SE6001FZH
Serie : B416517977
Código : NO INDICA
Procedencia : CHINA
Capacidad máxima : 6000 g
Div de Escala (d) : 0,1 g
Div de verificación (e) : 1 g (*)
Clase de exactitud : III (**)
Capacidad mínima : 20 g (***)

GRUPO
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
RUC 20605002310

Wilder Cokquehuanica Curo
GERENTE

3.- Fecha de Calibración : 2021-05-25

4.- Lugar de Calibración : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C

5.- Método de Calibración : La comparación de las indicaciones de la balanza contra las cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

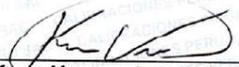
6.- Procedimiento de Calibración : PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".
INACAL - Primera edición - Mayo 2019

7.- Trazabilidad

Trazabilidad Metrológica	Pesas utilizada	Código del patrón	Certificado de calibración
HAFNER	Juego de pesas de 1 mg a 200 g	LM025	M-0900-2020
HAFNER	Pesa de 500 g	LM026	M-0901-2020
HAFNER	Pesa de 1 kg	LM027	M-0902-2020
HAFNER	Pesa de 2 kg	LM028	M-0899-2020
CALPE	Pesa de 5 kg	LM003	LMM-044-2020


Leonel Palomino Nuñez
Jefe de Laboratorio de Metrología




Ing. Karén Vanessa Izarra Tupia.
Gerente General
C.I.P.: 221730

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe

8.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,5	20,3
Humedad Relativa (%)	73	73

 GRUPO
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
RUC-2059632749

 Wilder Colquehuanca Curo
GERENTE

9.- Resultados de Medición
Ensayo de repetibilidad

Carga (g) = 3000,00			Carga (g) = 6000,00		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
2999,9	0,02	-0,07	5999,9	0,03	-0,08
2999,9	0,03	-0,08	5999,9	0,05	-0,10
2999,9	0,02	-0,07	6000,0	0,02	0,03
3000,0	0,03	0,02	5999,9	0,06	-0,11
3000,0	0,02	0,03	5999,9	0,02	-0,07
2999,9	0,02	-0,07	6000,0	0,02	0,03
2999,9	0,05	-0,10	6000,0	0,02	0,03
2999,9	0,04	-0,09	5999,9	0,04	-0,09
2999,9	0,02	-0,07	5999,9	0,05	-0,10
3000,0	0,03	0,02	5999,9	0,03	-0,08

Carga (g)	E _{max} - E _{min} (g)	E.M.P. (g)
3000,00	0,13	3,0
6000,00	0,14	3,0


Ensayo de excentricidad

2	5
1	
3	4

Posic. de la carga	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	e.m.p (g)
1	1,00	1,0	0,05	0,00	2000,00	2000,0	0,06	-0,01	-0,01	2,0
2		1,0	0,05	0,00		1999,9	0,06	-0,11	-0,11	2,0
3		1,0	0,05	0,00		1999,9	0,05	-0,10	-0,10	2,0
4		1,0	0,06	-0,01		2000,0	0,04	0,01	0,02	2,0
5		1,0	0,05	0,00		2000,0	0,04	0,01	0,01	2,0

I: Indicación de la balanza

E: Error del valor de indicación.

L: Carga aplicada sobre la balanza

 E₀: Error en cero.

ΔL: Incremento de pesas patron

 E_c: Error corregido.

e.m.p: Error máximo permisible



9.- Resultados de Medición (continuación)

Valor nominal (g)	Carga creciente				Carga decreciente				E.M.P. (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
20,00	20,0	0,06	-0,01	-0,01	20,0	0,05	0,00	0,00	1,0
500,00	499,9	0,03	-0,08	-0,08	499,9	0,04	-0,09	-0,09	1,0
1000,00	1000,0	0,02	0,03	0,03	999,9	0,06	-0,11	-0,11	2,0
1500,00	1499,9	0,02	-0,07	-0,07	1499,9	0,05	-0,10	-0,10	2,0
2000,00	1999,9	0,02	-0,07	-0,07	1999,9	0,05	-0,10	-0,10	2,0
2500,00	2499,9	0,05	-0,10	-0,10	2499,9	0,06	-0,11	-0,11	3,0
3000,00	2999,9	0,06	-0,11	-0,11	3000,0	0,05	0,00	0,00	3,0
3500,00	3499,9	0,05	-0,10	-0,10	3500,0	0,04	0,01	0,01	3,0
4000,00	4000,0	0,05	0,00	0,00	4000,0	0,04	0,01	0,01	3,0
5000,00	5000,0	0,06	-0,01	-0,01	5000,0	0,06	-0,01	-0,01	3,0
6000,00	5999,9	0,05	-0,10	-0,10	5999,9	0,05	-0,10	-0,10	3,0

Lectura corregida: $R \text{ corregido} = (R + 2,544E-05 R) g$

Incertidumbre expandida de medición: $U_R = 2x \sqrt{ (6,793E-03 + 3,962E-10 xR^2) } g$

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

10.- Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Se colocó una carga a la balanza de 5000 g y su indicación fue 4996,7 g. Luego se realizó el ajuste del instrumento.
- (*) El valor de división de verificación (e) se encuentra marcado en el instrumento calibrado.
- (**) La clase a la que pertenece esta balanza se encuentra marcado en el instrumento calibrado.
- (***) La capacidad mínima para esta balanza a sido asignado según NMP-003-2009.
- Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

Fin del Certificado de Calibración

GRUPO
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
RUC 20605082310



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 048-2021

Pág. 1 de 3

Fecha de Emisión : 2021-05-22

Expediente: 114

1.- Solicitante : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2.- Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : NV622
Serie : 8341205547
Código : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Capacidad máxima : 620 g
Div de Escala (d) : 0,01 g
Div de verificación (e) : 0,1 g (*)
Clase de exactitud : III (**)
Capacidad mínima : 0,2 g (***)

GRUPO
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
RUC 20605082310

Wilder Colquhuanca Curo
GERENTE

3.- Fecha de Calibración : 2021-05-22

4.- Lugar de Calibración : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C

5.- Método de Calibración : La comparación de las indicaciones de la balanza contra las cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

6.- Procedimiento de Calibración : PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".
INACAL - Primera edición - Mayo 2019

7.- Trazabilidad

Trazabilidad Metrológica	Pesas utilizada	Código del patrón	Certificado de calibración
HAFNER	Juego de pesas de 1 mg a 200 g	LM025	M-0900-2020
HAFNER	Pesa de 500 g	LM026	M-0901-2020


Leonel Palomino Nuñez
 Jefe de Laboratorio de Metrología




Ing. Karen Vanessa Izarra Tupia.
 Gerente General
 C.I.P.: 221730

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 048-2021

Pág. 2 de 3

8.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,5	20,5
Humedad Relativa (%)	73	73

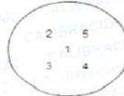
 GRUPO
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
RUC 20605082310

 Wilder Colquhuanca Caro
G.F.F.F.N.T.F.

9.- Resultados de Medición
Ensayo de repetibilidad

Carga (g) = 310,000			Carga (g) = 620,000		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
309,99	0,002	-0,007	620,00	0,005	0,000
310,00	0,003	0,002	620,00	0,006	-0,001
310,00	0,002	0,003	620,00	0,005	0,000
310,00	0,004	0,001	619,99	0,004	-0,009
309,99	0,006	-0,011	619,99	0,005	-0,010
309,99	0,004	-0,009	620,00	0,005	0,000
309,99	0,005	-0,010	620,00	0,006	-0,001
309,99	0,006	-0,011	619,99	0,006	-0,011
310,00	0,005	0,000	619,99	0,004	-0,009
310,00	0,006	-0,001	619,99	0,005	-0,010

Carga (g)	$E_{max} - E_{min}$ (g)	E.M.P. (g)
310,000	0,014	0,30
620,000	0,011	0,30


Ensayo de excentricidad


Posic. de la carga	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E_0 (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E_c (g)	e.m.p (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	200,000	200,00	0,006	-0,001	-0,001	0,20
2		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,005	0,000	0,001	0,20
3		0,10	0,006	-0,001		200,01	0,005	0,010	0,011	0,20
4		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,009	-0,009	0,20
5		0,10	0,004	0,001		199,99	0,005	-0,010	-0,011	0,20

I: Indicación de la balanza

E: Error del valor de indicación.

L: Carga aplicada sobre la balanza

 E_0 : Error en cero.

 ΔL : Incremento de pesas patron

Ec: Error corregido.

e.m.p: Error máximo permisible

9.- Resultados de Medición (continuación)

Valor nominal (g)	Carga creciente				Carga decreciente				E.M.P. (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,10	0,005	0,000						
0,200	0,20	0,006	-0,001	-0,001	0,20	0,005	0,000	0,000	0,10
50,000	50,00	0,003	0,002	0,002	50,00	0,006	-0,001	-0,001	0,10
100,000	99,99	0,002	-0,007	-0,007	100,00	0,005	0,000	0,000	0,20
150,000	149,99	0,003	-0,008	-0,008	149,99	0,006	-0,011	-0,011	0,20
200,000	199,99	0,004	-0,009	-0,009	199,99	0,004	-0,009	-0,009	0,20
250,000	250,00	0,005	0,000	0,000	249,99	0,005	-0,010	-0,010	0,30
300,000	300,00	0,005	0,000	0,000	299,99	0,005	-0,010	-0,010	0,30
350,000	349,99	0,006	-0,011	-0,011	349,99	0,006	-0,011	-0,011	0,30
400,000	399,99	0,002	-0,007	-0,007	399,99	0,004	-0,009	-0,009	0,30
500,000	499,99	0,003	-0,008	-0,008	500,00	0,005	0,000	0,000	0,30
620,000	619,99	0,005	-0,010	-0,010	619,99	0,005	-0,010	-0,010	0,30

Lectura corregida: $R \text{ corregido} = (R + 1,901E-05 R) \text{ g}$

Incertidumbre expandida de medición: $U_R = 2x \sqrt{ (5,857E-05 + 4,786E-10 xR^2) } \text{ g}$

La incertidumbre de la medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k = 2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

10.- Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- Se colocó una carga a la balanza de 500 g y su indicación fue 500,00 g. Luego se realizó el ajuste del instrumento.
- (*) El valor de división de verificación (e) se ha tomado como referencia del Manual CITIZEN GZ SERIES.
- (**) La clase a la que pertenece esta balanza a sido asignado según NMP-003-2009.
- (***) La capacidad mínima para esta balanza se encuentra marcado en el instrumento calibrado.
- Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
- Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
- El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

Fin del Certificado de Calibración



GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
RUC 20605082310

Wilder Colquehuanca Curu
GERENTE

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
laboratorio@calibracionesperu.pe
www.calibracionesperu.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LML-006-2021

Pág. 1 de 2

Fecha de Emisión : 2021-05-24
Expediente : 115
1.- Solicitante : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS
 DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN
 ROMAN - JULIACA
2.- Instrumento de Medición : **RELOJ COMPARADOR (DIAL INDICADOR)**
Marca : INSIZE
Modelo : 2307-1
Serie : 6621
Procedencia : NO INDICA
Alcance de Indicación : 1 "
División de Escala : 0,001 "
Fecha de Calibración : 2021-05-24

3.- Método de Calibración

La calibración se realizó empleando el método por comparación entre Bloques Planoparalelos Patrón y la indicación de lectura del Reloj Comparador, tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de Cuadrantes (usando Bloques)"

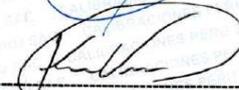
4.- Lugar de Calibración

En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C

5.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,2	20,3
Humedad Relativa (%)	73	73


 Leonel Palomino Nuñez
 Jefe de Laboratorio de Metrología


 Ing. Vanessa Izarra Tupia
 Gerente General

 GRUPO
 GEOCALI & CONS. E.I.R.L.
 RUC 2060820959

 Wilder Colquehuanca Curo
 GERENTE

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LML-006-2021

Pág. 2 de 2

6.- Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL - DM	Bloques Planoparalelos Grado 0	LLA-141-2020

7.- Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"

8.- Resultados De Medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACION (f_e)			
VALOR PATRÓN		Indicación del dial indicador (")	Error de indicación (")
(mm)	(")		
2,5000	0,0984	0,1000	0,0016
5,0000	0,1969	0,1985	0,0016
7,5000	0,2953	0,2970	0,0017
10,0000	0,3937	0,3945	0,0008
12,5000	0,4921	0,4985	0,0064
15,0000	0,5906	0,5905	-0,0001
17,5000	0,6890	0,6905	0,0015
20,0000	0,7874	0,7870	-0,0004
22,5000	0,8858	0,8885	0,0027
25,0000	0,9843	0,9870	0,0027



Alcance de error de indicación f_e : 0,0068 "
Incertidumbre del error de indicación: $\pm 0,1 \mu$ " (para $k = 2$)

Fin del documento

 GRUPO
GEOCALI & CONS. S.R.L.
RUC-20605002370


Wilder Colquehuasi
GERENTE



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMF-031-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 2005

Solicitante **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**

Dirección JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO
NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

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

Equipo Calibrado **PRENSA DE CBR (DIGITAL)**

Alcance de Indicación 5000 KGF

Marca (o Fabricante) KAIZACORP

Modelo NO INDICA

Número de Serie 508

Identificación NO INDICA

Procedencia NACIONAL

Indicador de Lectura DIGITAL

Marca (o Fabricante) CAISUN

Modelo XK 315 A1

Número de Serie 508

Identificación NO INDICA

Procedencia CHINA

Alcance de Indicación 0 KGF A 5000 KGF

Resolución 0.1 KGF

Transductor de Fuerza CELDA TIPO "S"

Alcance de Indicación 5.OT

Marca (o Fabricante) ZEMIC

Modelo H3-C3-5.OT-6B

Número de Serie VC146299

Fecha de Calibración 2020-10-09

Ubic. Del Equipo LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

Lugar de Calibración LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

Sello Fecha de emisión

2020-10-09

Jefe del laboratorio de calibración





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-031-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500.0	500.1	500.1	500.1	500.1	0.0	0.0	0.38
20	1000.0	1001.1	1001.1	1001.1	1001.1	-0.1	0.0	0.28
30	1500.0	1501.1	1501.1	1501.1	1501.1	-0.1	0.0	0.26
40	2000.0	2001.3	2001.3	2001.3	2001.3	-0.1	0.0	0.25
50	2500.0	2501.3	2501.3	2501.3	2501.3	-0.1	0.0	0.25
60	3000.0	3002.3	3002.3	3002.3	3002.3	-0.1	0.0	0.24
70	3500.0	3502.3	3502.3	3502.3	3502.3	-0.1	0.0	0.24
80	4000.0	4003.4	4003.4	4003.4	4003.4	-0.1	0.0	0.24
90	4500.0	4503.5	4503.5	4503.5	4503.5	-0.1	0.0	0.24
100	5000.0	5002.4	5002.4	5002.4	5002.4	0.0	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-LL-2020

Página 1 de 1

Fecha de Emisión : 2020/10/17
Expediente : 010

1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.

DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Número de serie : S/N
Procedencia : NO INDICA

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020/10/17

3 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (ITS-90).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en el laboratorio del solicitante.

Trazabilidad	Patrón utilizado	INFORMACION DE CALIBRACION
Patrón de referencia	VERNIER BLOQUES PATRON	L-0729-2019 LLA-141-2020

TABLA DE RESULTADOS

0.0 mm	± 1 mm	10 mm
--------	--------	-------



La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

CALIBRACIONES PERU SAC. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LMM-005-2020
Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 3

Expediente 2006
Solicitante **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
Dirección JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO
 NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

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

Instrumento de Medición **BALANZA NO AUTOMATICA**
Marca (o Fabricante) POCKET SCALE

Modelo MH-SERIES

Numero de Serie NO INDICA

Procedencia CHINA

Tipo Electronica

Identificación NO INDICA

 Los resultados son validos en el
 momento de la calibración. Al
 solicitante le corresponde disponer
 en su momento la ejecución de una
 recalibración.

Alcance de Indicación 0 gr a 200 gr

**División de escala (d)
 o resolución** 0.1 gr

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

Div.verif. De escala (e) 0,01 gr (*)

 Los certificados de calibración sin
 firma y sello no son válidos.

Capacidad Minima 2 gr (**)

Clase de exactitud III

Ubic.Del Instrumento Instalaciones del solicitante CALIBRACIONES PERU :

Lugar de Calibración Laboratorio de Masa CALIBRACIONES PERÚ S.A.C

Fecha de Calibración 13/010/2020

 La calibracion se realizo según el metodo descrito en el PC-001,"Procedimiento de calibracion de
 Balanzas de Funcionamiento no Automatico Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edicion tercera Enero 2009.

Trazabilidad

 Los resultados de la calibracion realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROIL ,en
 concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados : M-0984-2019

Sello **Fecha de emisión**

2020-10-13

Jefe del laboratorio de calibración




CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-005-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 100,00 g			Carga L2= 200,00 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100.00	0.1	0.00	200.00	0.06	0.09
2	100.00	0.0	0.01	200.00	0.06	0.09
3	100.00	0.0	0.01	200.00	0.06	0.09
4	100.00	0.1	0.00	200.00	0.07	0.09
5	100.00	0.0	0.01	200.00	0.06	0.08
6	100.00	0.0	0.01	200.00	0.06	0.09
7	100.00	0.1	0.00	200.00	0.06	0.09
8	100.00	0.0	0.01	200.00	0.07	0.08
9	100.00	0.0	0.01	200.00	0.06	0.09
10	100.00	0.1	0.00	200.00	0.06	0.09

Carga (gr)	E _{max} -E _{min} (gr)	e.m.p (gr)
100,00	0.01	0.3
200,00	0.01	0.3

2	5
1	
3	4

Posicion
de las
Cargas

Ensayo de Excentricidad

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Pocision de la Carga	Carga min (g)	l (g)	ΔL (g)	EO (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	± gr
2	1.00	0.03	0.02		50.00	0.04	0.01	-0.01	0.1	
3	1.00	0.04	0.01		50.00	0.04	0.01	0.00	0.1	
4	1.00	0.03	0.02		50.00	0.04	0.01	-0.01	0.1	
5	1.00	0.03	0.02		50.00	0.04	0.01	-0.01	0.1	



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LMM-005-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	20.1 °C	Final	20.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Eo	Carga	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p
	L (g)									± g
	1	1.00	0.04	0.46						
	2	2.00	0.05	-0.09	-0.10	2.00	0.04	-0.09	0.00	1
	5	5.00	0.05	-0.09	-0.08	5.00	0.04	-0.10	-0.10	1
	30	30.00	0.05	-0.09	-0.09	30.00	0.05	-0.09	-0.09	1
	40	40.00	0.05	-0.09	-0.10	40.00	0.05	-0.11	-0.1	1
	50	50.00	0.06	-0.11	-0.11	50.00	0.05	-0.09	-0.09	2
	60	60.00	0.06	-0.09	-0.13	60.00	0.06	-0.10	-0.11	2
	80	80.00	0.06	-0.10	-0.12	80.00	0.06	-0.09	-0.12	2
	100	100.00	0.05	-0.10	-0.12	100.00	0.05	-0.10	-0.12	3
	150	150.00	0.06	-0.11	-0.13	150.00	0.05	-0.11	-0.13	3
	200	200.00	0.06	-0.11	-0.13	200.00	0.06	-0.11	-0.13	3

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
 I: Indicaciones de la balanza.
 Δ L: Carga adicional.

E: Error encontrado
 E₀: Error en cero
 E_c: Error corregido

Incertidumbre expandida de medicion

$$U = 2 \times \sqrt{0.00169 + 0.000000013463 R^2}$$

Lectura corregida

R CORREGIDA

$$= R + 0.0004016071 R$$

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"
 La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%

(*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(**) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(***) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.



Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LMT - 042 -2020

Página 1 de 4

- Fecha de Emisión : 2020-10-13
Expediente : 2130
- 1.- **Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
- 2.- **Instrumento de medición** : Horno
Marca : KAIZACORP
Modelo : STHX-1A
Código : No indica
N° de serie : 200621
- 3.- **Fecha de calibración** : 2020-09-30
- 4.- **Lugar de Calibración** : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C.
- 5.- **Método de Calibración** : La calibración de medios isotermos se basa en el método de comparación directa; el cual consiste en determinar las distribución interna de temperatura del medio isotermo a medir comparada contra las indicaciones de su propio termómetro.
- 6.- **Procedimiento de Calibración** : PC-018: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático".
INDECOPI - Segunda Edición - junio 2009
- 7.- **TRAZABILIDAD**

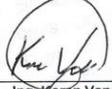
Trazabilidad Metroológica	Código del patrón	Certificado de calibración
PATRÓN DE REFERENCIA	LT003	LMT-039-2020
	LT004	6412-11339125
	LT005	6412-11339129

8.- **CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	19,5	19,7
Humedad Relativa (%)	76	76


LEONEL PALOMINO NUNEZ
Jefe de Laboratorio de Metrología




Ing. Karen Vanessa Izarra Tupia.
Gerente General
C.I.P.: 221730

9.- RESULTADOS

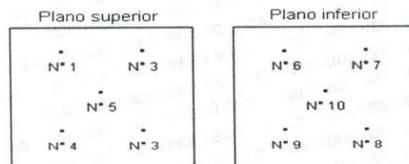
Las incertidumbre expandidas de medición reportadas en este documento son los valores de la incertidumbres estándares de medición multiplicadas por un factor de cobertura $k=2$ que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.


Figura 1: Posición tridimensional de los termopares.

Donde: $L = 45,0$ cm , $A = 35,0$ cm , $h1 = 8,0$ cm , $h2 = 28,5$ cm , $h3 = 8,0$ cm


Figura 2: Fotografía interior del medio isotermo.

Los termopares ubicados en los planos superior e inferior se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del medio isotermo. Los termopares N° 5 y N° 10 están ubicados en la parte central de sus respectivos planos, tal como se muestra en la figura 1.


Figura 3: Posición de los termopares en los planos.

Condiciones usuales de trabajo del equipo

Posición de los planos
 Plano inferior: 1,5 cm por debajo del 1 escalón
 Plano superior: 6 cm por encima del 3 escalón

Posición de las parrillas
 Parrilla inferior: 1 escalón
 Parrilla superior: 3 escalón

Temperatura	Pos. Selector	Pos. Ventilación	% Carga	Descripción de la carga
110 °C	110,0 °C	Abierta	20	Recipientes metálicos





9.- RESULTADOS (continuación)

Para la temperatura de 110 °C ± 5 °C													
Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro de Horno)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T.prom. (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel inferior					Nivel superior						
		N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7	N° 8	N° 9	N° 10		
00	110,0	108,6	111,2	110,0	107,6	109,2	107,3	113,4	111,1	109,1	110,7	109,8	6,1
02	110,1	108,9	111,5	110,3	107,8	109,5	107,5	113,7	111,3	109,4	110,8	110,1	6,2
04	110,1	108,9	111,6	110,4	107,8	109,5	107,7	113,8	111,4	109,5	110,9	110,2	6,1
06	109,9	108,9	111,5	110,2	107,8	109,4	107,5	113,6	111,3	109,3	110,9	110,0	6,1
08	109,9	108,7	111,3	110,1	107,6	109,2	107,4	113,4	111,2	109,0	110,6	109,9	6,0
10	110,2	108,8	111,5	110,2	107,8	109,4	107,4	113,6	111,2	109,0	110,7	110,0	6,2
12	110,0	109,0	111,6	110,4	108,0	109,6	107,5	113,8	111,4	109,1	110,9	110,1	6,3
14	110,0	108,9	111,6	110,4	107,7	109,5	107,7	113,7	111,4	109,3	111,0	110,1	6,0
16	109,9	108,7	111,4	110,1	107,6	109,3	107,5	113,6	111,3	109,1	110,8	109,9	6,1
18	109,9	108,6	111,3	109,9	107,5	109,0	107,5	113,4	111,1	108,9	110,6	109,8	5,9
20	109,9	108,7	111,4	110,2	107,6	109,4	107,5	113,6	111,3	109,2	110,9	110,0	6,1
22	110,0	109,0	111,7	110,4	107,9	109,6	107,6	113,8	111,4	109,3	111,0	110,2	6,2
24	110,1	109,0	111,7	110,4	107,8	109,6	107,7	113,9	111,5	109,4	111,1	110,2	6,2
26	110,0	108,9	111,5	110,2	107,7	109,4	107,6	113,6	111,4	109,2	110,9	110,0	6,0
28	110,0	108,6	111,3	110,0	107,5	109,1	107,4	113,4	111,1	109,0	110,6	109,8	6,0
30	110,0	108,8	111,4	110,2	107,7	109,3	107,3	113,5	111,2	109,0	110,6	109,9	6,2
32	109,9	108,9	111,6	110,4	107,8	109,5	107,7	113,8	111,5	109,4	111,1	110,2	6,1
34	109,9	109,0	111,7	110,5	107,9	109,6	107,7	113,9	111,5	109,5	111,0	110,2	6,2
36	110,1	108,9	111,5	110,2	107,7	109,3	107,5	113,6	111,3	109,2	110,8	110,0	6,1
38	110,2	108,6	111,2	110,0	107,5	109,2	107,4	113,3	111,1	109,0	110,6	109,8	5,9
40	110,2	108,7	111,3	110,1	107,6	109,3	107,3	113,4	111,2	109,1	110,6	109,9	6,1
42	110,1	108,9	111,6	110,4	107,7	109,6	107,6	113,7	111,5	109,5	111,1	110,2	6,1
44	110,0	109,0	111,7	110,4	108,0	109,6	107,7	113,8	111,5	109,5	111,1	110,2	6,1
46	109,9	108,8	111,5	110,2	107,8	109,3	107,7	113,6	111,3	109,0	110,8	110,0	5,9
48	109,9	108,7	111,3	110,1	107,6	109,2	107,5	113,4	111,2	109,2	110,7	109,9	5,9
50	110,0	108,8	111,4	110,2	107,6	109,3	107,5	113,6	111,3	109,1	110,8	110,0	6,1
52	110,0	109,0	111,6	110,4	107,9	109,5	107,7	113,8	111,5	109,4	111,1	110,2	6,1
54	110,0	109,1	111,7	110,4	108,0	109,5	107,7	113,8	111,4	109,2	111,0	110,2	6,1
56	110,0	108,7	111,4	110,1	107,7	109,3	107,5	113,6	111,2	109,0	110,7	109,9	6,1
58	110,1	108,5	111,2	109,9	107,5	109,0	107,4	113,4	111,1	108,9	110,6	109,8	6,0
60	110,2	108,8	111,5	110,2	107,7	109,3	107,4	113,6	111,3	109,1	110,7	110,0	6,2
T.PROM	110,0	108,8	111,5	110,2	107,7	109,4	107,5	113,6	111,3	109,2	110,8	110,0	
T.MAX	110,2	109,1	111,7	110,5	108,0	109,6	107,7	113,9	111,5	109,5	111,1		
T.MIN	109,9	108,5	111,2	109,9	107,5	109,0	107,3	113,3	111,1	108,9	110,6		
DTT	0,3	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5		

Temperatura ambiental promedio : 19,6 °C
Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos

Calibración para la temperatura de 110 °C		
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,9	0,3
Mínima Temperatura Medida	107,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,6	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,1	0,1
Estabilidad Medida (±)	0,30	0,04
Uniformidad medida	6,3	0,1

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

Las incertidumbres de medición expandidas reportadas son las incertidumbres de medición estándares multiplicadas por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 097-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
 EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
- DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : TAMIZ
- MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
- NUMERO DE MALLA : 1 IN
- NÚMERO DE SERIE : 173311277
- PROCEDENCIA : USA.
- IDENTIFICACIÓN : No Indica
- ABERTURA NOMINAL : 25 mm
- DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203.2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
 Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones.
6. TRAZABILIDAD
 Para la calibración se empleó una retícula graduada un reloj comparador con certificado F-0707-2019 y cinta métrica con certificado de calibración L-0117-2020.
7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °	20.3	20.1
Humedad Relativa %	68	68

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
 Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
 E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09	
Abertura nominal del tamiz	25.000 mm
Variación de apertura promedio : $\pm Y$	0.758 mm
Máxima variación de apertura : $\pm X$	1.380 mm
Diámetro mínimo del alambre	3 mm
Diámetro máximo del alambre	4.1 mm

Abertura en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
24.866	0.149	0.317	24.242	25.758	26.380	---

Abertura en dirección y

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
25.036	0.123	0.261	24.242	25.758	26.380	---

Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
				Mínimo (mm)	Máximo (mm)
3.765	0.007	3.778	0.007	3.000	4.100

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección x .
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección y

Gráfico referencial del Tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 096-CLL-2020

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378

1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.

DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.

2. INSTRUMENTO : TAMIZ

MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL NÚMERO DE SERIE : 173620703

ABERTURA NOMINAL : 37.5 mm / 1 1/2 " PROCEDENCIA : U.S.A.

DIÁMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones, tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004.

5. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó una retícula graduada un reloj comparador con certificado F-0707-2019 y cinta métrica con certificado de calibración L-0117-2020.

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura °C	20,3	20,2	Humedad Relativa %	68	68

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09					
Abertura nominal del tamiz	37.50 mm	Diámetro mínimo del alambre	3.8 mm		
Variación de abertura promedio : ± Y	1.13 mm	Diámetro máximo del alambre	5.2 mm		
Máxima variación de abertura : ± X	1.85 mm				

Abertura del Tamiz en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la abertura promedio		Máxima Variación de la abertura (mm)	Máxima desviación (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
38.160	0.051	0.182	36.370	38.630	39.350	----

Abertura de Tamiz en dirección y

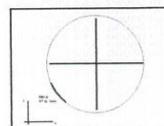
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la abertura promedio		Máxima Variación de la abertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
38.180	0.079	0.295	36.370	38.630	39.350	----

Diámetro del Alambre	Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
					Mínimo (mm)	Máximo (mm)
	4.51	0.020	4.5	0.020	3.800	5.200

8. OBSERVACIONES

• Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

• Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.



Gráfica Referencial del Tamiz de la Ubicación al realizar la Medición



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 093-CLL-2020

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 321

1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.

2. INSTRUMENTO : TAMIZ
MARCA / FABRICANTE : FORNEY NÚMERO DE SERIE : 175122790
ABERTURA NOMINAL : 12.5 mm / 1/2" PROCEDENCIA : U.S.A
DIÁMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones, tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004.

6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura °C	20,3	20,4	Humedad Relativa %	68	67

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09					
Abertura nominal del tamiz	12.50 mm	Diámetro mínimo del alambre	2.1 mm		
Variación de abertura promedio : ± Y	0.385 mm	Diámetro máximo del alambre	2.9 mm		
Máxima variación de abertura : ± X	0.83 mm				

Abertura del Tamiz en dirección x

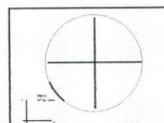
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la abertura promedio		Máxima Variación de la abertura (mm)	Máxima desviación (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
12.703	0.015	0.042	12.115	12.885	13.330	0.446

Abertura de Tamiz en dirección y

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la abertura promedio		Máxima Variación de la abertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
12.632	0.016	0.045	12.115	12.885	13.330	0.446

Diámetro del Alambre	Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
					Mínimo (mm)	Máximo (mm)
	2.56	0.007	2.56	0.007	2.100	2.900

9. OBSERVACIONES
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 - Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.



Gráfica Referencial de la posición del Tamiz al realizar la Medición.



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 095-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
- DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : **TAMIZ**
- MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
- NUMERO DE MALLA : 3/4 IN
- NÚMERO DE SERIE : 191022877
- PROCEDENCIA : USA
- IDENTIFICACIÓN : No Indica
- ABERTURA NOMINAL : 19.0 mm
- DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203.2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones.

6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó una retícula graduada un reloj comparador con certificado F-0707-2019 y cinta métrica con certificado de calibración L-0117-2020.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

		Inicial	Final
Temperatura	°	20.8	20.7
Humedad Relativa	%	68.0	68

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Orlando Nájiche E.
* Servicio Metrologico

Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de **GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.**

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09	
Abertura nominal del tamiz	19.000 mm
Variación de apertura promedio : $\pm Y$	0.579 mm
Máxima variación de apertura : $\pm X$	1.130 mm
Muestra de apertura por tamiz	30
Máxima desviación estándar	0.446 mm
Diámetro mínimo del alambre	2.7 mm
Diámetro máximo del alambre	3.5 mm

Abertura en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
18.856	0.030	0.083	18.421	19.579	20.130	0.446

Abertura en dirección y

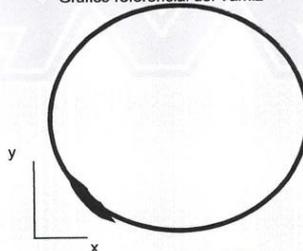
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
18.816	0.035	0.095	18.421	19.579	20.130	0.446

Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
				Mínimo (mm)	Máximo (mm)
3.546	0.020	3.462	0.003	2.70	3.50

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección x.
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección y.

Gráfico referencial del Tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 091-CLL-2020

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378

1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.

DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.

2. INSTRUMENTO : TAMIZ

MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL NÚMERO DE SERIE : 174726885

ABERTURA NOMINAL : 9.5 mm / 3/8" PROCEDENCIA : No Indica

DIÁMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones, tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004.

6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura °C	20,3	20,2	Humedad Relativa %	67	67

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09					
Abertura nominal del tamiz	9.50 mm	Diámetro mínimo del alambre	1.9 mm		
Variación de abertura promedio : ± Y	0.295 mm	Diámetro máximo del alambre	2.6 mm		
Máxima variación de abertura : ± X	0.68 mm				

Abertura del Tamiz en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGUN ASTM E11-09			
			Variación de la abertura promedio		Máxima Variación de la abertura (mm)	Máxima desviación (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
9.531	0.017	0.047	9.205	9.795	10.180	0.446

Abertura de Tamiz en dirección y

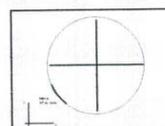
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGUN ASTM E11-09			
			Variación de la abertura promedio		Máxima Variación de la abertura (mm)	Máxima desviación (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
9.372	0.016	0.043	9.205	9.795	10.180	0.446

Diámetro del Alambre	Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGUN ASTM E11-09	
	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
					Mínimo (mm)	Máximo (mm)
	2.36	0.007	2.34	0.005	1.900	2.600

9. OBSERVACIONES

• Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

• Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.



Gráfica Referencial de la posición del Tamiz al realizar la Medición.



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 084-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : **TAMIZ**
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
NUMERO DE MALLA : 4
NÚMERO DE SERIE : 174727890
PROCEDENCIA : U.S.A.
IDENTIFICACIÓN : No Indica
ABERTURA NOMINAL : 4.75 mm
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones.
6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.
7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °	20.3	20.5
Humedad Relativa %	67	67

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09	
Abertura nominal del tamiz	4.750 mm
Variación de apertura promedio : $\pm Y$	0.15 mm
Máxima variación de apertura : $\pm X$	0.410 mm
Muestra de apertura por tamiz	30
Máxima desviación estandar	0.131
Diámetro mínimo del alambre	1.3
Diámetro máximo del alambre	1.9

Abertura en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
4,383	0.053	0.144	4.600	4.900	5.160	0.131

Abertura en dirección y

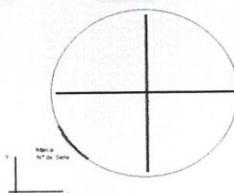
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
4,782	0.032	0.086	4.600	4.900	5.160	0.131

Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
				Mínimo (mm)	Máximo (mm)
1,586	0.006	1,553	0.009	1.300	1.900

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.
- Ninguna apertura supera la máxima variación de aberturas en la dirección x.
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección y.

Gráfico referencial del Tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 094-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA -
SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : TAMIZ
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
NUMERO DE MALLA : 8
NÚMERO DE SERIE : 174726948
PROCEDENCIA : U.S.A.
IDENTIFICACIÓN : No indica
ABERTURA NOMINAL : 2.36 mm
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones.
6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.
7. CONDICIONES AMBIENTALES

		Inicial	Final
Temperatura	°	20.3	20.2
Humedad Relativa	%	67	68

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09	
Abertura nominal del tamiz	2.360 mm
Variación de apertura promedio : $\pm Y$	0.076 mm
Máxima variación de apertura : $\pm X$	0.250 mm
Muestra de apertura por tamiz	40
Máxima desviación estandar	0.077 mm
Diámetro mínimo del alambre	0.85 mm
Diámetro máximo del alambre	1.15 mm

Abertura en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
2,421	0.006	0.012	2.284	2.436	2.610	0.077

Abertura en dirección y

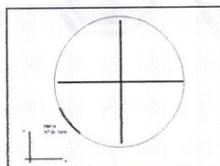
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
2,392	0.013	0.040	2.284	2.436	2.610	0.077

Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
				Mínimo (mm)	Máximo (mm)
1.01	0.002	1.02	0.002	0.850	1.150

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección x .
- Ninguna apertura supera la máxima variación de apertura en la dirección y

Gráfico referencial del Tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 083-CLL-2020

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
 EXPEDIENTE : 378

1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
 DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.

2. INSTRUMENTO : TAMIZ
 MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
 NUMERO DE MALLA : 40
 NÚMERO DE SERIE : 173620938
 PROCEDENCIA : USA
 IDENTIFICACIÓN : No indica
 ABERTURA NOMINAL : 425 μ m
 DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm

3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
 Laboratorio de Calibración GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.

5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 La calibración se efectuó tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004

6. TRAZABILIDAD
 Para la calibración se empleó una reticula graduada y cinta metrica con certificado de calibración L-0117-2020

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	° 20,4	20,3
Humedad Relativa	% 68	68

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
 Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
 E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (µm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (µm)
					min (µm)	Máx (µm)	
1	433	7	432	8	406	444	502
2	432	5	428	14	406	444	502
3	428	5	428	14	406	444	502
4	429	4	432	9	406	444	502
5	430	10	428	8	406	444	502

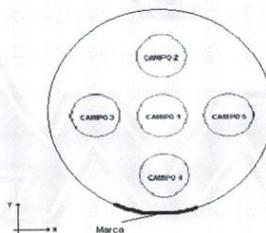
DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (µm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dy (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min (µm)	Máx (µm)
1	263	2	262	2	238	322
2	263	2	268	3	238	322
3	261	3	269	3	238	322
4	261	3	269	3	238	322
5	263	3	282	3	238	322

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



Fin del Documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 086-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA -
SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : TAMIZ
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIOAL
NUMERO DE MALLA : 10
NÚMERO DE SERIE : 174727928
PROCEDENCIA : U.S.A
IDENTIFICACIÓN : No Indica
ABERTURA NOMINAL : 2 mm
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de ensayo de Grupo Mediciones Perú S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La Calibración se realizó aplicando el método por comparación con patrones.
6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.
7. CONDICIONES AMBIENTALES

		Inicial	Final
Temperatura	°	19.8	20.1
Humedad Relativa	%	21.3	21.1



La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Datos técnicos del tamiz según ASTM E11-09	
Abertura nominal del tamiz	2.000 mm
Variación de apertura promedio : $\pm Y$	0.065 mm
Máxima variación de apertura : $\pm X$	0.230 mm
Muestra de apertura por tamiz	50
Máxima desviación estandar	0.072 mm
Diámetro mínimo del alambre	0.77 mm
Diámetro máximo del alambre	1.04 mm

Abertura en dirección x

Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
1.98	0.017	0.058	1.935	2.065	2.230	0.072

Abertura en dirección y

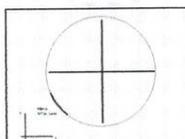
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación estandar (mm)	SEGÚN ASTM E11-09			
			Variación de la apertura promedio		Máxima Variación de la apertura (mm)	Máxima desviación estandar (mm)
			Mínimo (mm)	Máximo (mm)		
2.020	0.040	0.141	1.935	2.065	2.230	0.072

Diámetro en dirección x		Diámetro en dirección y		SEGÚN ASTM E11-09	
Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)	Diámetro del alambre	
				Mínimo (mm)	Máximo (mm)
0.882	0.009	0.878	0.009	0.770	1.040

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados corresponden a un promedio de cinco mediciones para cada punto de calibración.
- El número de aberturas que superan la máxima variación de aberturas en la dirección x es 47.
- El número de aberturas que superan la máxima variación de aberturas en la dirección y es 27.
- La desviación estandar encontrada supera la máxima desviación según ASTM E11-09 en la dirección y .

Gráfico referencial del Tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 089-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA -
SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : **TAMIZ**
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
NUMERO DE MALLA : 16
NÚMERO DE SERIE : 174727987
PROCEDENCIA : USA
IDENTIFICACIÓN : No indica
ABERTURA NOMINAL : 1,18 mm
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de Calibración GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

La calibración se efectuó tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004

6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.
7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °	20.1	20.6
Humedad Relativa %	68	68



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (mm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (mm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (mm)	SEGÚN ASTM E11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (mm)
					min	Máx	
1	1,146	0,011	1,172	0,007	1,135	1,225	1,330
2	1,453	0,016	1,181	0,011	1,135	1,225	1,330
3	1,179	0,008	1,177	0,007	1,135	1,225	1,330
4	1,158	0,017	1,171	0,006	1,135	1,225	1,330
5	1,156	0,018	1,174	0,008	1,135	1,225	1,330

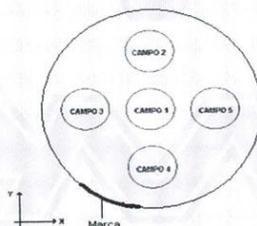
DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (mm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (mm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (mm)	INCERTIDUMBRE PROMEDIO EN dy (mm)	SEGÚN ASTM E11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min	Máx
1	0,609	0,004	0,603	0,004	0,536	0,725
2	0,609	0,004	0,606	0,004	0,536	0,725
3	0,605	0,004	0,602	0,003	0,536	0,725
4	0,608	0,004	0,605	0,003	0,536	0,725
5	0,609	0,004	0,602	0,003	0,536	0,725

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 085-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
 EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
 DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA -
 SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : **TAMIZ**
 MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
 NUMERO DE MALLA : 20
 NÚMERO DE SERIE : 174727508
 PROCEDENCIA : USA
 IDENTIFICACIÓN : No Indica
 ABERTURA NOMINAL : 850 μ m
 DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
 Laboratorio de Calibración GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %. Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

La calibración se efectuó tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004

6. TRAZABILIDAD
 Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

		Inicial	Final
Temperatura	°	20.5	20.4
Humedad Relativa	%	68	67



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
 Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
 E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (µm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (µm)
					min (µm)	Máx (µm)	
1	908	21	939	14	815	885	970
2	901	25	975	26	815	885	970
3	908	32	998	16	815	885	970
4	911	10	966	34	815	885	970
5	911	12	970	25	815	885	970

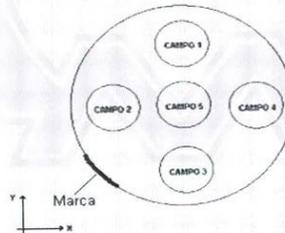
DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (µm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (µm)	INCERTIDUMBRE PROMEDIO EN dy (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min (µm)	Máx (µm)
1	370	6	387	3	425	575
2	371	7	387	3	425	575
3	375	6	389	4	425	575
4	368	6	389	3	425	575
5	371	7	391	3	425	575

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 - La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
 - El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.
 - El instrumento presenta en los campos 2 y 4 un diámetro promedio en X con error mayor a los errores máximos permisibles según el ASTM E11-04.
- (* Código de identificación grabado en el instrumento.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 087-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : **TAMIZ**
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
NUMERO DE MALLA : 30
NÚMERO DE SERIE : 174728035
PROCEDENCIA : U.S.A.
IDENTIFICACIÓN : No indica
ABERTURA NOMINAL : 600 μ m
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de Calibración GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se efectuó tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004
6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó una retícula graduada y cinta metrica con certificado de calibración L-0117-2020
7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °	20,3	20,6
Humedad Relativa %	68	68

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %. Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes. GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (µm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (µm)
					min (µm)	Máx (µm)	
1	608	6	602	6	575	625	695
2	602	5	600	4	575	625	695
3	604	5	603	8	575	625	695
4	603	5	603	4	575	625	695
5	594	3	600	5	575	625	695

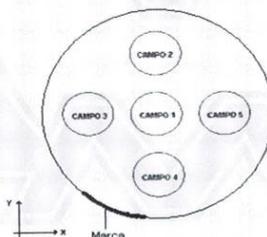
DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (µm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (µm)	INCERTIDUMBRE PROMEDIO EN dy (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min (µm)	Máx (µm)
1	404	2	393	2	340	460
2	409	3	393	3	340	460
3	402	2	392	3	340	460
4	407	3	392	3	340	460
5	404	2	392	3	340	460

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (µm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (µm)
					min (µm)	Máx (µm)	
1	304	5	303	3	286	314	363
2	306	5	302	4	286	314	363
3	304	4	302	4	286	314	363
4	302	5	302	3	286	314	363
5	304	3	305	4	286	314	363

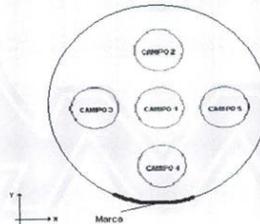
DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (µm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (µm)	INCERTIDUMBRE PROMEDIO EN dy (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min (µm)	Máx (µm)
1	209	2	209	2	170	230
2	210	2	213	2	170	230
3	211	2	212	3	170	230
4	210	3	213	2	170	230
5	212	2	213	2	170	230

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 090-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA -
SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : TAMIZ
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
NUMERO DE MALLA : 100
NÚMERO DE SERIE : 174728191
PROCEDENCIA : USA
IDENTIFICACIÓN : No Indica
ABERTURA NOMINAL : 150 µm
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de Calibración GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN
6. TRAZABILIDAD
7. CONDICIONES AMBIENTALES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

La calibración se efectuó tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004

Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.8	20.6
Humedad Relativa %	67	68



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (µm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (µm)
					min (µm)	Máx (µm)	
1	149	4	144	3	142	158	192
2	146	3	153	3	142	158	192
3	148	2	154	3	142	158	192
4	147	3	154	5	142	158	192
5	149	4	157	3	142	158	192

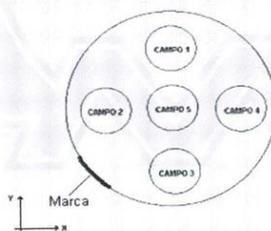
DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (µm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (µm)	INCERTIDUMBRE PROMEDIO EN dy (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min (µm)	Máx (µm)
1	114	3	115	4	85	115
2	116	3	110	3	85	115
3	113	3	109	3	85	115
4	116	3	109	4	85	115
5	112	4	108	3	85	115

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.
- El instrumento presenta en los campos 2 y 4 un diámetro promedio en X con error mayor a los errores máximos permisibles según el ASTM E11-04.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 088-CLL-2020

Página 1 de 2

- FECHA DE EMISIÓN : 2020-10-17
EXPEDIENTE : 378
1. SOLICITANTE : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**
DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO.
2. INSTRUMENTO : **TAMIZ**
MARCA / FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL
NUMERO DE MALLA : 200
NÚMERO DE SERIE : 174728436
PROCEDENCIA : USA
IDENTIFICACIÓN : No Indica
ABERTURA NOMINAL : 75 µm
DIAMETRO DEL BASTIDOR : 8 pulgadas / 203,2 mm
3. FECHA DE CALIBRACIÓN : 2020-10-16
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
Laboratorio de Calibración GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C.
5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

La calibración se efectuó tomando como referencia la Norma Internacional ASTM E11-04 " Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes ", 2004

6. TRAZABILIDAD
Para la calibración se empleó un Proyector de Perfiles y un Reloj Comparador con certificado de Calibración N° F-0707-2019.

7. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °	20.7	20.8
Humedad Relativa %	68.9	68.7



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Los resultados de la calibración se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura K=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

ABERTURA PROMEDIO DEL TAMIZ

CAMPO DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO X (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN X (µm)	ABERTURA PROMEDIO EN Y (µm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EN Y (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04		
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE		ABERTURA MÁXIMA DEL TAMIZ (µm)
					min (µm)	Máx (µm)	
1	91	6	87	9	70	80	103
2	90	5	94	5	70	80	103
3	93	3	91	4	70	80	103
4	95	5	88	4	70	80	103
5	93	3	91	4	70	80	103

DIÁMETRO PROMEDIO DEL ALAMBRE

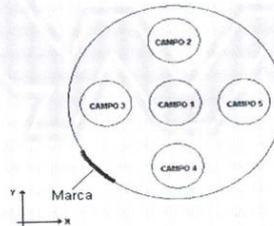
CAMPO DE MEDICIÓN	DIÁMETRO PROMEDIO dx (µm)	INCERTIDUMBRE DIÁMETRO EN dx (µm)	DIÁMETRO PROMEDIO dy (µm)	INCERTIDUMBRE PROMEDIO EN dy (µm)	SEGÚN ASTM E 11-04	
					ERROR MÁXIMO PERMISIBLE	
					min (µm)	Máx (µm)
1	50	4	50	5	43	58
2	47	4	49	3	43	58
3	47	3	48	3	43	58
4	45	3	51	2	43	58
5	48	3	49	3	43	58

9. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
- El tamiz se ha dividido en cinco campos, tal como se muestra en el gráfico referencial. En cada campo se ha efectuado la medición de seis aberturas en las direcciones X e Y.
- El instrumento presenta en todos los campos una abertura promedio en X y Y con error mayor a los errores máximos permisibles según el ASTM E11-04.

(*) Código de identificación grabado en el instrumento.

Gráfica referencial de los campos del tamiz



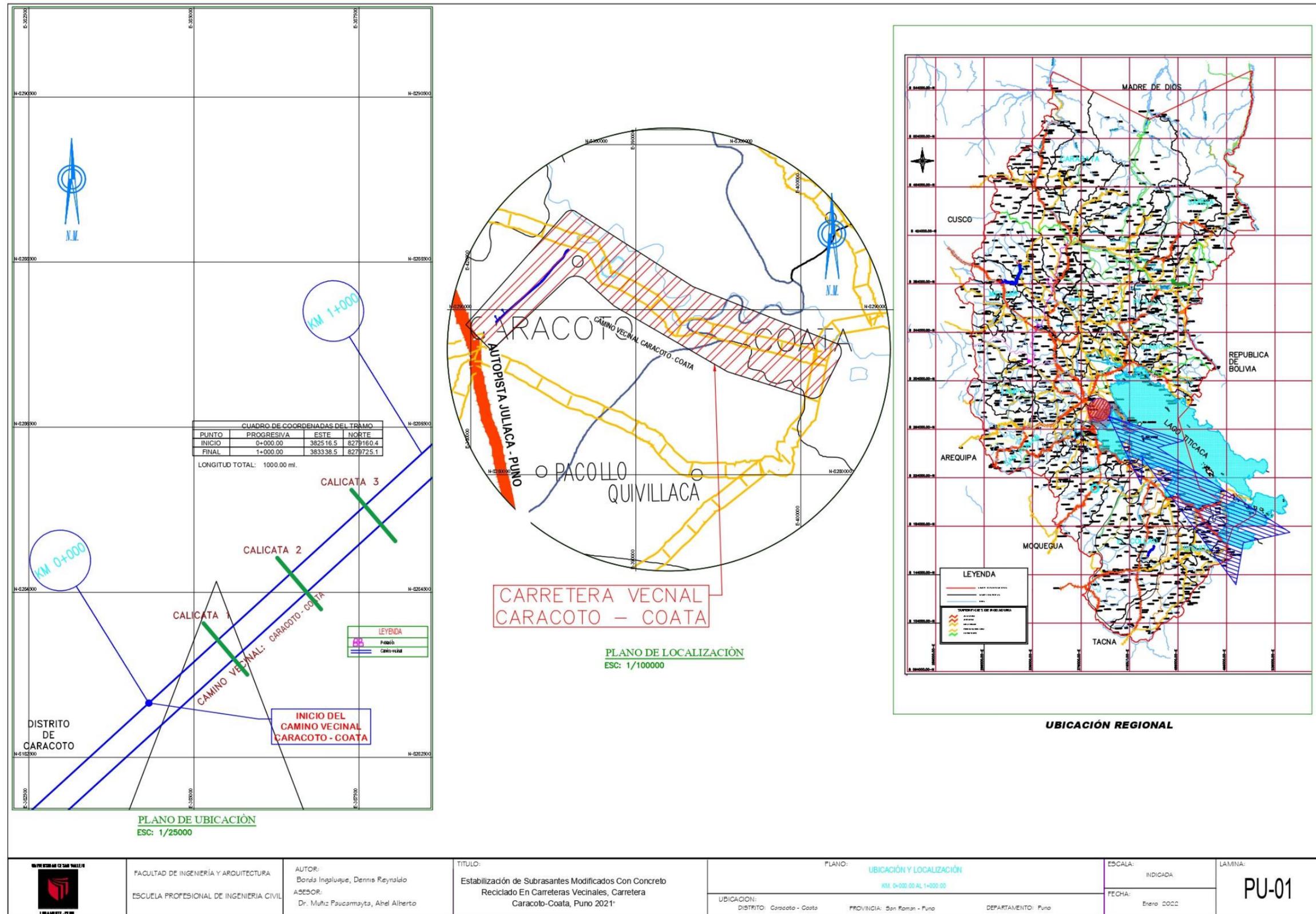
Fin del Documento



Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición
Mz. XX2 N°16 Parcela 10-1-Los Olivos - Lima-Perú-Central: (51-01)637 5944 / 637 5952 / RPM:#980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913
E-mail: ventas@grupomedicionesperu.com / medicionesperu@yahoo.es / Web: www.grupomedicionesperu.net

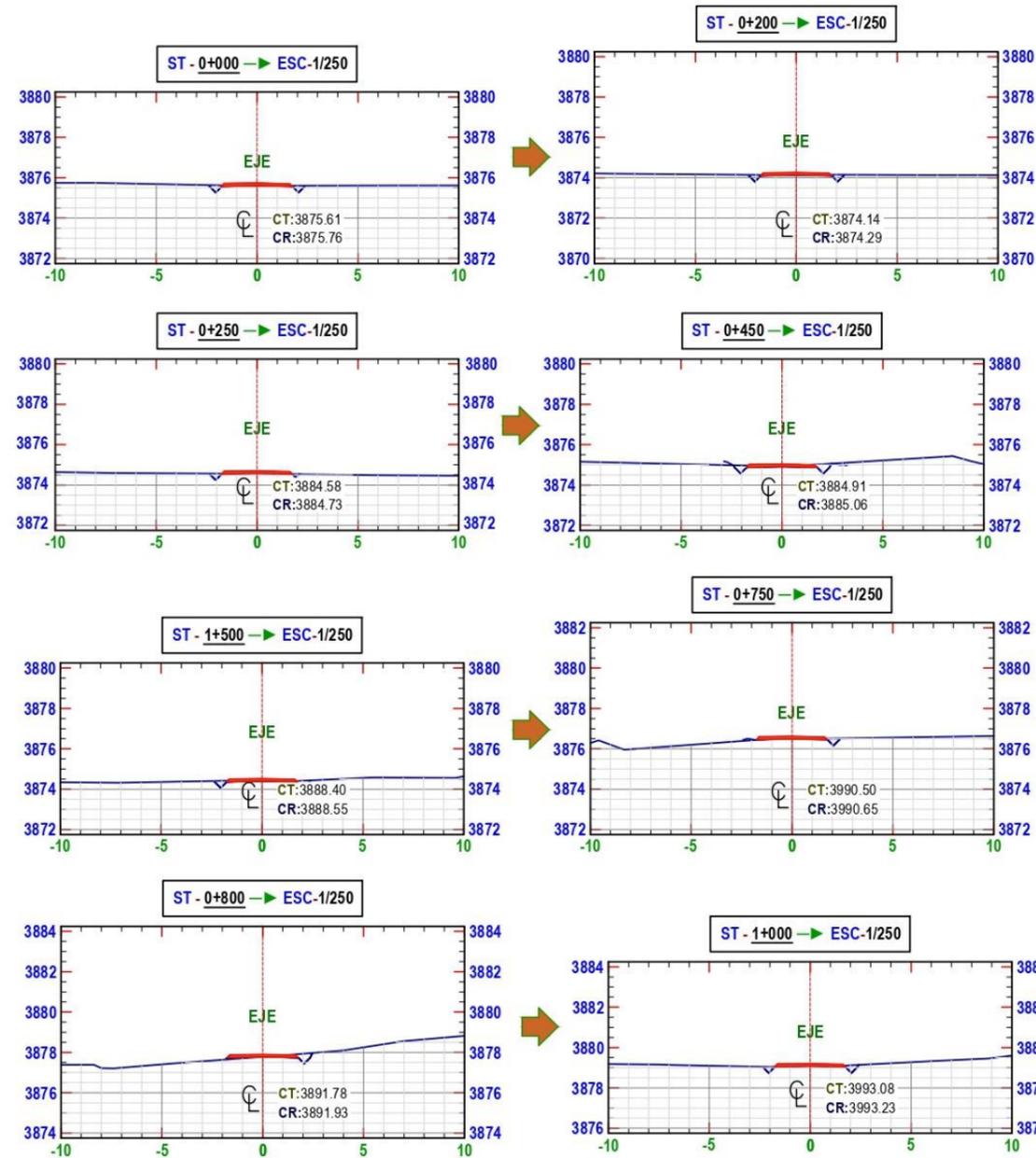
Anexo 7. Plano de ubicación del tramo de estudio



	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	AUTOR: Borda Ingalaque, Dennis Reynaldo ASESOR: Dr. Muñiz Paucamayta, Abel Alberto	TÍTULO: Estabilización de Subrasantes Modificados Con Concreto Reciclado En Carreteras Vecinales, Carretera Caracoto-Coata, Puno 2021	PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN KM. 0+000.00 AL 1+000.00	ESCALA: INDICADA	LAMINA: PU-01
				UBICACIÓN: DISTRITO: Caracoto - Coata PROVINCIA: San Ramón - Puno DEPARTAMENTO: Puno	FECHA: Enero 2022	

Anexo 8. Plano de sección transversal y detalles del tramo de estudio

TRAMOS DE INTERVENCIÓN DEL KM 0+000 AL KM 1+000



ESTRUCTURA DEL AFIRMADO



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AUTOR:
Borda Ingulagua, Dennis Reynaldo
ASESOR:
Dr. Muñoz Paucamayta, Abel Alberto

TÍTULO:
Estabilización de Subrasantes Modificados Con Concreto Reciclado En Carreteras Vecinales, Carretera Caracoto-Coata, Puno 2021*

PLANO:
SECCION TIPO Y ESTRUCTURA DE LA CALZADA
KM. 0+000.00 AL 1+000.00

UBICACION:
DISTRITO: Caracoto - Costa PROVINCIA: San Ramón - Puno DEPARTAMENTO: Puno

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
Enero 2022

LAMINA:
PS-02

Anexo 9. Plano de perfil longitudinal del tramo de estudio

PERFIL LONGITUDINAL DEL KM 0+000 AL KM 1+000

