



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de  
la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Choque Quispe, Emerson Esteban (orcid.org/0000-0001-6290-3369)  
Ramirez Ibañez, Darwin Eliseo (orcid.org/0000-0002-5899-4031)

**ASESOR:**

M.Sc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Fortalecimiento de la democracia, liderazgo y ciudadanía

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

De: Choque Quispe, Emerson Esteban

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Teófilo y Virgilia porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia todo lo que hoy soy es gracias a ellos. A mis hermanos Alexei, Lady, Katherine y Kelsy por su apoyo incondicional y los sabios consejos. A mi enamorada Mary quien me apoyo y alentó a continuar, que sin su ayuda todo esto sería complicado.

De: Ramírez Ibáñez, Darwin Eliseo

El presente trabajo está dedicado a mis padres que a lo largo de toda mi carrera profesional fueron un apoyo constante e incondicional, por ayudarme en momentos que fueron necesarios, lo cual fue el principal motor y motivo para seguir cumpliendo mis objetivos, y a mis docentes por las enseñanzas y conocimiento adquiridos a lo largo de este periodo en la universidad, muchas gracias a todos.

## **Agradecimientos**

De: Choque Quispe, Emerson Esteban

Agradecer a Dios, mi familia y la familia que voy construir por guiarme en el camino correcto y apoyarme en cada decisión y proyecto, por todo sus consejos e inmensa sabiduría. Así mismo agradecer a la universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de ser parte de ella y por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona.

De: Ramírez Ibáñez, Darwin Eliseo

Empezar dando gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia. Gracias a mi familia por estar siempre presente. En esta vida nada es sencillo, pero gracias a sus aportes, afectos y a su inmensa bondad, lo complicado se pudo superar. Les agradezco y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

## Índice de contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>Agradecimientos</b> .....	iii
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
<b>Índice de Tablas</b> .....	ix
<b>Índice de figuras</b> .....	x
<b>Resumen</b> .....	xi
<b>Abstract</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.5 Hipótesis .....	5
1.6 Delimitaciones.....	6
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 Antecedentes .....	7
Antecedentes internacionales .....	7
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	22
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación</b> .....	22
<b>3.2. Variables y operacionalización</b> .....	24
<b>3.3. Población, muestra y muestreo</b> .....	25
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	26
<b>3.5. Procedimientos</b> .....	29
<b>3.6. Método de análisis de datos</b> .....	33
<b>3.7. Aspectos éticos</b> .....	34

IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES .....	50
VII. RECOMENDACIONES .....	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS	

## Índice de Tablas

Tabla 1. Composición química de los residuos de concreto premezclado .....	15
Tabla 2. Magnitudes y rango de la confiabilidad .....	28
Tabla 3. Datos de confiabilidad obtenidos.....	28
Tabla 4. Ensayos desarrollados en la calicata 1 .....	35
Tabla 5. Ensayos desarrollados en la calicata 2 .....	35
Tabla 6. Ensayos desarrollados en la calicata 3 .....	36
Tabla 7. Límites de Atterberg con y sin incorporación de RCP .....	36
Tabla 8. Proctor modificado con y sin incorporación de RCP.....	38
Tabla 9. CBR con y sin incorporación de RCP.....	39
Tabla 10. Prueba paramétrica de ANOVA del índice de plasticidad .....	41
Tabla 11. Comparaciones múltiples de Tukey de datos de índice de plasticidad .....	42
Tabla 12. Prueba paramétrica de ANOVA de la densidad seca máxima .....	43
Tabla 13. Comparaciones múltiples de Tukey de datos de densidad seca máxima.....	43
Tabla 14. Prueba paramétrica de ANOVA de la capacidad de soporte.....	45
Tabla 15. Comparaciones múltiples de Tukey de datos de capacidad de soporte .....	45

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Generación de residuos de hormigón fresco.....	2
<i>Figura 2.</i> Situación actual de la vía - Avenida Triunfo .....	3
<i>Figura 3.</i> Una comparación de perfil de suelo drenado y no drenado. ....	14
<i>Figura 4.</i> Generación de residuos de concreto premezclado en una planta de concreto .....	16
<i>Figura 5.</i> Ensayo de capacidad de soporte .....	19
<i>Figura 6.</i> La distribución de la carga de tráfico que actúa sobre la subrasante.	20
<i>Figura 7.</i> Estabilización de subrasante.....	21
<i>Figura 8.</i> Visita tramo de estudio.....	29
<i>Figura 9.</i> Residuos de concreto premezclado .....	30
<i>Figura 10.</i> Ensayo de granulometría. ....	31
<i>Figura 11.</i> Ensayo de límite líquido. ....	31
<i>Figura 12.</i> Ensayo de límite plástico.....	32
<i>Figura 13.</i> Ensayo de Proctor modificado. ....	32
<i>Figura 14.</i> Ensayo de CBR.....	33
<i>Figura 15.</i> Gráfico de índice de plasticidad .....	37
<i>Figura 16.</i> Gráfico de máxima densidad seca .....	38
<i>Figura 17.</i> Gráfico de CBR al 95% de la MDS.....	40
<i>Figura 18.</i> Normalidad de datos del índice de plasticidad .....	41
<i>Figura 19.</i> Normalidad de datos de densidad seca máxima.....	42
<i>Figura 20.</i> Normalidad de datos de la capacidad de soporte .....	44

## Resumen

El presente estudio denominado “Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022”, que posee como objetivo general Incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal mediante la incorporación de residuos de concreto premezclado. La metodología es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental y nivel explicativo. Los resultados denotaron que el suelo patrón poseía un CBR al 95% de la MDS de 4.22% y que con las dosificaciones de SN+5%RCP, SN+10%RCP y SN+20%RCP los valores fueron de 6.51%, 9.34% y 11.58% respectivamente, respecto al índice de plasticidad el suelo patrón poseía un IP de 11.93%, sin embargo, con las dosificaciones de SN+5%RCP, SN+10%RCP y SN+20%RCP el valor de índice de plasticidad se reduce a 10.73%, 9.03% y 7.37% respectivamente. Llegando a la conclusión de que la incorporación de residuos de concreto premezclada mejora la transitabilidad vehicular, debido que los valores de capacidad de soporte se incrementaron significativamente, pasando de ser categorizada como una subrasante “pobre” a ser categorizada como “buena” y los valores de índice de plasticidad se redujeron considerablemente.

**Palabras clave:** *Estabilización, residuos de concreto premezclado, subrasante.*

## **Abstract**

The present study called "Ready-mixed concrete waste to increase the stability of the subgrade in a neighborhood road, Puno, 2022", whose general objective is to increase the stability of the subgrade in a neighborhood road by incorporating ready-mix concrete waste. The methodology is applied type, quantitative approach, quasi-experimental design and explanatory level. The results denoted that the standard soil had a CBR at 95% of the MDD of 4.22% and that with the dosages of SN+5%RCP, SN+10%RCP and SN+20%RCP the values were 6.51%, 9.34% and 11.58% respectively, with respect to the plasticity index, the standard soil had an IP of 11.93%, however, with the dosages of SN+5%RCP, SN+10%RCP and SN+20%RCP, the value of the index of plasticity is reduced to 10.73%, 9.03% and 7.37% respectively. Concluding that the incorporation of ready-mix concrete waste improves vehicular passability, due to the fact that the bearing capacity values increased significantly, going from being categorized as an "insufficient" subgrade to being categorized as "good" and the plasticity index values were greatly reduced.

**Keywords:** *Stabilization, ready-mix concrete waste, subgrade.*

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del Problema

Los suelos de la subrasante son un componente esencial de las estructuras del pavimento, y el desempeño inadecuado de la subrasante es la causa de muchas fallas prematuras del pavimento. Las subrasantes de arcilla en particular pueden proporcionar un soporte inadecuado, particularmente cuando están saturadas. Los suelos con una plasticidad significativa también pueden contraerse e hincharse sustancialmente con los cambios en las condiciones de humedad. Estos cambios en el volumen pueden hacer que el pavimento se desplace o se levante con los cambios en el contenido de humedad y puede causar una reducción en la densidad y resistencia de la subrasante, lo que acelera el deterioro del pavimento (Rivera et al., 2020, p. 2).

En el contexto internacional la importancia de las vías es muy importante debido a que año en año el parque automotor va en crecimiento así mismo van surgiendo nuevas unidades vehiculares para múltiples sectores de trabajos ya se la construcción, minería, etc. Es por ello que cada año van originándose nuevas patentes de estabilización para contar con buena infraestructura vial, caso a mencionar son los países de China, Malasia y EE.UU. los cuales emplean materiales reciclados los cuales abundan de los desechos de construcción y demolición (Picasso y Sun, 2008, p. 4).

Los residuos se generan constantemente durante el proceso de fabricación de concreto premezclado. Es difícil determinar con precisión el volumen de residuos, pero se estima que el rango de 1 a 4.0% del total de concreto producido, mientras que en Brasil se desperdicia el 9% del volumen de concreto premezclado. En Japón y Hong Kong, alrededor del 1-2 % en peso del hormigón total producido se desperdicia, respectivamente. Esto demuestra que el problema no puede ser descuidado (Vieira y Figueiredo, 2016, p. 338). Los residuos de hormigón fresco de la mezcla sobre ordenada para la construcción se mantienen como residuos en tambores de camión que se devuelven a las plantas dosificadoras de hormigón premezclado y se lavan al final de cada jornada laboral como se observa en la figura

1. Se informa que alrededor de 250 a 350 kg de mortero se adhieren al interior de cada tambor mezclador de camión (Wang y Zhang, 2018, p. 1).



*Figura 1.* Generación de residuos de hormigón fresco

Fuente. Wang y Zhang (2018, p. 1)

Actualmente en todo el Perú el estado de conservación de las vías es pésimo debido a que no se cuenta con un adecuado plan de mantenimiento de vías, es por ello que generalmente se presentan múltiples patologías en múltiples carreteras del Perú, ya sea debido a la condición climática, mala calidad de materiales, mal procedimiento constructivo, mala conformación en las capas estructurales del pavimento, exceso de cargas transmitidas a la estructura del pavimento, lo cual origina un des confort en la circulación de la población, un mayor tiempo de viaje de un punto a otro (Vásquez, 2016, p. 42).

Uno de los materiales no convencionales que se pueden usar para la estabilización de las subrasantes son los residuos de concreto premezclado, los cuales provienen de los residuos existentes de las mixers las cuales son desechadas en vertederos no autorizados, causando un impacto negativo en la calidad ambiental, dentro del presente informe se pretende aprovechar este material para la estabilización de las subrasante de los caminos vecinales de la ciudad de San Miguel – Juliaca – Puno como una de sus avenidas principales como es la Avenida Triunfo la cual da intersección a diferentes salidas principales de la ciudad de San Miguel – Juliaca – Puno, como se muestra en la figura 2, las cuales actualmente a causa del clima

variado como precipitaciones pluviales y las fuertes cargas de tráfico tienden a generar problemas de ahuellamientos, lodazales, encalaminados lo cual conlleva a una transitabilidad ineficiente en múltiples puntos de la ciudad, ocasionando daños a los vehículos automotores y congestión en múltiples sectores. Además de eso se conforman sobre suelos que muchas veces son problemáticos como arcillas y limos de alta plasticidad, lo que ocasiona el apareamiento de fallas.



Figura 2. Situación actual de la vía - Avenida Triunfo

Fuente. Toma propia

## 1.2 Formulación del problema

### Problema general

¿Cómo la adición de residuos de concreto premezclado podría incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal?

### Problemas específicos

- ¿Cuál es la proporción adecuada de residuos de concreto premezclado que podría disminuir la plasticidad de un suelo en una vía vecinal?
- ¿Cuál es la proporción adecuada de residuos de concreto premezclado que podría mejorar el grado de compactación de un suelo en una vía vecinal?

- ¿Cuál es la proporción adecuada de residuos de concreto premezclado que podría incrementar la capacidad portante (CBR) de un suelo en una vía vecinal?

### **1.3 Justificación**

#### **Justificación metodológica**

Este estudio se justifica de forma metodológica, debido a que se desarrolló todos los procedimientos del método científico, que fueron necesarios para validar este estudio, asimismo se estableció procedimientos que pueden ser considerados por futuros investigadores de estabilizantes similares.

#### **Justificación ambiental**

La presente investigación se justifica debido a que el material a incorporar a la subrasante para mejorarla es el concreto premezclado, este material generalmente es desechado por la cantidad de finos que se sedimentan al fondo de las maquinas contenedoras (mixer), los cuales al final son dispuestos en vertederos informales, contaminando el suelo existente a las afueras de la ciudad de Juliaca.

#### **Justificación práctica**

La presente investigación se justifica debido a que dentro del presente informe se emplearan equipos de laboratorio con el fin de contrastar la veracidad de la influencia del concreto pre mezclado dentro de las estabilizaciones de subrasantes en caminos vecinales, aportando al campo de la ingeniera al caracterizar un nuevo material que ayudaría a generar menor costo y generar una mejor resistencia al momento de conformar una subrasante.

#### **Justificación social**

Se da debido a que se mejorara el confort y seguridad de transitabilidad vehicular, se aminorara el tiempo ingreso y salida de las viviendas, se evitara dañar el estado de los vehículos del distrito de San Miguel que circulan por toda la extensión de la avenida triunfo.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo general**

Incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal mediante la incorporación de residuos de concreto premezclado.

### **Objetivos específicos**

- Disminuir el índice de plasticidad de la subrasante de una vía vecinal a través de la incorporación de una proporción adecuada de residuos de concreto premezclado.
- Mejorar el grado de compactación de la subrasante de una vía vecinal mediante la adición de una proporción adecuada de residuos de concreto premezclado.
- Incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante de una vía vecinal a través de la adición de una proporción adecuada de residuos de concreto premezclado.

## **1.5 Hipótesis**

### **Hipótesis general**

La incorporación de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado estabiliza la subrasante de la vía vecinal.

### **Hipótesis específicas**

- Una proporción adecuada de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado disminuye la plasticidad de la subrasante en una vía vecinal.
- Con una proporción establecida de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado se logra una mejor compactación de la subrasante en una vía vecinal.
- Con la adición de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado se logra incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en una vía vecinal.

## **1.6 Delimitaciones**

### **Delimitación temporal**

El presente estudio se llevó a cabo en un periodo de 24 semanas, contando a partir del 04 de marzo del 2022 y culminó el 12 de agosto del 2022.

### **Delimitación espacial**

El proyecto de investigación fue desarrollado netamente en la jurisdicción del distrito de San Miguel el cual posee una topografía plana, lluvias moderadas a intensas entre los meses de noviembre y marzo, con una población aproximada de 270110 habitantes de acuerdo al censo del año 2017, poseyendo frontera con la principal zona económica y comercial de la región Puno.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Para el mejor entendimiento y desarrollo del proyecto de investigación se tomaron en cuenta las siguientes investigaciones en los diferentes ámbitos:

#### **Antecedentes internacionales**

Singh y Singh (2017) en su artículo de investigación titulado “Mejora en el Valor CBR del Suelo usando Residuos de Finos de Concreto” desarrollado para la revista International Journal of Science Technology & Engineering que tuvo como objetivo determinar las propiedades del suelo mezclándolo con finos de concreto de desecho, la metodología que uso era de diseño experimental. Los resultados demostraron que el suelo patrón poseía un valor de CBR de 6.56%, sin embargo, con la adición de 10%, 20%, 30% y 40% los valores de capacidad de soporte se incrementaron a 6.93%, 10.94%, 21.89% y 29.19% respectivamente, llegando a la conclusión de que con un 10 % de finos de hormigón de desecho, el aumento del valor de CBR no mostró ningún cambio significativo. Con un 20 % de finos, el valor CBR de la muestra aumentó de 6.56 a 10.94. El valor de CBR se mejoró en un 66 %. Con 30 % y 40 % de finos, el valor de CBR aumentó a 21.89 y 29.19 respectivamente. Esto muestra que cuando los finos de hormigón de desecho se mezclaron en una proporción del 40 % en el suelo, el valor de CBR mejoró en un 345%.

Reiterman et al. (2022) en su artículo de investigación denominado “Aprovechamiento de residuos de lechada de hormigón para la estabilización de suelos” elaborado para la revista Case Studies in Construction Materials, que posee como objetivo general introduce la posibilidad de la utilización de residuos de lechada de hormigón que se originan durante la producción de hormigón en forma de lodo, que actualmente no tiene ningún uso práctico y se deposita predominantemente en vertederos. Su metodología fue de diseño experimental, los resultados denotaron que el suelo patrón poseía un 3% de CBR, mientras que con la incorporación 3%, 4% y 8% los resultados de capacidad de soporte fueron 55%, 34% y 36% respectivamente, por su parte el valor de resistencia a la compresión del suelo natural fue de 0.3Mpa, sin embargo, con la adición de lodos de hormigón

estos se incrementaron hasta 1.09Mpa, 0.98 Mpa y 1.06Mpa respectivamente. Llegando a la conclusión que los resultados obtenidos confirmaron el buen potencial del material de desecho estudiado, debido a que su uso es de carácter similar al estabilizante de uso común.

Por su parte Anastasiou et al. (2018) en su artículo de investigación titulada “Investigación del uso de agregados de concreto reciclado provenientes de una sola planta de concreto premezclado” elaborado para la revista Applied Sciences que posee como objetivo investigar tres productos de desecho diferentes de las plantas de RMC para su uso como agregados reciclados en aplicaciones de construcción, posee una metodología de diseño experimental. Los resultados demostraron que el suelo poseía una densidad 1.73g/cm<sup>3</sup> y un CBR de 5%, sin embargo, con la adición de 10% y 20% de lodos de concreto la densidad se incrementó a 1.78 g/cm<sup>3</sup> y 1.81 g/cm<sup>3</sup>, y los valores de capacidad de soporte a 12% y 33% respectivamente. Concluyendo que los lodos de concreto poseen un material fino de buena calidad, siempre que se triture y se tamice a través del tamiz de 75  $\mu$ m, con la finalidad de estabilizar suelos.

Nawi et al. (2021) en su artículo de investigación titulada “Estudio de potencial de estabilización de suelos mediante lodos de hormigón de dosificadora (CSBP)” elaborado para la revista Engineering and Environmental Sciences que posee como objetivo evaluar el uso de CSBP como aditivo para el suelo en la capa de subrasante para la construcción de pavimentos, posee una metodología de diseño experimental. Los resultados demostraron que suelo orgánico original tiene un valor de CHO de 38.05 %, mientras que el valor del suelo estabilizado con 5, 10 y 15 % de CSBP fue de 36.94, 35.33 y 31.58 %, respectivamente; la MDS de la muestra de suelo orgánico original fue de 1.12 g/cm<sup>3</sup> mientras que para suelo estabilizado con 5, 10 y 15 % de CSBP son 1.13, 1.15 y 1.22 g/cm<sup>3</sup>, mientras que los valores de capacidad de soporte se incrementaron de 4.8% a 7.4%, 13.2% y 20.7% para las mismas adiciones de CSBP. Concluyendo que el CSBP ha demostrado su potencial como material de estabilización al aumentar el valor de CBR para el pavimento de subrasante. Posteriormente, el uso de CSBP en la estabilización orgánica del suelo es una idea inventiva debido a un par de razones, que incluyen

la capacidad de retener agua y la práctica sostenible donde es bueno para los impactos ambientales y para disminuir los costos en la planta dosificadora.

Yang et al. (2019) en su artículo de investigación titulada “Residuos de Molienda de Concreto: Prácticas de Manejo y Reutilización para la Estabilización de Suelos” elaborado para la revista Transportation Research Record que posee como objetivo Evaluar el desempeño de CGR para fines de estabilización de suelos en porcentajes de 10, 20, 30 y 40% de residuos de molienda de concreto (CGR), posee una metodología de diseño experimental. Los resultados demostraron que suelo orgánico poseía un valor de IP de 16.0%, mientras que el valor del suelo estabilizado con 10, 20, 30 y 40% de CGR fue de 16, 12, 10 y 9%, respectivamente; la MDS de la muestra de suelo orgánico original fue de 1.728 g/cm<sup>3</sup> mientras que para suelo estabilizado con 40% de CGR fue de 1.625 g/cm<sup>3</sup>, mientras que los valores de capacidad de soporte más altos se obtuvieron con la adición de 20% de CGR que incrementó el CBR de 6.7% a 19.3%. Concluyendo que los incrementos de resistencia y CBR para suelos estabilizados con CGR fueron debido a una combinación de intercambio catiónico, floculación, hidratación y rehidratación y reacciones puzolánicas.

### **Antecedentes nacionales**

Del Río (2017) en su informe denominado “Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad– 2017”, que posee como objetivo general cuantificar la estabilización a niveles optimos de un suelo arcilloso empleando como material el concreto reciclado. El orden de la metodología es la siguiente explicativo, aplicada, cuantitativo. Los resultados demostraron que tras someterse a una evaluación el terreno natural adopto un CBR a la capacidad del 95% de la MDS de 9.52%, en tanto tras aplicar las cantidades del material propuesto en 11.00%, 13.00% y 15.00%, se vio reflejado que la propiedad mecánica tiende a contender una evolución del CBR siendo estos valores 10.80%, 12.20% y 13.00%, en tanto los valores de la MDS se desarrollaron de la siguiente manera tras aplicar el material estabilizante 1.803 g/cm<sup>3</sup> a 1.604 g/cm<sup>3</sup>, 1.589 g/cm<sup>3</sup> y 1.491 g/cm<sup>3</sup>. Concluyendo que tras aplicar el material concreto reciclado se vio desenvuelta en una disminución constante del

valor de la MDS, debido a que tras aplicar material granular y material puzolánico se requiere una mayor cantidad de agua, por lo cual sería una desventaja en el procedimiento constructivo debido a que se requeriría mayor cantidad de agua para lograr alcanzar la máxima densidad seca, en tanto sobre la relación de la capacidad de soporte se logró visualizar que esta tiende a generar un aumento constante de acuerdo al porcentaje de incorporación lo cual originaría un mejor comportamiento estructural del terreno de fundación.

Torres (2021) en su informe denominado “Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021”, que posee como objetivo general determinar el comportamiento susceptible del concreto reciclado para lograr una mejora en la capa subrasante de la avenida Pacasmayo, urbanización los Laureles, Callao 2021. El orden de la metodología fue aplicada, cuantitativo, experimental. Los resultado del informe demostraron que tras incorporar la cantidad indicada del 20% del material propuesto la plasticidad del terreno evaluado sufrió un descenso considerable del 7% lo cual originaría una mejor consistencia del terreno, asimismo se catalogó como un terreno de baja plasticidad, en tanto sobre las propiedades de compactación se reflejó que el valor inicial que presento el terreno natural fue del  $2.127 \text{ g/cm}^3$  y el valor del CHO fue del 9.10%, en tanto los valores del CBR realizados al 100% y al 95% en relación de la MDS fue del 40.90% y 28.50%. Concluyendo que tras realizar la incorporación del material propuesto se logró cambios favorables en todos los aspectos físicos y mecánicos de la estabilización de las subrasantes por lo cual es efectiva la aplicación de los residuos de concreto para la óptima estabilización de terrenos blandos.

Fabian y Gonzales (2021) en informe denominado “Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento”, que posee como objetivo principal realizar la estabilización de la subrasante con la aplicación de diferentes % de concreto reciclado. El orden metodológico empleado fue correlacional y cuasi-experimental. Los resultados demostraron que tras aplicar diferentes cantidades del material estabilizador con el fin de alterar las propiedades físicas y mecánicas se logró evidenciar que al aplicar el 7.00% del material reciclado

concreto los límites líquidos disminuyeron del 10.70% al 10.30%, por otro lado los límites plásticos tendieron a presentar una disminución progresiva siendo estos del 15.50% al 15.05%, tras efectuar los ensayos sobre la capacidad de compactación se cuantificó que la máxima densidad ascendió a un valor del 1.948 gr/cm<sup>3</sup>, finalmente sobre la capacidad estructural de la subrasante (CBR) se vio reflejado al alza siendo estos valores los siguientes 19.90% a 20.4%. Por lo cual se concluye que la dosificación óptima del material propuesto es la del 7.00%.

Noriega y Villareal (2020) en su tesis de pregrado titulado “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”, que posee como objetivo general establecer cómo influye las proporciones de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la sub-rasante para un pavimento flexible. La metodología que aplicó fue de tipo aplicada y diseño experimental puro. Los resultados demostraron que el suelo patrón poseía una densidad seca máxima de 2.365 g/cm<sup>3</sup> mientras que con la adición de 7%, 10% y 12% de concreto reciclado los valores variaron a 2.699 g/cm<sup>3</sup>, 2.231 g/cm<sup>3</sup> y 2.600 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, mientras que los valores de óptimo contenido de humedad variaron de 10.145% a 7.65%, 8.11% y 9.908% respectivamente, los valores de CBR aumentaron de 3.82% a 67.01%, 146.41% y 151.12% con las mismas adiciones de concreto reciclado. Se concluyó que la adición adecuada de concreto reciclado es de 7.0%, no obstante es de suma importancia señalar que con proporciones menores de concreto reciclado se lograría también valores que satisfagan los valores de capacidad de soporte para un suelo de subrasante.

Aracayo y Machaca (2021) en su estudio de pregrado titulado “Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco, Huancané-2021”, que posee como principal objetivo establecer de qué manera influye la adición de residuos de pavimento rígido en porcentajes de 10.0%, 20.0% y 30.0% sobre las propiedades del suelo cohesivo de una cantera. La metodología que se empleó fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño experimental puro. Los resultados demostraron las muestras de suelo donde no se adicionó RPR obtuvieron un valor promedio de IP de 5.21 % y un CBR promedio

de 33.77 %, sin embargo con la incorporación de 10%, 20% y 30% de RPR los valores de IP disminuyeron a 4.84 %, 3.92 % y 3.05 % respectivamente, mientras que los valores de capacidad de soporte se incrementaron a 38.67 %, 51.53 % y 71.07 % respectivamente. El estudio llegó a la conclusión de que el porcentaje adecuado de residuos de pavimento rígido fue de 30% debido a que esta incorporación disminuyó el índice de plasticidad a 3.05% e incrementó la capacidad de soporte hasta 71.07%, resaltando que estos valores cumplen con los requerimientos establecidos para la conformación de subbases.

### **Teorías relacionadas al tema de investigación**

Para un mejor entendimiento y comprensión del presente estudio se tomaron en cuenta las siguientes fundamentaciones teóricas:

#### **Bases teóricas**

##### **Teoría de la conformación de suelos**

Según la teoría de la formación de los 5 factores formadores del suelo que influyen en el desarrollo del suelo fueron denominados por primera vez por Hans Jenny, un pedólogo estadounidense del suelo a principios y mediados del siglo XX. Los factores que reducen como esenciales en la formación del suelo incluyen: material parental, clima, biota, topografía y tiempo. Hans presentó estos factores como una fórmula:  $s = f (PM, Cl, O, R, T)$ . La fórmula se traduce aproximadamente como que el suelo es una función del material original, el clima, los organismos, el alivio y el tiempo. Esta sección discutirá probablemente el papel de cada uno de los factores formadores del suelo y cómo cada factor ayuda en el desarrollo del suelo (Schoonover y Crim, 2015, p. 24).

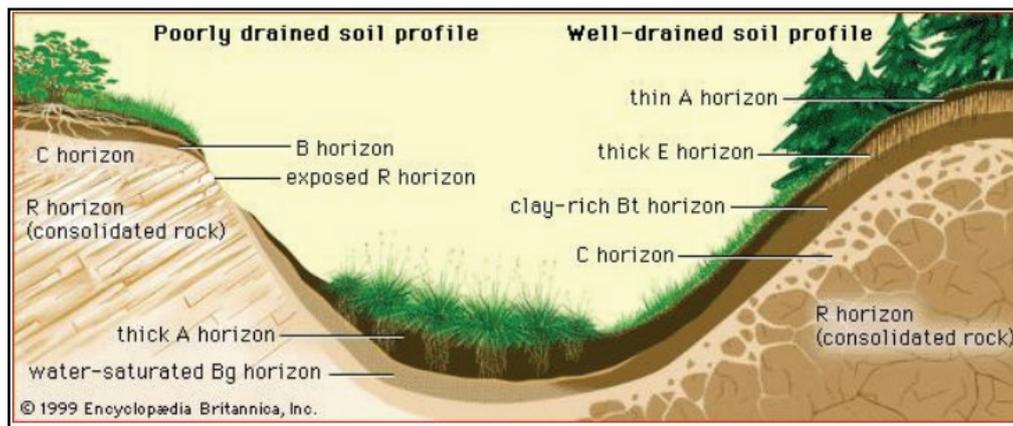
El material parental es la materia mineral u orgánica no consolidada y meteorizada químicamente a partir de la cual se desarrolla el suelo. Consiste en cualquier cantidad de combinación, como piedra caliza, arenisca o incluso roca volcánica. El área del perfil del suelo conocido como "Horizonte C" está compuesto por material original. Los materiales parentales se atribuyen tanto a las propiedades químicas como físicas de un suelo y pueden afectar el drenaje del suelo, la porosidad y el agua disponible para las plantas, entre otras cosas. El material parental en cualquier ubicación puede variar mucho incluso en áreas adyacentes entre sí. Por

ejemplo, Illinois contiene ocho regiones de suelo diferentes que son el resultado de glaciaciones, materiales arrastrados por el viento y meteorización continua del material original (Schoonover y Crim, 2015, p. 24).

Climatizado en el desarrollo temprano del perfil del suelo, el material original da paso a las principales propiedades físicas y químicas de un suelo. A medida que el suelo se vuelve más desarrollado (mediante la formación de horizontes y el aumento de la estructura del suelo con el tiempo), sus características dependen en mayor medida de las condiciones climáticas a las que está expuesta. El clima juega un papel importante en la formación del suelo y cualquier número de sucesos relacionados con el clima (por ejemplo, la precipitación y la temperatura) pueden influir en el desarrollo del suelo (Schoonover y Crim, 2015, p. 24).

Biota son las características del perfil del suelo relacionadas con la actividad biótica (plantas y animales), como madrigueras, montículos, canales de raíces y humus de lombriz, contribuyen al desarrollo del perfil del suelo porque cada uno de estos procesos cambia la porosidad del suelo. Las madrigueras de los animales, al igual que los viejos canales de raíces (Schoonover y Crim, 2015, p. 24).

La topografía (pendiente y aspecto) también tiene una fuerte influencia en las características del suelo. La pendiente puede influir en la erosión y la deposición a lo largo de una ladera como se visualiza en la figura 3. Los suelos empinados son susceptibles a la erosión acelerada y generalmente tienen un horizonte A menos profundo y, en general, menos desarrollo. Por el contrario, el desarrollo del suelo en áreas planas está fuertemente influenciado por el drenaje del suelo, donde los suelos bien drenados tienden a tener un mayor desarrollo en comparación con los suelos mal drenados (Schoonover y Crim, 2015, p. 25).



*Figura 3.* Una comparación de perfil de suelo drenado y no drenado.

Fuente. Schoonover y Crim (2015, p. 25)

Tiempo, la duración del tiempo que un suelo ha sufrido desarrollo está determinada en gran medida por el grado de meteorización del suelo. El tiempo tiene dos significados separados en términos de formación del suelo. El suelo está influenciado por el tiempo cronológico y fisiológico. La "edad" de un suelo similar se refiere al grado o cantidad de meteorización que ha sufrido el suelo. Esta edad no se refiere al tiempo cronológico, sino a las características fisiológicas atribuidas al suelo a través del proceso de meteorización.

### **Teoría de la consolidación de suelos**

De acuerdo a la teoría de consolidación, la consolidación ocurre cuando se aplica estrés a un suelo que hace que las partículas del suelo se agrupen más, reduciendo así su volumen aparente. Cuando esto ocurre en un suelo que está saturado con agua, el agua se expulsará del suelo. La teoría de la consolidación propuesta por Terzaghi es una herramienta muy útil para la determinación de las tasas y montos de liquidación. Desde la propuesta de esta teoría, diversos investigadores han investigado su validez y aplicabilidad. Estos estudios posteriores han llevado al desarrollo de varios procedimientos para estimar los asentamientos. Seed analiza estos diversos métodos y procedimientos. La experiencia obtenida a lo largo de los años posteriores a la propuesta de la teoría de Terzaghi indica que, para la consolidación unidimensional en particular, da resultados de aceptable precisión en muchos casos de campo. Sin embargo, las pruebas de laboratorio en varios tipos de arcilla indican que, aunque el enfoque hidrodinámico presentado por la teoría no

puede ser discutido en su totalidad, parece haber discrepancias entre las predicaciones teóricas y las observaciones del comportamiento de consolidación. Durante la etapa de consolidación primaria, estas aparentes discrepancias se atribuyen en gran medida a efectos secundarios (de fluencia) y se han hecho intentos de modificar los supuestos implícitos en la teoría de Terzaghi para que concuerden más estrechamente con el comportamiento observado o proponer modelos reológicos que se ajusten mejor al comportamiento observado (Amiri, Esmaeily y Mahouti, 2011, p. 105).

## **Marco conceptual**

### **Residuos de concreto premezclado**

Los residuos de concreto premezclado se generan a partir de plantas de hormigón premezclado durante la producción de hormigón y se clasifican como material corrosivo peligroso, su composición química se detalla en la tabla 1. Si se desecha en vertederos, causaría efectos perjudiciales para el medio ambiente y los ecosistemas que nos rodean debido a su alto valor de pH, así como a la contaminación y acumulación de metales pesados (Xuan et al., 2016, p. 4).

**Tabla 1.** *Composición química de los residuos de concreto premezclado*

<b>Elemento</b>	<b>Valor (%)</b>
CaO	44.4
MgO	1.5
SiO <sub>2</sub>	17.7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.1
SO <sub>3</sub>	2.2
K <sub>2</sub> O	0.3
Cl	0.1
TiO <sub>2</sub>	0.5
H <sub>2</sub> O	14.2
CO <sub>2</sub>	10.3

Nota. Adaptado de Keppert et al. (2021, p. 4)

### **Tipos de residuos de concreto premezclado**

En la práctica, las plantas de hormigón premezclado generan diferentes tipos de residuos, incluidos residuos de hormigón fresco, áridos recuperados, aguas residuales y residuos de lechada de hormigón (CSW). En el proceso de producción de este último, los sólidos suspendidos en las aguas residuales se depositan en la

fosa de sedimentación de las plantas dosificadoras de concreto, donde los desechos de concreto fresco pedidos en exceso o no requeridos se lavan para recuperar los agregados y los camiones de concreto (Xuan et al., 2016, p. 4), como se muestra en la figura 4.



*Figura 4.* Generación de residuos de concreto premezclado en una planta de concreto  
Fuente. Xuan et al. (2016, p. 4)

## **Suelo**

Es el conglomerado de sólidos tanto minerales, líquidos y aire, como materia orgánica, que se encuentran a lo largo de toda la superficie del planeta tierra, para su estudio se compone de horizontes o estratos que se caracterizan por conformarse por pérdidas, adiciones, cambios de energía de materia y energía, estas poseen la capacidad de soportar cargas, asimismo sirve para sustentar edificaciones, plantas, vías (Schoonover y Crim, 2015, p. 21).

## **Formación de los suelos**

Los suelos no solo forman la capa exterior muy delgada de la corteza terrestre que es aprovechada por las raíces de las plantas para el anclaje y el suministro de agua y nutrientes. Los suelos son cuerpos naturales complejos formados bajo la influencia de plantas, microorganismos y animales del suelo, agua y aire a partir de su material original, es decir, roca sólida o sedimentos no consolidados. Física, química y mineralógicamente, por lo general difieren mucho del material original y normalmente son mucho más adecuados como medio de enraizamiento para las plantas y para el soporte de algunas estructuras (Schoonover y Crim, 2015, p. 24).

## **Arcillas**

En la ciencia del suelo, el término arcilla se refiere a todas las partículas de menos de 2  $\mu\text{m}$  de diámetro. Por lo tanto, incluye capas de silicatos, óxidos y otros minerales. Las arcillas son la fuente de muchas de las propiedades químicas y físicas de los suelos que las convierten en un medio útil para el crecimiento de las plantas y para usos menos comunes, como un medio para la eliminación de desechos. Las arcillas agregan gran parte de la diversidad que se encuentra en los suelos. Los minerales de las arcillas del suelo con frecuencia difieren de sus contrapartes en los depósitos. Además, el comportamiento de las arcillas del suelo está influenciado por los minerales asociados en las fracciones más gruesas (Tournassat et al., 2015, p. 6).

## **Limos**

En petrología sedimentaria y mecánica de suelos, el limo se define como un material particulado en el rango de tamaño de 20 a 60  $\mu\text{m}$ . En los suelos y sedimentos naturales, la mayor parte del limo es cuarzo, y se encuentran grandes cantidades en los depósitos de loess, donde el tamaño de las partículas suele ser de alrededor de 20 a 30  $\mu\text{m}$ . Uno de los problemas persistentes relacionados con estas partículas naturales es cómo se forman las partículas de limo de cuarzo (Sun, Xiao y Sun, 2018, p. 2).

## **Clasificación de suelos**

Las características y propiedades del suelo son importantes para la vida diaria humana. Una variedad de disciplinas (geología, agricultura, ingeniería, etc.) requieren una categorización sistemática del suelo, detallando sus propiedades físicas. Debido a diferentes intereses, se han desarrollado numerosos sistemas de clasificación de suelos en todo el mundo. Muchos científicos del suelo comparten el objetivo de desarrollar un sistema universalmente entendido y aceptado. Además, sería ventajoso unir las bases de datos de suelos disponibles y crear una base de datos de suelos global. Existen muchas bases de datos de suelos en todo el mundo; la mayoría de ellos utilizan diferentes sistemas de clasificación de suelos (García y Frankenstein, 2015, p. 1).

## **Sistema unificado de clasificación de suelos**

El sistema de clasificación de suelos más utilizado entre los ingenieros es el SUCS. Fue desarrollado originalmente por Casagrande (1948) para su uso en los trabajos de construcción de aeródromos realizados por el Cuerpo de Ingenieros del ejército de los Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial. En cooperación con la Oficina de Recuperación. Los criterios en su forma actual no discriminan entre suelos que contienen diferentes cantidades de materia orgánica, y no se requieren niveles específicos de carbono (García y Frankenstein, 2015, p. 12).

## **Clasificación ASSHTO**

Según García y Frankenstein (2015, p. 10) el sistema AASHTO se desarrolló en 1929 como el sistema de clasificación de la Administración de Caminos Públicos. Ha sido objeto de varias revisiones, con la versión actual propuesta por el Comité de clasificación de materiales para subrasantes y caminos de tipo granular de la Junta de investigación de carreteras en 1945 (designación ASTM D-3282; método AASHTO M145).

## **Granulometría**

El tamaño es una propiedad fundamental de las partículas de sedimento. Afecta a su arrastre, transporte y deposición y, por lo tanto, proporciona pistas importantes sobre la procedencia de los sedimentos, el historial de transporte y las condiciones de depósito, el análisis del tamaño de partículas ofrece un medio potencialmente útil para caracterizar suelos y sedimentos con fines de comparación e interpretación. Las diversas técnicas empleadas en la determinación del tamaño de las partículas incluyen la medición directa, el tamizado en seco y en húmedo, el análisis del tubo de sedimentación, el análisis con pipetas y la medición mediante granulómetro láser, Sedigraph de rayos X y contador Coulter (Rzasa y Owczarzak, 2013, p. 14).

## **Límites de consistencia**

La consistencia del suelo es una medida de la respuesta del suelo a la presión aplicada a varios contenidos de humedad. En otras palabras, ¿qué tan bien se mantiene unido el suelo cuando se le aplica estrés? La consistencia del suelo se

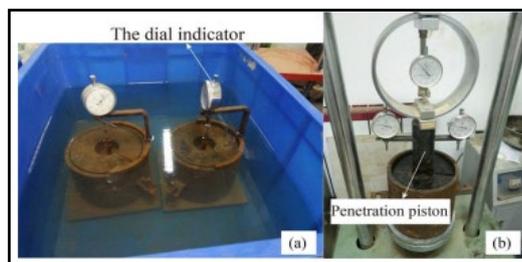
mide por separado para suelos secos, húmedos y mojados porque el contenido de humedad afecta la forma en que un suelo responde a la presión. En el campo, la consistencia del suelo se mide probando la facilidad con la que se tritura el suelo entre el pulgar y el índice, o bajo los pies. Además, los términos pegajosidad y plasticidad se utilizan a menudo para describir la consistencia húmeda (Hernández, Figueroa y Martínez, 2019, p. 15).

### **Densidad seca máxima**

La compactación del suelo es el proceso en el que un esfuerzo de compactación externo aplicado al suelo provoca su densificación. La compactación aumenta la densidad del suelo, aumentando así su resistencia al corte, estabilidad y capacidad de carga. El grado de compactación requerido se mide en términos de la densidad seca del suelo, que es máxima con la humedad óptima. El tipo de suelo, su distribución granulométrica, índice de propiedades y gravedad específica influye en gran medida en la densidad seca máxima. La prueba de compactación de Proctor es la prueba más utilizada para determinar la densidad seca máxima del suelo (Anjita, Christy y Sowmya, 2017, p. 550).

### **Capacidad de soporte**

De todos los métodos de diseño de pavimentos, el método de relación de carga de California (CBR) se ha encontrado como el medio más confiable para evaluar la resistencia de la subrasante (capacidad de carga del suelo) y los materiales de construcción y, por lo tanto, estimar el espesor requerido del pavimento. Es una prueba de penetración destinada a la evaluación de la resistencia de la subrasante para caminos y pavimentos (Roy, 2016, p. 80). Donde las muestras son sumergidas y se les aplica una carga como se detalla en figura 5.

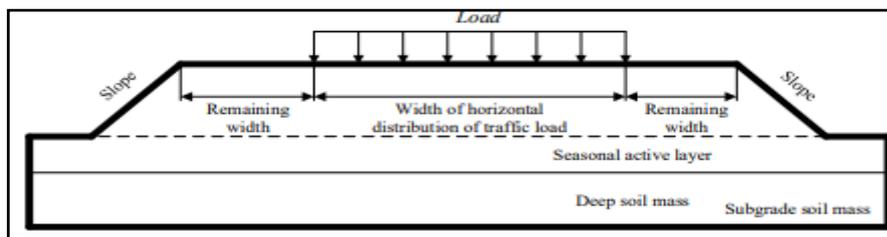


*Figura 5.* Ensayo de capacidad de soporte

Fuente. Li, Kong y Liu (2020, p. 5)

## Subrasante

La subrasante es el cuerpo principal de ingeniería de autopistas que se encuentra bajo la acción del peso de sí mismo y del pavimento y la carga del tráfico como se muestra en la figura 6. Una buena subrasante tiene importancia para mejorar el índice de calidad de conducción y prolongar la vida útil. Debido a que la subrasante pertenece al trabajo oculto, la calidad generalmente se despreciaba, por lo que aparecieron una serie de fallas en el lecho de la carretera y causaron un gran daño al funcionamiento de la autopista (Zeng et al., 2013, p. 1737).



*Figura 6.* La distribución de la carga de tráfico que actúa sobre la subrasante.  
Fuente. Cheng, Shi y Zu (2020, p. 182)

## Estabilización de subrasante

La estabilización de suelos es una de las alternativas más adecuadas y ampliamente utilizadas en la construcción de pavimentos. El rendimiento a largo plazo de una estructura de pavimento depende en gran medida de la estabilidad de la base del suelo subyacente. Un requisito de rigidez mínima aceptable para la subrasante del pavimento a menudo se especifica en el diseño y la construcción del pavimento. Durante la construcción, se utilizan métodos mecánicos como el laminado para mejorar la estabilidad como se muestra en la figura 7, cuando se encuentran suelos dudosos, generalmente se emplea la remoción y el reemplazo con mejores materiales (Kumar y Biradar, 2014, p. 409).



*Figura 7.* Estabilización de subrasante.

Fuente. <https://bit.ly/3x22WmK>

### **Estabilización mecánica**

La estabilización mecánica produce por compactación un entrecruzamiento de partículas de agregados del suelo. La clasificación de la mezcla de suelo y agregados debe ser tal que se produzca una masa densa cuando se compacta. La estabilización mecánica se puede lograr mezclando uniformemente el material y luego compactando la mezcla. Como alternativa, se pueden mezclar finos o agregados adicionales antes de la compactación para formar una mezcla de suelo-agregado uniforme, bien graduada y densa después de la compactación (Afrin, 2017, p. 5).

### **Estabilización química**

Las mezclas químicas se utilizan a menudo para estabilizar suelos cuando los métodos mecánicos de estabilización son inadecuados y no es posible reemplazar un suelo indeseable con un suelo deseable o es demasiado costoso. Generalmente se realiza con polímeros, cal, cemento, etc., (Afrin, 2017, p. 5).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Método de investigación**

De acuerdo a Bernal (2010, p. 60) el método hipotético deductivo hace referencia a los procedimientos que inician con afirmaciones en calidad de hipótesis, con lo que se busca dar validez o rechazar la hipótesis, se denomina también deductivo porque se deduce de la validez o rechazo de las hipótesis, las conclusiones que se deben contrastar con los hechos.

En la presente investigación se usó el método hipotético deductivo, debido a que se plantearon hipótesis sobre el mejoramiento de la estabilización de la subrasante con la adición de residuos de concreto premezclado, y deductivo debido a que con la medición de los indicadores se dio respuesta a la pregunta general.

##### **Tipo de investigación**

Lozada (2016, p. 35) señala que los estudios de tipo aplicada, en la comunidad científica, son aquellas en las que se realizan procedimientos para transformar un conocimiento teórico puro en un conocimiento útil y práctico para la comunidad científica y el mundo en general (p. 144).

Para esta investigación se empleó la investigación aplicada, ya que primero se hizo la recopilación y revisión de bibliografía para luego ponerlas en práctica y dar una alternativa de solución para el reciclaje del concreto premezclado y estabilizar subrasantes mejorando sus propiedades físicas y mecánicas.

##### **Diseño de investigación**

Sánchez, Reyes y Mejía (2018, p. 55) indican que el diseño cuasi-experimental es un plan de trabajo que posee la finalidad de evaluar los efectos de un tratamiento o procedimientos de cambio, en el cual la muestra no fue escogida de forma aleatoria.

El diseño de este estudio es cuasi-experimental, pues se efectuó la manipulación de la variable residuos de concreto premezclado en porcentajes de 5%, 10% y 20%,

y se analizó su comportamiento sobre la estabilización de subrasante, donde la muestra no fue elegida de manera aleatoria.

GE <sub>3</sub>	→ X <sub>3</sub>	→ O <sub>4</sub>
GE <sub>2</sub>	→ X <sub>2</sub>	→ O <sub>3</sub>
GE <sub>1</sub>	→ X <sub>1</sub>	→ O <sub>2</sub>
GC	--	→ O <sub>1</sub>

DÓNDE:

GE: Grupos experimentales

GC: Suelo patrón

X<sub>1</sub> : Incorporación de 5% de residuos de concreto premezclado.

X<sub>2</sub> : Incorporación de 10% de residuos de concreto premezclado.

X<sub>3</sub> : Incorporación de 20% de residuos de concreto premezclado.

O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y O<sub>4</sub>: Medición de indicadores de la variable estabilidad de subrasante.

### **Enfoque de investigación**

Arias (2012, p. 104), señala que los estudios de enfoque cuantitativo usan el análisis y el recaudamiento de datos para dar respuesta a la pregunta de investigación y dar validez a la hipótesis planteada, donde los indicadores poseen una unidad de medición pre establecida.

Este proyecto de investigación posee un enfoque cuantitativo, puesto que los indicadores planteados poseen unidad de medida, y sus valores fueron determinantes para dar respuesta a la pregunta de investigación y contrastar las hipótesis planteadas.

### **Nivel de investigación**

Para Ñaupas et al. (2018, p. 135) las investigaciones explicativas poseen como objetivo dar respuesta a fenómenos y hechos con el establecimiento de la relación causa efecto, mediante una prueba de hipótesis.

Este estudio es de nivel explicativo debido a que se estudió la relación de causa efecto de la variable independiente (residuos de concreto premezclado) sobre la variable dependiente (estabilidad de subrasante).

### **3.2. Variables y operacionalización**

**Variable independiente:** Residuos de concreto premezclado

**Definición Conceptual:** Las plantas de hormigón premezclado generan diferentes tipos de residuos, incluidos residuos de hormigón fresco, áridos recuperados, aguas residuales y residuos de lechada de hormigón (CSW). En el proceso de producción de este último, los sólidos suspendidos en las aguas residuales se depositan en la fosa de sedimentación de las plantas dosificadoras de concreto, donde los desechos de concreto fresco pedidos en exceso o no requeridos se lavan para recuperar los agregados y los camiones de concreto (Xuan et al., 2016, p. 4),.

**Definición Operacional:** Para la clasificación y caracterización de los residuos de concreto premezclado se realizan los ensayos de granulometría para caracterizar su tamaño y límites de Atterberg para determinar su consistencia, asimismo para la determinación de sus efectos se emplearán adiciones de 5%, 10% y 20%.

**Variable dependiente:** Estabilidad de subrasante

**Definición Conceptual:** La estabilización de suelos es una de las alternativas más adecuadas y ampliamente utilizadas en la construcción de pavimentos. El rendimiento a largo plazo de una estructura de pavimento depende en gran medida de la estabilidad de la base del suelo subyacente. Un requisito de rigidez mínima aceptable para la subrasante del pavimento a menudo se especifica en el diseño y la construcción del pavimento (Kumar y Biradar, 2014, p. 409).

**Definición Operacional:** Para determinar si una subrasante es estabilizada se realizan ensayos de laboratorio, para el presente estudio la variable estabilización de subrasante será medida a través de sus dimensiones: índice de plasticidad, densidad seca máxima y capacidad de soporte CBR, donde sus valores fueron medidos mediante fichas de observación para cada una de las dimensiones.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Según Arias, Villasís y Miranda (2016, p. 201), se define como población de estudio al conglomerado de personas u objetos de estudio, delimitados de donde se tomará la muestra de estudio, el cual cumplirá todos los requerimientos establecidos por el investigador.

En este estudio la población está conformado por los suelos de las vías vecinales del distrito de San Miguel.

#### **Criterios de inclusión**

De acuerdo a lo indicado por Otzen y Manterola (2017) los criterios de inclusión corresponden a aquellas características limitantes de los sujetos u objetos que componen la población en estudio (p. 228).

En este estudio la población estuvo compuesta por la avenida Triunfo que es una de las principales vías que conecta con la zona comercial del distrito de Juliaca.

#### **Criterios de exclusión**

De acuerdo a lo indicado por Otzen y Manterola (2017) los criterios de exclusión son aquellas características de los objetos o sujetos de estudio que puedan afectar a la calidad de la recaudación de los datos o en la interpretación de los mismos (p. 228).

Para la presente investigación se excluyó los suelos que no se encuentren dentro del ámbito de jurisdicción del distrito de San Miguel.

#### **Muestra**

Para Robles, 2019 (p. 245), se conceptualiza como muestra al subconjunto de las unidades de una población, que es una porción o parte de la población de interés.

En este estudio se consideró como muestra a la avenida Triunfo, donde se realizó el sondeo de los suelos mediante la excavación de 3 calicatas, para la obtención de las muestras.

## **Muestreo**

De acuerdo con Hernández (2021), menciona que el muestreo no probabilístico hace uso de métodos y técnicas, es decir no se toma la muestra al azar, por lo cual, no se conoce la probabilidad que tendrá cada individuo u objeto de ser parte de la muestra.

En este estudio se hizo uso del muestreo no probabilístico y a conveniencia de los investigadores.

## **Unidad de análisis**

Según Azcona, Manzini y Dorati (2013), conceptualiza a la unidad de análisis al tipo de objeto del cual se desprenden las entidades que van a investigarse.

En este estudio la unidad de análisis estuvo conformada por las muestras de suelo extraída de las tres calicatas en la avenida Triunfo del distrito de San Miguel.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos**

La técnica de observación es la evaluación realizada por el investigador a través del uso de los cinco sentidos, donde observa el comportamiento significativo, donde se toman en cuenta el lugar donde se desarrolla el estudio y el tiempo en el que se ejecuta el estudio, de acuerdo a los requerimientos establecidos por el investigador (Luz, Mendoza y Avila, 2020, p. 52).

En este estudio se hizo uso de la técnica de la observación directa a través de los ensayos de laboratorio con el cual se determinó si se dieron respuesta a las preguntas de investigación.

#### **Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos usados para la recaudación de datos en un estudio deben otorgar confianza, ser objetivo y deben de estar debidamente validados, si alguno de estos requerimientos no son cumplidos, el instrumentos no será útil y los resultados no se podrían considerar legítimos (Luz, Mendoza y Avila, 2020, p. 52).

Los instrumentos usados para el presente estudio son:

- Ficha observación para el indicador granulometría
- Ficha observación para los indicadores Límite Líquido, Límite plástico e índice de plasticidad.
- Ficha de observación para los indicadores de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.
- Ficha de observación para el indicador Californian Bearing Ratio.

Los cuáles fueron confiables, debido a que fueron obtenidos de fuentes confiables y objetivos, y fueron sometidos a juicio para corroborar su validez, los instrumentos que se utilizaron fueron fichas de observación de ensayos de laboratorio.

## **Validez y confiabilidad**

### **Validez**

Este es el grado de congruencia con el cual un instrumento realiza la medición de la variable, así mismo refleja la buena correlación en las mediciones realizados en distintas etapas de la investigación por lo que estas mediciones no difieren significativamente. (Skjong y Wentworth, 2014, p. 537).

Es por ello, que los instrumentos que se utilizaron fueron sometidos a un juicio de expertos, los cuales fueron desarrollados por profesionales y especialistas a cada una de las fichas de observación necesarias para el estudio (Fichas de Recolección de Datos para los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR).

Para la validación de los instrumentos de este estudio se realizó un juicio de expertos.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad se relaciona con la consistencia de una medida. Un participante que completa un instrumento destinado a medir la motivación debe tener aproximadamente las mismas respuestas cada vez que se completa la prueba. Los rangos de confiabilidad se hallan en la tabla 2. Aunque no es posible dar un cálculo exacto de la fiabilidad (Heale y Twycross, 2015, p. 66).

**Tabla 2. Magnitudes y rango de la confiabilidad**

Rango	Magnitud
0 – 0.5	Inaceptable
0.5 – 0.6	Pobre
0.6 – 0.7	Débil
0.7 – 0.8	Aceptable
0.8 – 0.9	Bueno
0.9 - 1	Excelente

Nota: Tomado de Santos (2017)

Para la verificar la confiabilidad de los instrumentos empleados en el presente estudio se efectuó la prueba de fiabilidad de alfa de Cronbach el cual se detalla en la tabla 3.

**Tabla 3. Datos de confiabilidad obtenidos**

Objetos	Ítems								Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3	4	4	3	3	4	4	3	28
2	5	3	4	4	4	4	4	4	32
3	3	5	5	5	5	5	5	5	38
Varianza	0.889	0.667	0.222	0.667	0.667	0.222	0.222	0.667	
∑Varianzas	4.222222222								
Varianza ∑ ítems	16.888888889								

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[ 1 - \frac{\sum S_1^2}{S_T^2} \right]$$

DÓNDE:

K : Cantidad de ítems

$\sum S_1^2$  : Sumatoria de varianzas individuales

$S_T^2$  : Varianza total

$\alpha$  : Coeficiente de Alpha de Cronbach

Operando los datos se obtiene:

$$K = 8$$

$$\sum S_1^2 = 4.222222222$$

$$S_T^2 = 16.888888889$$

$$\alpha = 0.857143$$

Luego de haber realizado el cálculo correspondiente, el valor de alfa de Cronbach es de 0.857143 que, de acuerdo a los parámetros, se deduce que los instrumentos empleados en el presente estudio poseen una confiabilidad categorizada como bueno.

### 3.5. Procedimientos

En este acápite se describen los procesos que se realizaron para el cumplimiento de los objetivos planteados en este estudio, los cuales se desarrollaron en diferentes etapas.

#### Etapa de campo:

En primer lugar, se efectuó la visita al tramo de estudio como se aprecia en la figura 8, el que se encuentra finalizando la vía pavimentada de la avenida Triunfo, donde se realizó la excavación de 3 calicatas para la extracción de las muestras de acuerdo a las indicaciones establecidas por la norma técnica peruana CE 0.10 de pavimentos urbanos que indica que la exploración de suelos en vías colectoras se realiza cada 1500 metros cuadrados.



*Figura 8.* Visita tramo de estudio

Fuente. Toma propia

Luego se hizo la visita a los vertederos de residuos de concreto premezclado que se encuentran a las afueras del distrito de Caracoto de donde se consiguieron los

residuos de concreto premezclado, estos fueron seleccionados debidamente teniendo en cuenta que no presenten material contaminante o sustancias peligrosas. Los cuáles fueron debidamente almacenados y transportados hacia el laboratorio como se detalla en la figura 9.



*Figura 9.* Residuos de concreto premezclado

Fuente. Toma propia

#### **Etapa de laboratorio:**

Una vez efectuada con la recopilación de los residuos de concreto premezclado y suelo proveniente de las calicatas, se realizó la debida caracterización de estos materiales mediante los ensayos de granulometría y límites de consistencia.

Para el ensayo de granulometría en primer lugar se cuarteó la muestra de suelo, posteriormente se realizó el lavado de las partículas de suelo a través del tamiz N° 200, una vez desarrollado el lavado, la muestra fue secada en el horno a una temperatura de 110°C, una vez seco se realizó el tamizado desde el tamiz más grande hacia el más pequeño, mediante movimientos circulares, una vez culminado se desarrolló el pesado del suelo retenido en cada una de las mallas como se observa en la figura 10.



*Figura 10.* Ensayo de granulometría.

Fuente. Toma propia

Para el ensayo de límites de consistencia, se empezó realizando el ensayo de límite líquido para el cual se usó la cuchara de Casagrande y el método del multipunto, primeramente se humedeció la muestra con agua destilada, posterior a esto con la espátula se colocó el suelo humedecido sobre la cuchara de Casagrande y con la ayuda de un acanalador se procedió a dividir la muestra por la mitad, se procedió con la ayuda del pedal a golpear la taza sobre la base a una velocidad aproximada de 2.1 golpes por segundo como se ve en la figura 11, este procedimiento se repitió hasta conseguir que la abertura se cierre entre 25 a 35, 20 a 30 y 15 a 25 golpes.



*Figura 11.* Ensayo de límite líquido.

Fuente. Toma propia

Para el ensayo de límite plástico se tomó el suelo sobrante del ensayo de límite líquido, con el cual se formó una esfera de barro, el cual cuando cayó sobre la base no se desmorone, con este suelo se elaboraron bastoncitos de 3mm de espesor hasta que presentaron fisuras transversales, fueron trasladados hacia el horno para posteriormente calcular el contenido de humedad como se visualiza en la figura 12.



*Figura 12.* Ensayo de límite plástico.

Fuente. Toma propia

Mientras que para el ensayo de Proctor modificado, con los datos de granulometría se eligió el método a usar, se tomó 2500 gramos de suelo los cuales fueron humedecidos con agua destilada en diferentes porcentajes separados por un intervalo de 2%, se separó la mezcla en 5 proporciones iguales y fueron colocados sobre el molde de Proctor en 5 capas y compactadas con 56 golpes cada capa, posteriormente se quitó el collarín del molde y se enrazó, se pesó en la balanza electrónica y se extrajo una muestra de la parte media del molde para hallar el contenido de humedad como se detalla en la figura 13.



*Figura 13.* Ensayo de Proctor modificado.

Fuente. Toma propia

Para cuantificar la capacidad portante del terreno natural, se realizó el ensayo de California Bearing Ratio, como se aprecia en la figura 14, donde primero, se seleccionó el material pasante del tamiz número  $\frac{3}{4}$ ", con el cual se logró alcanzar el CHO determinado dentro del ensayo de Proctor Modificado, posteriormente se dividió la muestra en 5 partes iguales para así seguidamente realizar la

compactación de cada capa, una vez realizado el respectivo procedimiento se retiró el collarín y así mismo se enrazo la muestra, en el caso de que se dispongan pequeño lugares en donde falte el material se rellenó con el material sobrante con un martillo de goma, para seguidamente emplear el papel filtro sobre la superficie, luego se invirtió y dispuso la muestra compactada sobre discos metálicos, estos instrumentos simulan las capas superiores del pavimento.

Segundo, las muestras compactadas se sumergieron en un estanque de agua en un periodo de 96 horas, así mismo en la parte superficial de las muestras se incorpora el dial con el fin de determinar la expansión, antes de sumergir la muestra y posteriormente de realizar la saturación del material en el periodo realizado.

Tercero, al transcurrir el periodo de los 4 días, se dejó circular el agua sobrante del molde durante un periodo de 15 minutos fuera del estanque de agua, seguidamente se procedió a retirar los discos empleados para simular las capas superiores del pavimento, para pesarlo y ser llevado al equipo CBR, al disponer el material dentro del equipo se empleó una sobrecarga de 5 kg, con el fin de fijar el pistón, posteriormente se emplearon las agujas de los diales los cuales se pondrán en 0, el paso final es de efectuar el ensayo de CBR mediante una carga aplicada a través de la prensa, la oscilación de velocidad del ensayo debe situarse a 1.27 mm/min, las cuales fueron apuntadas dentro de los formatos respectivos del ensayo.



*Figura 14.* Ensayo de CBR

Fuente. Toma propia

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para la evaluación de los datos se usó el estadístico inferencial, para lo cual se determinó si los datos de los indicadores contaban con una distribución normal,

como los datos contaban con una distribución normal se usó la prueba paramétrica análisis de varianza ya que se contaban con una cantidad mayor a dos grupos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 61).

El método de análisis que se empleó en el informe de investigación es el estadístico inferencial, debido a que los datos contaron con una distribución normal, por lo que se escogió la prueba paramétrica análisis de varianza también denominada (ANOVA) debido a que la investigación contara con un grupo control y tres experimentales.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según a lo establecido en la resolución aprobada por el consejo universitario N° 0126-2017 el presente estudio cumplió todo lo estipulado en los lineamientos detallados en esta resolución como el rigor científico, la honestidad, competitividad científica y personal, de la misma manera fue sometido al software antiplagio Turnitin, todos los autores de artículos de revista, libros y tesis fueron debidamente citados de acuerdo al ISO-690, el presente estudio cumple todos los parámetros exigidos por la Universidad César Vallejo.

La ética de la investigación científica, se descentraliza en los sucesos realizados con la baja conducta humana, las cuales reflejan en la vida cotidiana. Esto también se refleja en el ámbito y campo de la investigación académica. Lo que quiere decir que el objetivo fundamental dentro de la ética de las investigaciones de carácter científico es delimitar y definir de forma exacta cuando se halla una mala conducta que puede manchar los resultados finales del estudio.

## IV. RESULTADOS

### Suelo natural

Para demostrar el efecto de los residuos de concreto premezclado en las características físicas y mecánicas de la subrasante se realizó 3 calicatas las cuales fueron evaluadas a través de los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, los cuales se presentan en las tablas 4, 5 y 6.

### Calicata 1

**Tabla 4.** *Ensayos desarrollados en la calicata 1*

Ensayos		
Límites de Atterberg	Limite liquido	46.50%
	Limite plástico	33.60%
	Índice de plasticidad	12.90%
Clasificación de suelos	SUCS	A-7-5
	AASHTO	ML
Proctor Modificado	Optimo contenido de humedad	13.30%
	Máxima densidad seca	1.860 g/cm <sup>3</sup>
California Bearing Ratio		4.24%

Fuente. Elaboración propia

### Calicata 2

**Tabla 5.** *Ensayos desarrollados en la calicata 2*

Ensayos		
Contenido de humedad		
Límites de Atterberg	Limite liquido	45.00
	Limite plástico	32.30
	Índice de plasticidad	12.70
Clasificación de suelos	SUCS	A-7-5
	AASHTO	ML
Proctor Modificado	Optimo contenido de humedad	12.79%
	Máxima densidad seca	1.920 g/cm <sup>3</sup>
California Bearing Ratio		4.21%

Fuente. Elaboración propia

### Calicata 3

**Tabla 6.** Ensayos desarrollados en la calicata 3

Ensayos		
Límites de Atterberg	Límite líquido	24.00
	Límite plástico	13.80
	Índice de plasticidad	10.20
Clasificación de suelos	SUCS	A-4
	AASHTO	CL
Proctor Modificado	Óptimo contenido de humedad	11.36%
	Máxima densidad seca	1.790 g/cm <sup>3</sup>
California Bearing Ratio		4.22%

Fuente. Elaboración propia

### Índice de plasticidad

**Tabla 7.** Límites de Atterberg con y sin incorporación de RCP

Ítem	Descripción	Progresiva	LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	Terreno natural C-1	0+000	46.50	33.60	12.90
2	Terreno natural C-2	0+500	45.00	32.30	12.70
3	Terreno natural C-3	1+000	24.00	13.80	10.20
<b>PROMEDIO</b>			<b>38.50</b>	<b>26.57</b>	<b>11.93</b>
4	Terreno natural + 5% RCP C-1	0+000	44.20	32.70	11.50
5	Terreno natural + 5% RCP C-2	0+500	43.00	31.60	11.40
6	Terreno natural + 5% RCP C-3	1+000	21.90	12.60	9.30
<b>PROMEDIO</b>			<b>36.37</b>	<b>25.63</b>	<b>10.73</b>
7	Terreno natural + 10% RCP C-1	0+000	41.40	31.70	9.70
8	Terreno natural + 10% RCP C-2	0+500	39.70	30.50	9.20
9	Terreno natural + 10% RCP C-3	1+000	19.60	11.40	8.20
<b>PROMEDIO</b>			<b>33.57</b>	<b>24.53</b>	<b>9.03</b>
10	Terreno natural + 20% RCP C-1	0+000	36.90	29.40	7.50
11	Terreno natural + 20% RCP C-2	0+500	37.50	30.10	7.40
12	Terreno natural + 20% RCP C-3	1+000	18.10	10.90	7.20
<b>PROMEDIO</b>			<b>30.83</b>	<b>23.47</b>	<b>7.37</b>

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a los datos visualizados en la tabla 7, se puede apreciar que el terreno natural cuenta con un índice de plasticidad natural (IP) del 11.92%, el cual de acuerdo a la clasificación de suelos según el índice de plasticidad del manual de carreteras geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14, se categoriza como un suelo de plasticidad media ya que se encuentra entre los siguientes valores de  $IP \leq 20$  A  $IP > 7$ . Sin embargo al realizar incorporaciones de residuos de concreto premezclado en proporciones de 5%, 10% y 20% los valores de índice de plasticidad disminuyeron a 10.73%, 9.03% y 7.37% respectivamente. Donde la dosificación que más decreció el índice de plasticidad fue la adición de 20% de residuos de concreto premezclado debido a que redujo esta propiedad en un 38.22%

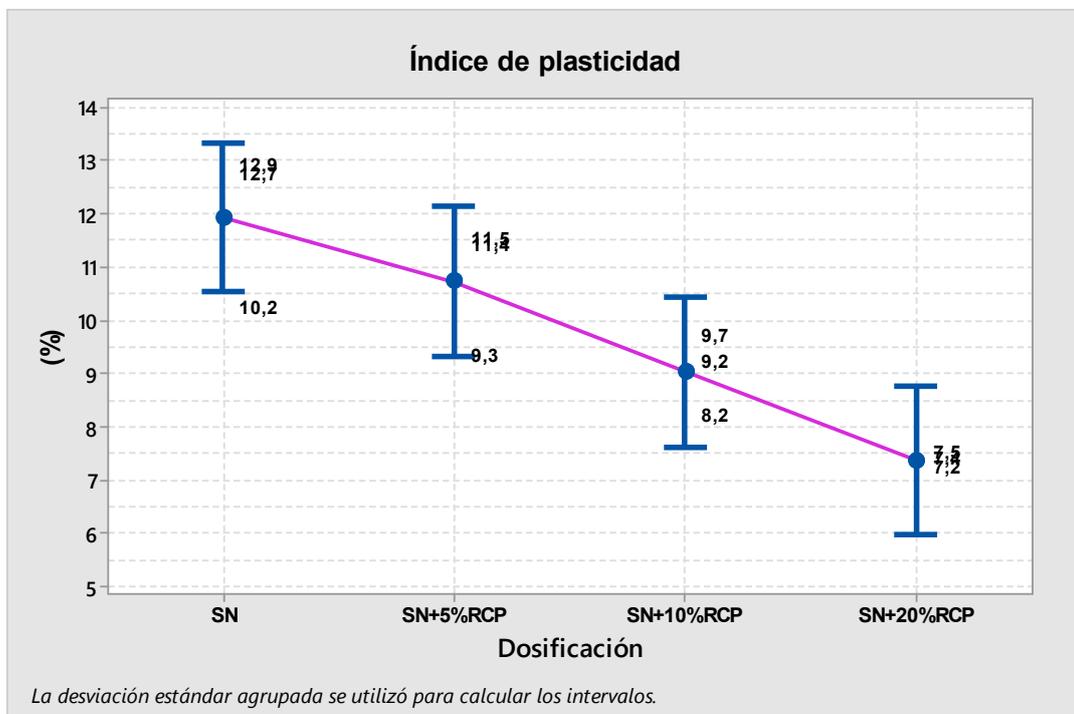


Figura 15. Gráfico de índice de plasticidad

Fuente. Elaboración propia

## Grado de compactación

Tabla 8. Proctor modificado con y sin incorporación de RCP

Ítem	Descripción	Progresiva	CHO (%)	MDS (g/cm <sup>3</sup> )
1	Terreno natural C-1	0+000	13.30	1.860
2	Terreno natural C-2	0+500	12.79	1.920
3	Terreno natural C-3	1+000	11.36	1.790
<b>PROMEDIO</b>			<b>12.48</b>	<b>1.860</b>
4	Terreno natural + 5% RCP C-1	0+000	16.18	1.810
5	Terreno natural + 5% RCP C-2	0+500	16.50	1.840
6	Terreno natural + 5% RCP C-3	1+000	15.35	1.700
<b>PROMEDIO</b>			<b>16.01</b>	<b>1.780</b>
7	Terreno natural + 10% RCP C-1	0+000	19.40	1.780
8	Terreno natural + 10% RCP C-2	0+500	19.50	1.710
9	Terreno natural + 10% RCP C-3	1+000	18.32	1.580
<b>PROMEDIO</b>			<b>19.07</b>	<b>1.690</b>
10	Terreno natural + 20% RCP C-1	0+000	21.25	1.690
11	Terreno natural + 20% RCP C-2	0+500	20.70	1.640
12	Terreno natural + 20% RCP C-3	1+000	20.75	1.490
<b>PROMEDIO</b>			<b>20.90</b>	<b>1.610</b>

Fuente. Elaboración propia

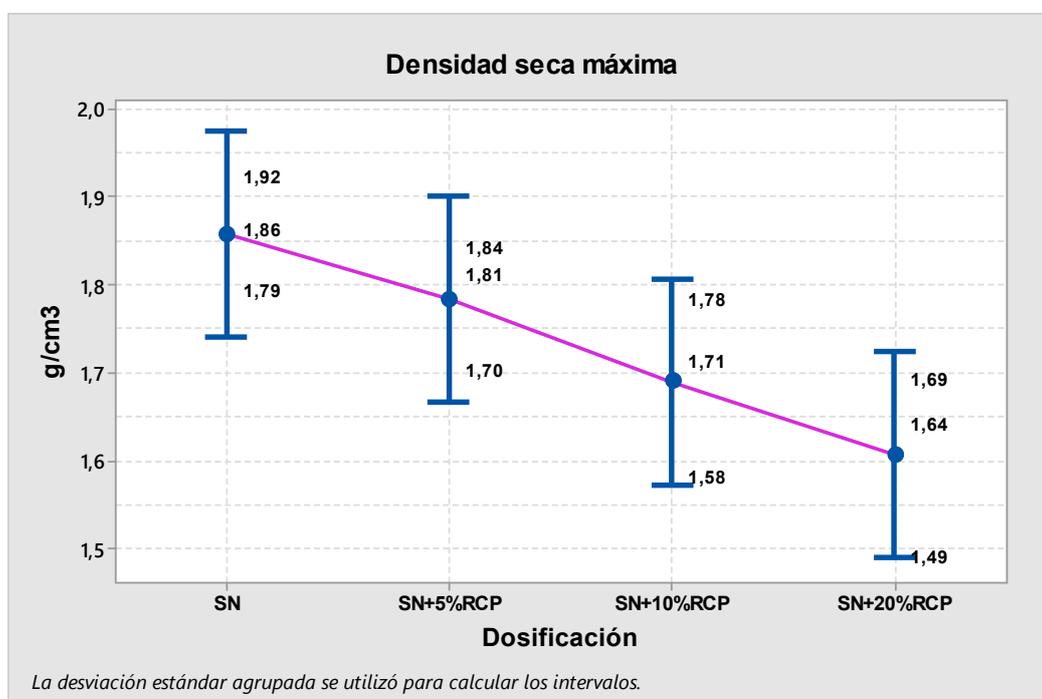


Figura 16. Gráfico de máxima densidad seca

Fuente. Elaboración propia

Según a los valores mostrados en la tabla 8 y figura 16, la densidad seca máxima promedio del terreno natural fue de 1.860 g/cm<sup>3</sup>, mientras que la incorporar dosificaciones de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado, los valores de densidad seca máxima disminuyeron a 1.780 g/cm<sup>3</sup>, 1.690 g/cm<sup>3</sup> y 1.610 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, donde la incorporación de 20% de residuos de concreto premezclado fue la que más decreció este parámetro, debido a que con esta dosificación la densidad seca máxima disminuyó en un 13.44% respecto al grupo patrón, es decir al valor promedio de densidad seca máxima del terreno natural.

### Capacidad de soporte

**Tabla 9.** CBR con y sin incorporación de RCP

Ítem	Descripción	Progresiva	CBR 95%	CBR 100%
1	Terreno natural C-1	0+000	4.24	5.45
2	Terreno natural C-2	0+500	4.21	5.50
3	Terreno natural C-3	1+000	4.22	5.02
<b>PROMEDIO</b>			<b>4.22</b>	<b>5.32</b>
4	Terreno natural + 5% RCP C-1	0+000	6.31	7.46
5	Terreno natural + 5% RCP C-2	0+500	7.06	8.43
6	Terreno natural + 5% RCP C-3	1+000	6.17	7.58
<b>PROMEDIO</b>			<b>6.51</b>	<b>7.82</b>
7	Terreno natural + 10% RCP C-1	0+000	9.19	10.48
8	Terreno natural + 10% RCP C-2	0+500	9.43	10.55
9	Terreno natural + 10% RCP C-3	1+000	9.41	10.69
<b>PROMEDIO</b>			<b>9.34</b>	<b>10.57</b>
10	Terreno natural + 20% RCP C-1	0+000	11.49	12.67
11	Terreno natural + 20% RCP C-2	0+500	12.16	13.60
12	Terreno natural + 20% RCP C-3	1+000	11.10	12.19
<b>PROMEDIO</b>			<b>11.58</b>	<b>12.82</b>

Fuente. Elaboración propia

Según los datos conseguidos del valor de soporte California en la tabla 9 y figura 17, el terreno natural tenía una capacidad de soporte al 95% de la densidad seca máxima promedio de 4.22%, que de acuerdo a la categorización de subrasantes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en clasificada como una subrasante insuficiente, ya que se encuentra entre los siguientes valores de CBR ≥ 3% A CBR < 6%; es decir requiere de un mejoramiento. Por lo cual con las

incorporaciones de distintos porcentajes de residuos de concreto premezclado (5%, 10% y 20%), la capacidad de soporte se incrementó a 6.51%, 9.34% y 11.58% respectivamente, donde la incorporación de residuos de concreto premezclado que más resaltó fue la adición de 20%, debido a que con esta proporción el valor de soporte California se incrementó en un 174.41%. El incremento de estos valores se debería a la presencia y propiedades puzolánicas del cemento, asimismo por las gravillas presentes en los residuos de concreto premezclado.

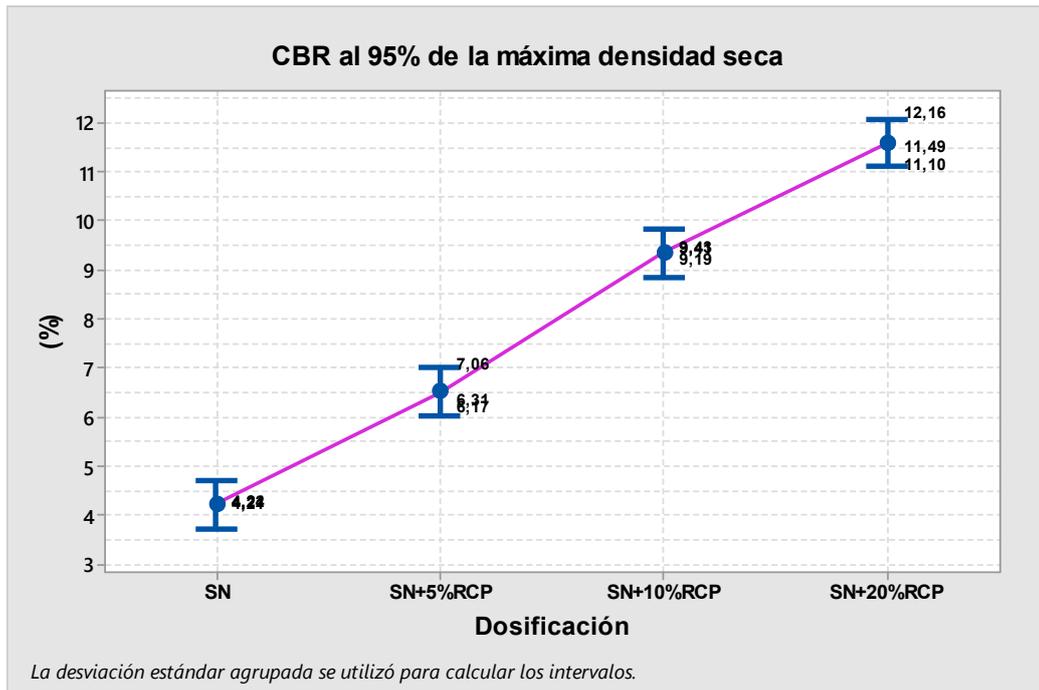


Figura 17. Gráfico de CBR al 95% de la MDS

Fuente. Elaboración propia

## Contrastación de hipótesis

### Índice de plasticidad

Con la finalidad de seleccionar la prueba estadística, se estableció si los datos de índice de plasticidad contaban con una distribución normal mediante el software estadístico Minitab versión 19, el cual se detalla en la figura 18.

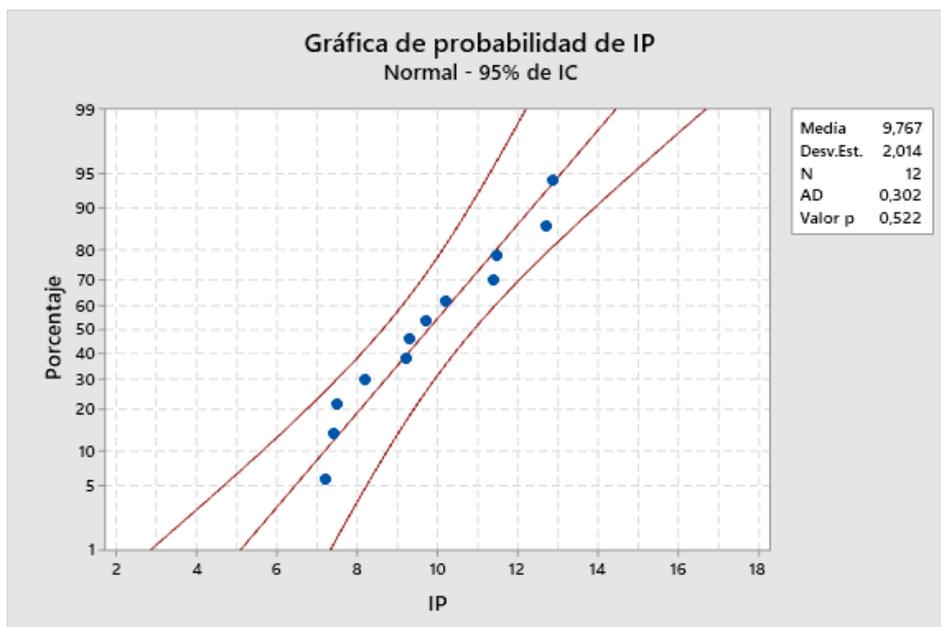


Figura 18. Normalidad de datos del índice de plasticidad

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la figura 18, los resultados de índice de plasticidad muestran una normalidad en sus valores ( $0.522 > 0.05$ ), por lo cual se hizo el empleo de la prueba paramétrica ANOVA.

### Formulación de hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Una proporción adecuada de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado no disminuye la plasticidad de la subrasante en una vía vecinal.

**H<sub>1</sub>:** Una proporción adecuada de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado disminuye la plasticidad de la subrasante en una vía vecinal.

Tabla 10. Prueba paramétrica de ANOVA del índice de plasticidad

Fuente	gl	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosificación	3	35.780	11.927	10.81	0.003
Error	8	8.827	1.103		
Total	11	44.607			

Fuente. Elaborado por el autor

Según a lo mostrado en la tabla 10, se toma como válida la hipótesis alterna es decir que con el empleo de residuos de concreto premezclado influye en el índice de plasticidad del suelo de subrasante.

Para establecer cual dosificación de residuos de concreto premezclado influyó más en el índice de plasticidad, se ejecutó las comparaciones múltiples de Tukey, el cual se encuentra detallado en la tabla 11.

**Tabla 11.** Comparaciones múltiples de Tukey de datos de índice de plasticidad

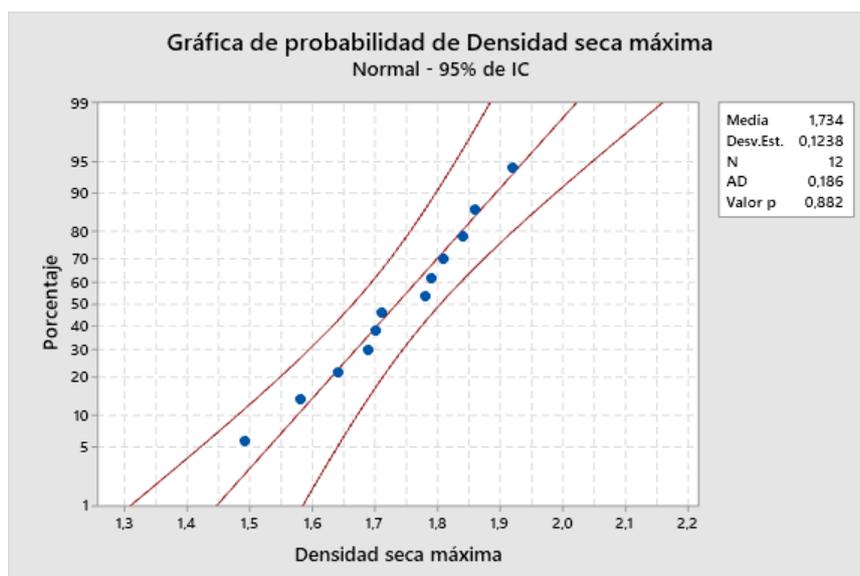
Dosificación	N	Media	Agrupación		
SN	3	11.93	A		
SN+5%RCP	3	10.73	A	B	
SN+10%RCP	3	9.03		B	C
SN+20%RCP	3	7.37			C

Fuente. Elaboración propia

Como es posible observar en la tabla 11, las únicas dosificaciones que influyeron significativamente en el índice de plasticidad, fueron las de SN+10%RCP y SN+20%RCP; debido a que de acuerdo al análisis se encuentran ubicados en una columna distinta en relación al suelo natural.

### Densidad seca máxima

Para la selección del método estadístico a usar, en primer lugar se estableció si los datos de densidad seca máxima poseían una distribución normal, mediante el software estadístico Minitab versión 19, el cual se muestra en la figura 19.



**Figura 19.** Normalidad de datos de densidad seca máxima

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la figura 19, los resultados de densidad seca máxima muestran una normalidad en sus valores ( $0.882 > 0.05$ ), por lo cual se hizo el empleo de la prueba paramétrica ANOVA.

### Formulación de hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Con una proporción establecida de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado la densidad seca máxima no varía significativamente.

**H<sub>1</sub>:** Con una proporción establecida de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado la densidad seca máxima varía significativamente.

**Tabla 12.** Prueba paramétrica de ANOVA de la densidad seca máxima

Fuente	gl	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosificación	3	0.10689	0.035631	4.63	0.037
Error	8	0.06160	0.007700		
Total	11	0.16849			

Fuente. Elaborado por el autor

Según a lo mostrado en la tabla 12, se toma como válida la hipótesis alterna es decir que con el empleo de residuos de concreto premezclado influye en la densidad seca máxima del suelo de subrasante ( $0.037 < 0.05$ ).

Para establecer cual dosificación de residuos de concreto premezclado influyó más en la densidad seca máxima, se ejecutó las comparaciones múltiples de Tukey, cual se encuentra detallado en la tabla 13.

**Tabla 13.** Comparaciones múltiples de Tukey de datos de densidad seca máxima

Dosificación	N	Media	Agrupación	
SN	3	1.8567	A	
SN+5%RCP	3	1.7833	A	B
SN+10%RCP	3	1.6900	A	B
SN+20%RCP	3	1.6067		B

Fuente. Elaboración propia

Como es posible observar en la tabla 13, la única dosificación que influyó en la densidad seca máxima, fue la de SN+20RCP%; debido a que de acuerdo al análisis se encuentra ubicado en una columna distinta en relación al suelo natural.

## CBR al 95% de la máxima densidad seca

Para la selección del método estadístico a usar, en primer lugar se estableció si los datos de valor de soporte California poseían una distribución normal, mediante el software estadístico Minitab versión 19, el cual se muestra en la figura 18.

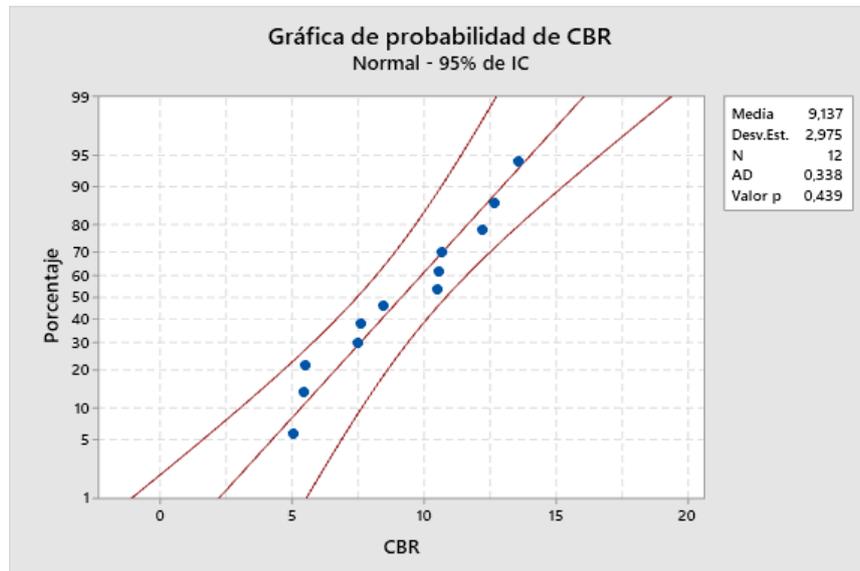


Figura 20. Normalidad de datos de la capacidad de soporte

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la figura 20, los resultados de valor de soporte California muestran una normalidad en sus valores ( $0.439 > 0.05$ ), por lo cual se hizo el empleo de la prueba paramétrica ANOVA.

### Formulación de hipótesis

**H<sub>0</sub>:** Con la adición de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado no se logra incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en una vía vecinal.

**H<sub>1</sub>:** Con la adición de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado se logra incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en una vía vecinal.

**Tabla 14.** Prueba paramétrica de ANOVA de la capacidad de soporte

Fuente	gl	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosificación	3	0.10689	0.035631	4.63	0.037
Error	8	0.06160	0.007700		
Total	11	0.16849			

Fuente. Elaborado por el autor

Según a lo mostrado en la tabla 14, se toma como válida la hipótesis alterna es decir que con el empleo de residuos de concreto premezclado influye en la densidad seca máxima del suelo de subrasante.

Para establecer cual dosificación de residuos de concreto premezclado influyó más en la densidad seca máxima, se ejecutó las comparaciones múltiples de Tukey, cual se encuentra detallado en la tabla 15.

**Tabla 15.** Comparaciones múltiples de Tukey de datos de capacidad de soporte

Dosificación	N	Media	Agrupación			
SN+20%RCP	3	12.820	A			
SN+10%RCP	3	10.5733		B		
SN+5%RCP	3	7.833			C	
SN	3	5.323				D

Fuente. Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 15, los valores promedio del valor de soporte California se ubican en múltiples columnas, pero no en la misma; por lo que se deduce que todas las proporciones de residuos de concreto premezclado en la capacidad de soporte.

## V. DISCUSIÓN

**Discusión 1:** De acuerdo al informe desarrollado por Torres (2021), el cual aplicó concreto reciclado en diferentes cantidades con el fin de realizar el mejoramiento de la capa subrasante, consiguió un valor promedio en el IP natural del 13%, en tanto tras efectuar la aplicación de diferentes cantidades del material reciclado estabilizante (10%, 20% y 30%) de residuos de concreto, se caracterizaron los siguientes valores en función a una relación descendente (11%, 9% y 7%), de acuerdo a cada porcentaje de incorporación.

Por su parte los autores Aracayo y Machaca (2021) quienes aplicaron residuos de concreto proveniente de un pavimento rígido a un material granular de cantera en dosificaciones de 10%, 20% y 30%, contando con un material inalterado con un índice de plasticidad promedio de 5.210%, mientras que el reemplazo de 10%, 20% y 30% de restos de concreto proveniente de un pavimento rígido, obtuvieron los valores de 4.840%, 3.92% y 3.05% respectivamente, logrando reducir significativamente esta propiedad.

Por otro lado, dichos valores guardan la misma tendencia al realizado en el presente informe, debido a que tras realizar los ensayos de los límites de Atterberg, se pudo cuantificar la plasticidad del suelo de subrasante de la avenida Triunfo del distrito de San Miguel, el cual fue de 11.93%, en tanto al realizar la incorporación de diferentes proporciones de residuos de concreto premezclado (5%, 10% y 20%) los valores decrecieron a 10.73%, 9.03% y 7.37% respectivamente.

La diferencia de los valores obtenidos en el informe de investigación desarrollado y los antecedentes es debido a que la caracterización que se realizó con el material estabilizante propuesto es diferentes esto puede darse por los siguientes criterios: (tamaño de partículas, plasticidad, cantidad de incorporación y proveniencia).

Por lo cual se puede definir que la aplicación de los residuos de concreto premezclado, cumplen con el cometido de descender la plasticidad del terreno, debido al material puzolánico, concentración de arenas del material, los cuales lograrían dar una mejor consistencia a la subrasante.

**Discusión 2:** En el informe del autor Nawi et al. (2021), el cual aplicó lodos de hormigón de dosificadora en diferentes cantidades con el fin de realizar el mejoramiento de la capa subrasante, inicialmente cuantificó un valor promedio en la MDS natural de  $1.12 \text{ g/cm}^3$ , en tanto tras efectuar la aplicación de diferentes cantidades del material reciclado estabilizante (5%, 10% y 15%) de lodos de hormigón, se caracterizaron los siguientes valores en función a una relación ascendente ( $1.13 \text{ g/cm}^3$ ,  $1.15 \text{ g/cm}^3$  y  $1.22 \text{ g/cm}^3$ ), de acuerdo a cada porcentaje de incorporación, lo cual generaría un menor empleo de agua para lograr alcanzar un mayor valor de la MDS, así mismo esto se vería flejado en capacidad de compactación del terreno lo cual originaría una mayor reducción de espacios vacíos.

De la misma manera esto se vio reflejado en el informe realizado por Anastasiou et al. (2018), donde se aplicó lodos de concreto en cantidades de 10% y 20%, con el fin de estabilizar la subrasante de suelos cohesivos, por lo cual inicialmente se caracterizó el terreno con un valor en su MDS de  $1.730 \text{ g/cm}^3$ , en tanto al aplicar las dosificaciones propuestas los valores se cuantificaron con  $1.780 \text{ g/cm}^3$  y  $1.810 \text{ g/cm}^3$ .

Estos resultados difieren con este estudio debido a que la densidad seca máxima promedio del terreno natural fue de  $1.860 \text{ g/cm}^3$ , mientras que la incorporar dosificaciones de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado, los valores de densidad seca máxima disminuyeron a  $1.780 \text{ g/cm}^3$ ,  $1.690 \text{ g/cm}^3$  y  $1.610 \text{ g/cm}^3$  respectivamente

La diferencia que se identificó en ambos informes se caracteriza con una relación a la de esta investigación, la variación que existe en cada investigación recae en el % de incorporación del material y los parámetros de aplicación que dan los autores, sin embargo, el objetivo del material empleado prevalece originando un aspecto positivo para la estabilización de las subrasantes. La diferencia de resultados podría deberse que en los estudios el tipo de suelo analizado fueron distintos, asimismo los tamaños máximos de las partículas de residuos de concreto premezclado difirieron en cada uno de los estudios.

**Discusión 3:** En el estudio de Anastasiou et al. (2018), el cual aplicó concreto premezclado reciclado en diferentes cantidades con el fin de realizar el mejoramiento de la capa subrasante, inicialmente cuantifico un valor promedio en el CBR al 95% natural del 5.000%, en tanto tras efectuar la aplicación de diferentes cantidades del material reciclado estabilizante (10% y 20%) de lodos de hormigón, se caracterizaron los siguientes valores en función a una relación ascendente (12% y 33%), de acuerdo a cada porcentaje de incorporación, lo cual originara un mejor comportamiento estructural de la capa de fundación de una vida, ya que el valor mínimo establecido por el ministerio de transportes y comunicaciones es de un CBR mayor igual al 6% la cual se cataloga como una subrasante regular.

De igual forma, esto se apreció en el informe desarrollado por Quispe (2020), quien empleo para su investigación el residuo de concreto con un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ ", extraído de la demolición de elementos estructurales de viviendas, inicialmente el terreno natural se cuantifico con un valor de la capacidad portante del 5.82%, en tan al aplicar la cantidad indicada del 10%, 20% de RC en reemplazo del terreno natural se obtuvieron resultados óptimos siendo estos los siguientes: 10.60% y 15.85%.

Mientras que en este estudio los valores de CBR poseían una tendencia similar a los antecedentes, debido a que el terreno natural tenía una capacidad de soporte al 95% de la densidad seca máxima promedio de 4.22%, que de acuerdo a la categorización de subrasantes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en clasificada como una subrasante insuficiente, ya que se encuentra entre los siguientes valores de  $CBR \geq 3\%$  A  $CBR < 6\%$ ; es decir requiere de un mejoramiento. Por lo cual con las incorporaciones de distintos porcentajes de residuos de concreto premezclado (5%, 10% y 20%), la capacidad de soporte se incrementó a 6.51%, 9.34% y 11.58% respectivamente

**Discusión general:** Posterior a efectuar los ensayos de mecánica de suelos se estableció que la incorporación de residuos de concreto premezclado, incide en la estabilización de subrasante de la Av. Triunfo, ya que los valores de soporte California se elevaron, y los datos de índice de plasticidad tendieron a decrecer, en el que la adición que mejoró más estas propiedades fue la proporción de 20% de residuos de concreto premezclado que consiguió elevar la capacidad de soporte al

95% de la máxima densidad seca de 5.32% a 12.82% y disminuir el índice de plasticidad de 11.93% a 7.37%.

Estos resultados de acuerdo a lo establecido por el Manual de carreteras, en la sección suelos, geología y pavimentos, el suelo estabilizado con 20% de residuos de concreto premezclado es caracterizado como un suelo de subrasante “buena” y de una plasticidad media.

## VI. CONCLUSIONES

Dando respuesta al objetivo principal, se determinó que la adición de residuos de concreto premezclado si influye sobre la estabilización de subrasante de la Av. Triunfo, debido a que se incrementaron los valores de CBR y se redujeron los valores de índice de plasticidad, donde resaltó la aplicación de 20% de residuos de concreto premezclado que logró incrementar la capacidad de soporte al 95% de la máxima densidad seca de 5.32% a 12.82% y reducir la plasticidad de 11.93% a 7.37%.

Como respuesta al objetivo específico 1, se concluye que la incorporación de residuos de concreto premezclado disminuye el índice de plasticidad del suelo de subrasante, debido a que el terreno natural poseía un valor promedio de índice de plasticidad de 11.93%, mientras que con el empleo de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado disminuyó esta propiedad a 10.73%, 9.03% y 7.37% respectivamente, categorizándose en los tres casos como un suelo de media plasticidad.

Como respuesta al objetivo específico 2, se concluye que con la incorporación de residuos de concreto premezclado los valores de densidad seca máxima de la subrasante de la avenida Triunfo disminuyen significativamente, debido a que la densidad seca máxima promedio del terreno natural fue de 1.860 g/cm<sup>3</sup>, mientras que al incorporar proporciones de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado, los valores de densidad seca máxima disminuyeron a 1.780 g/cm<sup>3</sup>, 1.690 g/cm<sup>3</sup> y 1.610 g/cm<sup>3</sup> respectivamente.

Como respuesta al objetivo específico 3, se concluye que la incorporación de residuos de concreto premezclado mejora la capacidad de soporte del terreno subrasante de la avenida triunfo, debido a que el terreno natural tenía una capacidad de soporte al 95% de la densidad seca máxima promedio de 4.22%, el cual es categorizado como una subrasante deficiente, mientras que con el empleo de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado la capacidad de soporte se incrementó a 6.51%, 9.34% y 11.58% respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para posteriores investigaciones, que se haga el empleo de dosificaciones mayores a la presentadas en este estudio para obtener un punto de inflexión y la selección de dosificaciones adecuadas.

Se recomienda que en posteriores estudios se identifiquen las propiedades químicas de los residuos de concreto premezclado.

Se sugiere que en el momento de la obtención de los residuos de concreto premezclado, prever que estos desechos no contengan materiales que puedan alterar la composición de los residuos.

Se sugiere que cuando se consigan los residuos de concreto premezclado, se prevea, que estos desechos no cuenten con materiales que puedan alterar la composición de los residuos provenientes del concreto premezclado.

Se sugiere que para el empleo de los valores presentados en este estudio se tengan en cuenta las características granulométricas, tanto del suelo patrón como de los residuos de concreto premezclado.

Para el tramo sometido a estudio se recomienda que se haga el empleo de 20% de residuos de concreto premezclado debido a que con este porcentaje de adición se logra conseguir un suelo de subrasante categorizado como bueno.

## REFERENCIAS

- AFRIN, H., 2017. A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology* [en línea], vol. 3, no. 2, pp. 19. ISSN 2575-1743. Doi 10.11648/j.ijtet.20170302.12. Disponible en: <https://bit.ly/3tQc8ZD>.
- AMIRI, S.N. et al, 2011. A Realistic Theory of Soils Consolidation. *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering* [en línea], vol. 4, no. 1, pp. 103-125. ISSN 08950563. Doi 10.1061/41165(397)391. Disponible en: <https://bit.ly/3lv81gD>.
- ANASTASIOU et al., 2018. Investigation of the use of recycled concrete aggregates originating from a single ready-mix concrete plant. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 8, no. 11. ISSN 20763417. Doi 10.3390/app8112149. Disponible en: <https://bit.ly/3NJa25y>.
- ANJITA, A., CHRISTY, A. y SOWMYA, V., 2017. Prediction of Maximum Dry Density of Soil using Genetic Algorithm. *International Journal of Engineering Research and* [en línea], vol. V6, no. 03, pp. 550-552. Doi 10.17577/ijertv6is030517. Disponible en: <https://bit.ly/3JWROeQ>.
- ARACAYO, C. y MACHACA, H., 2021. *Influencia de residuos de pavimento rígido en las propiedades del suelo cohesivo de la cantera Yanaoco , Huancané-2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3IDfxPt>.
- ARIAS, F., 2012. *El proyecto de investigación 6a edición* [en línea]. S.I.: Episteme. ISBN 980-07-8529-9. Disponible en: <https://bit.ly/3LHTqJZ>.
- ARIAS, J., VILLASÍS, M.Á. y MIRANDA, M.G., 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Alergia* [en línea], vol. 63, no. 2, pp. 201-206. Disponible en: <https://bit.ly/3IUSBLP>.
- AZCONA, M., MANZINI, F. y DORATI, J., 2013. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. *IV Congreso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata* [en línea], pp. 67-76. Disponible en: <https://bit.ly/3iXpQUa>.
- BERNAL, C., 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. 3ra edición. S.I.: s.n.

ISBN 9789586991285. Disponible en: <https://bit.ly/36proUb>.

CHENG, Y., SHI, Z. y ZU, F., 2020. An evaluation model of subgrade stability based on artificial neural network. *International Journal of Safety and Security Engineering* [en línea], vol. 10, no. 5, pp. 679-688. ISSN 2041904X. Doi 10.18280/ijssse.100513. Disponible en: <https://bit.ly/3iZIWZL>.

DEL RÍO, Y., 2017. *Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad– 2017* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3qBnr5Y>.

FABIAN, J. y GONZALES, L., 2021. *Inclusión de concreto reciclado al 7%, 11% y 21% para obtener un mejoramiento de CBR en suelos arcillosos utilizados a nivel de subrasante en obras de saneamiento* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://bit.ly/3lyJQqN>.

GARCÍA, R.A. y FRANKENSTEIN, S., 2015. USCS and the USDA Soil Classification System, Development of a Mapping Scheme. *UPRM and ERDC Educational and Research Internship Program* [en línea], no. March, pp. 37. Disponible en: <https://bit.ly/3v2Z03O>.

HEALE, R. y TWYXCROSS, A., 2015. Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-based nursing* [en línea], vol. 18, no. 3, pp. 66-67. Doi 10.1136/eb-2015-102129. Disponible en: <https://bit.ly/3IVXyUF>.

HERNÁNDEZ, J., FIGUEROA, B. y MARTÍNEZ, M.R., 2019. Propiedades físicas del suelo y su relación con la plasticidad en un sistema bajo labranza tradicional y no labranza. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea], no. 22, pp. 53-61. ISSN 2007-0934. Doi 10.29312/remexca.v0i22.1858. Disponible en: <https://bit.ly/3iWYo9c>.

HERNÁNDEZ, O., 2021. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral* [en línea], vol. 37, no. 3. Disponible en: <https://bit.ly/36l4msa>.

KEPPERT et al., 2021. Recycling of fresh concrete slurry waste as supplementary cementing material: Characterization, application and leaching of selected

- elements. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 300, pp. 124061. ISSN 09500618. Doi 10.1016/j.conbuildmat.2021.124061. Disponible en: <https://bit.ly/3uKov8R>.
- KUMAR, U. y BIRADAR, B., 2014. Soft subgrade stabilization with quarry dust-an. *International Journal of Research in Engineering and Technology* [en línea], vol. 3, no. 8, pp. 409-414. Disponible en: <https://bit.ly/3tWMUJ2>.
- LI, T., KONG, L. y LIU, B., 2020. The California bearing ratio and pore structure characteristics of weakly expansive soil in frozen areas. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 10, no. 21, pp. 1-22. ISSN 20763417. Doi 10.3390/app10217576. Disponible en: <https://bit.ly/3JRKOQh>.
- LOZADA, J., 2016. Investigación Aplicada : Definición , Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciaamérica* [en línea], vol. 1, no. 3, pp. 34-39. Disponible en: <https://bit.ly/3FYI1Cu>.
- LUZ, S., MENDOZA, H. y AVILA, D.D., 2020. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Data collection techniques and instruments. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA* [en línea], vol. 9, no. 17, pp. 51-53. Disponible en: <https://bit.ly/3wOnLST>.
- ÑAUPAS et al., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* [en línea]. 5ta. S.I.: s.n. ISBN 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://bit.ly/3uXli4X>.
- NAWI et al., 2021. Study on potential of soil stabilization using concrete sludge of batching plant ( CSBP ). *Engineering and Environmental Sciences* [en línea], vol. 30, no. 4, pp. 552-560. Doi 10.22630/PNIKS.2021.30.4.46. Disponible en: <https://bit.ly/37OBwGv>.
- NORIEGA, A. y VILLAREAL, K., 2020. *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* [en línea]. S.I.: Universidad Privada del Norte. Disponible en: <https://bit.ly/3qAuA6o>.
- OTZEN, T. y MANTEROLA, C., 2017. Técnicas de Muestreo sobre una Población

- a Estudio. *International Journal of Morphology* [en línea], vol. 35, no. 1, pp. 227-232. ISSN 07179502. Doi 10.4067/S0717-95022017000100037. Disponible en: <https://bit.ly/36A1AVQ>.
- PICASSO, G. y SUN, M., 2008. Aplicaciones tecnológicas de las arcillas modificadas. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea], vol. 74, no. 1, pp. 57-74. Disponible en: <https://bit.ly/3wAtTxV>.
- REITERMAN et al., 2022. Utilization of concrete slurry waste for soil stabilization. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 16, no. January. ISSN 22145095. Doi 10.1016/j.cscm.2022.e00900. Disponible en: <https://bit.ly/3uKov8R>.
- RIVERA et al., 2020. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador Técnico* [en línea], vol. 84, no. 2, pp. 43-67. ISSN 0122056X. Doi 10.23850/22565035.2530. Disponible en: <https://bit.ly/3K4ORsK>.
- ROBLES, B., 2019. Población y muestra. *Pueblo Continente* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 245-246. Disponible en: <https://bit.ly/3lYp1Fk>.
- ROY, S., 2016. Assessment of Soaked California Bearing Ratio Value Using Geotechnical Properties of Soils. *Resources and Environment* [en línea], vol. 6, no. 4, pp. 80-87. Doi 10.5923/j.re.20160604.03. Disponible en: <https://bit.ly/3wVSfCm>.
- RZAÑA, S. y OWCZARZAK, W., 2013. Methods for the granulometric analysis of soil for science and practice. *Polish Journal of Soil Science*, vol. 46, no. 1, pp. 1-50. ISSN 0079-2985. Doi 10.17951/pjss.2013.46.1.1.
- SÁNCHEZ, H., REYES, C. y MEJÍA, K., 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9786124735141. Disponible en: <https://bit.ly/36YsDtr>.
- SANTOS, G., 2017. *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS , Puebla* [en línea]. S.l.: Benemerita Universidad Autonoma de Puebla. Disponible en: <https://bit.ly/36YsXbD>.
- SCHOONOVER, J.E. y CRIM, J.F., 2015. An Introduction to Soil Concepts and the

- Role of Soils in Watershed Management. *Journal of Contemporary Water Research & Education* [en línea], vol. 154, no. 1, pp. 21-47. ISSN 1936-7031. Doi 10.1111/j.1936-704x.2015.03186.x. Disponible en: <https://bit.ly/3IMP81P>.
- SINGH, E.L. y SINGH, E.S., 2017. Improvement in CBR Value of Soil using Waste Concrete Fines. *IJSTE-International Journal of Science Technology & Engineering* | [en línea], vol. 3, no. 09, pp. 1-5. Disponible en: <https://bit.ly/3JGooS2>.
- SKJONG, R. y WENTWORTH, B.H., 2014. Expert Judgment and Risk Perception Expert Judgment and Risk Perception. *Proceedings of the Eleventh* [en línea], vol. 4, no. 537-545. Disponible en: <https://bit.ly/3Dv3S4l>.
- SUN, R., XIAO, H. y SUN, H., 2018. Investigating the settling dynamics of cohesive silt particles with particle-resolving simulations. *Advances in Water Resources* [en línea], vol. 111, pp. 406-422. ISSN 03091708. Doi 10.1016/j.advwatres.2017.11.012. Disponible en: <https://bit.ly/3Owa3dK>.
- TORRES, M., 2021. *Adición de concreto reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la avenida Pacasmayo, urbanización Los Laureles, Callao 2021* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3LgqUi4>.
- TOURNASSAT et al., 2015. Surface Properties of Clay Minerals. *Developments in Clay Science* [en línea], vol. 6, pp. 5-31. ISSN 15724352. Doi 10.1016/B978-0-08-100027-4.00001-2. Disponible en: <https://bit.ly/3L9500w>.
- VÁSQUEZ, J., 2016. *Inversión en infraestructura vial y su relación con la inversión privada en el Perú periodo 2000 - 2014* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: <https://bit.ly/3JGAWZD>.
- VIEIRA, L. y FIGUEIREDO, A., 2016. Evaluation of concrete recycling system efficiency for ready-mix concrete plants. *Waste Management* [en línea], vol. 56, pp. 337-351. ISSN 0956-053X. Doi 10.1016/j.wasman.2016.07.015. Disponible en: <https://bit.ly/36Jvlxx>.
- WANG, R. y ZHANG, Y.X., 2018. Recycling fresh concrete waste : A review. *Structural Concrete* [en línea], no. April, pp. 1-17. Doi 10.1002/suco.201800057. Disponible en: <https://bit.ly/36HPw4X>.

- XUAN et al., 2016. Innovative reuse of concrete slurry waste from ready-mixed concrete plants in construction products. *Journal of Hazardous Materials* [en línea], vol. 312, pp. 65-72. ISSN 18733336. Doi 10.1016/j.jhazmat.2016.03.036. Disponible en: <https://bit.ly/3qQMvpu>.
- YANG, B., ZHANG, Y., CETIN, B. y CEYLAN, H., 2019. Concrete Grinding Residue : Management Practices and Reuse for Soil Stabilization. *Transportation Research Record* [en línea], pp. 1-16. Doi 10.1177/0361198119854292. Disponible en: <https://bit.ly/3wYA9zO>.
- ZENG et al., 2013. Subgrade failure division and influence factors analyze of expressway. *Applied Mechanics and Materials* [en línea], vol. 256-259, no. PART 1, pp. 1737-1741. ISSN 16609336. Doi 10.4028/www.scientific.net/AMM.256-259.1737. Disponible en: <https://bit.ly/3uIYjv9>.

## ANEXOS

### Anexo 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
<p><b>VI:</b> Residuos de concreto premezclado</p>	<p>Las plantas de hormigón premezclado generan diferentes tipos de residuos, incluidos residuos de hormigón fresco, áridos recuperados, aguas residuales y residuos de lechada de hormigón (CSW). En el proceso de producción de este último, los sólidos suspendidos en las aguas residuales se depositan en la fosa de sedimentación de las plantas dosificadoras de concreto, donde los desechos de concreto fresco pedidos en exceso o no requeridos se lavan para recuperar los agregados y los camiones de concreto (Xuan et al., 2016, p. 4),.</p>	<p>Para la clasificación y caracterización de los residuos de concreto premezclado se realizan los ensayos de granulometría para caracterizar su tamaño y límites de Atterberg para determinar su consistencia, asimismo para la determinación de sus efectos se emplearán adiciones de 5%, 15% y 30%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de material</li> </ul>	<p>Peso (Kg)</p>	<p>Razón</p>
<p><b>VD:</b> Estabilidad de subrasante</p>	<p>La estabilización de suelos es una de las alternativas más adecuadas y ampliamente utilizadas en la construcción de pavimentos. El rendimiento a largo plazo de una estructura de pavimento depende en gran medida de la estabilidad de la base del suelo subyacente. Un requisito de rigidez mínima aceptable para la subrasante del pavimento a menudo se especifica en el diseño y la construcción del pavimento (Kumar y Biradar, 2014, p. 409).</p>	<p>Para determinar si una subrasante es estabilizada se realizan ensayos de laboratorio, para el presente estudio la variable estabilización de subrasante será medida a través de sus dimensiones: índice de plasticidad, densidad seca máxima y capacidad de soporte CBR, donde sus valores fueron medidos mediante fichas de observación para cada una de las dimensiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de plasticidad</li> <li>• Grado de compactación</li> <li>• Capacidad portante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite plástico</li> <li>• Limite liquido</li> <li>• Densidad seca máxima</li> <li>• Contenido de humedad óptimo</li> <li>• CBR al 95% de MDS</li> </ul>	<p>Razón</p>

## Anexo 2. Matriz de consistencia

“Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cómo la adición de residuos de concreto premezclado podría incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal?	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal mediante la incorporación de residuos de concreto premezclado.	<b>HIPOTESIS PRINCIPAL</b> La incorporación de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado estabiliza la subrasante de la vía vecinal.	<b>VI:</b> Residuos de concreto premezclado	Cantidad del material	Peso (kg/m <sup>3</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>METODO DE INVESTIGACION:</b> Método hipotético deductivo</li> <li>• <b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b> Experimental Ge1 (A): Y1 → X1 → Y2 Ge2 (A): Y3 → X2 → Y4 Ge1 sin adición de RCP Ge2 con adición de RCP</li> <li>• <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Investigación Aplicada</li> <li>• <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> explicativo</li> <li>• <b>POBLACIÓN</b> Suelos del distrito de San Miguel</li> <li>• <b>MUESTRA</b> 3 calicatas en la avenida Triunfo, San Miguel</li> <li>• <b>TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS:</b> Observación de datos y medición</li> <li>• <b>TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> Fichas de observación de laboratorio de mecánica de suelos</li> </ul>
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º 1</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de residuos de concreto premezclado que podría disminuir la plasticidad del suelo en una vía vecinal?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N.º 1</b> Disminuir el índice de plasticidad de la subrasante de una vía vecinal a través de la incorporación de una proporción adecuada de residuos de concreto premezclado	<b>HIPOTESIS SECUNDARIO N.º 1</b> Una proporción adecuada de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado disminuye la plasticidad de la subrasante en una vía vecinal.				
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º 2</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de residuos de concreto premezclado que podría mejorar el grado de compactación de un suelo en una vía vecinal?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N.º 2</b> Mejorar el grado de compactación de la subrasante de una vía vecinal mediante la adición de una proporción adecuada de residuos de concreto premezclado.	<b>HIPOTESIS SECUNDARIO N.º 2</b> Con una proporción establecida de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado se logra una mejor compactación de la subrasante en una vía vecinal.				
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N.º 3</b> ¿Cuál es la proporción adecuada de residuos de concreto premezclado que podría incrementar la capacidad portante de un suelo en una vía vecinal?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N.º 3</b> Incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante de una vía vecinal a través de la adición de una proporción adecuada de residuos de concreto premezclado.	<b>HIPOTESIS SECUNDARIO N.º 3</b> Con la adición de 5%, 10% y 20% de residuos de concreto premezclado se logra incrementar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en una vía vecinal.	<b>VD:</b> Estabilidad de la subrasante	Plasticidad	Limite Liquido (%)	
		Limite plástico (%)				
		Índice de plasticidad (%)				
			Grado de compactación	Optimo contenido de humedad (%)		
				Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )		
			Capacidad portante	CBR al 95% (%)		

### Anexo 3. Validación de instrumentos de investigación

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**“Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022”**

#### Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : ING. WILLIAM CALLATA CALSIN
- Título profesional : INGENIERO CIVIL
- N° de registro CIP : 121308

#### Parte B: Validación

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.			X		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.			X		
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.			X		
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.			X		
<b>TOTAL</b>		<b>28</b>				

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30(REGULAR), 31-36(BUENO) y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 28 y está dentro del rango de valoración 21-30 y su validación fue REGULAR.

Puno, 12 de abril del 2022

  
  
Ing. William Callata Calsin  
CIP: 121308

Firma y Sello

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**“Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : ING. LUIS HERNAN LIZARRAGA PARIAPAZA
- Título profesional : INGENIERO CIVIL
- N° de registro CIP : 148484

**Parte B: Validación**

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.			X		
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.				X	
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	
<b>TOTAL</b>		<b>32</b>				

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30(REGULAR), 31-36(BUENO) y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 32 y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue BUENA.

Puno, 12 de abril del 2022

  
Luis Hernan Lizarraga Pariapaza  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 148484

Firma y Sello

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**“Residuos de concreto premezclado para incrementar la estabilidad de la subrasante en una vía vecinal, Puno, 2022”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : WILSON REYNALDO CORNEJO URVIOLA
- Título profesional : INGENIERO CIVIL
- N° de registro CIP : 212605

**Parte B: Validación**

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.			X		
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.					X
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X
<b>TOTAL</b>		<b>38</b>				

Nota. 0-20 (DEFICIENTE), 21-30(REGULAR), 31-36(BUENO) y 37-40 (EXCELENTE)

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 37-40 y su validación fue EXCELENTE.

Puno, 12 de abril del 2022

Firma y Sello

**Anexo 4. Resultados de ensayos de laboratorio**

---

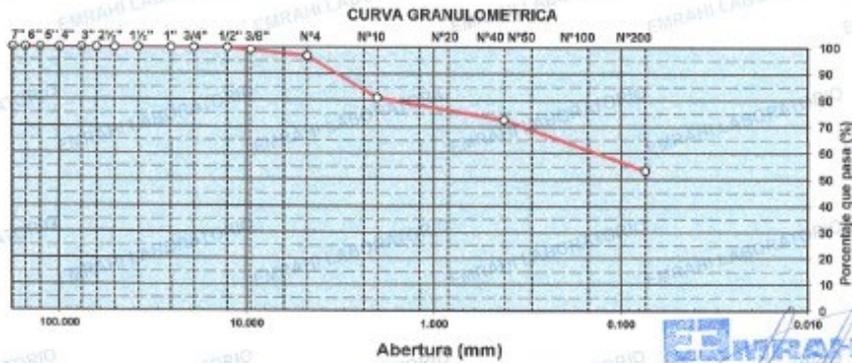


# MUESTRA PATRON

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
MTC E - 107**

TESIS : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
 SOLICITANTE : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
 COORDENADA : 19 375962.6 8288996.8  
 MATERIAL : MUESTRA PATRON  
 CALICATA N° : C - 1  
 MUESTRA : M - 1  
 FECHA : 01/06/2022  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO										
TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RET.	RET. PARC.	%RET. AC.	% Q. PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
7"	177.800						PESO TOTAL	=	500.0 gr	
6"	152.400						PESO FRACCIÓN FINC	=		
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO	=	46.5 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO	=	33.6 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO	=	12.9 %	
2 1/2"	63.500						CLASF. AASHTO	=	A-7.5 (5) MALO	
2"	50.800				100.0		CLASF. SUCS	=	ML	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0					
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0					
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0					
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0					
3/8"	9.520	4.6	0.9	0.9	99.1					
1/4"	6.350									
# 4	4.750	11.3	2.3	3.2	96.8					
# 8	2.360									
# 10	2.000	81.2	15.7	16.9	81.1					
# 16	1.190									
# 20	0.840	22.3	4.3	23.2	76.8					
# 40	0.420	21.7	4.2	27.4	72.6					
# 50	0.300	17.4	3.4	30.8	69.2		% HUMEDAD	P. S. H.	P. S. S.	% Humd.
# 100	0.149	58.4	10.9	41.7	58.3			219	209	4.93
# 200	0.074	25.1	4.9	46.6	53.4					
< # 200	FONDO	275.6	53.4	100.0						
Observaciones							Coef. Uniformidad			
TOTAL							Coef. Curvatura	Indice de Consistencia		
							Pot. de expansión	Bajo-Medio Estable		



Ricardo Krass Acero  
ESPECIALISTA EN INVESTIGACIONES DE CAUSAS  
CIP: 197636

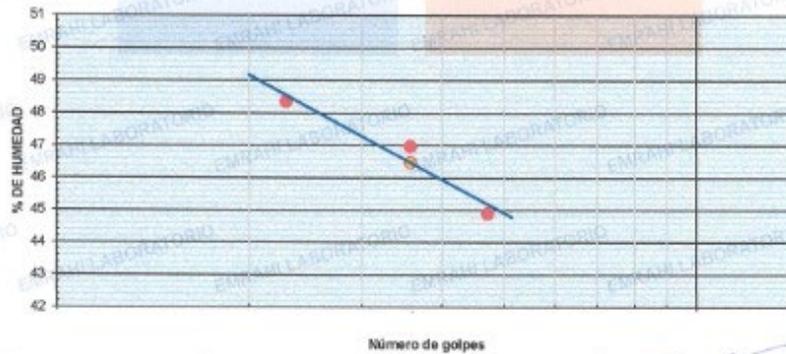
**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUIRISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBAÑES  
**COORDENADA** : 19 375982.6 8288996.8  
**MATERIAL** : MUESTRA PATRON  
**FECHA** : 01/06/2022  
**CALICATA N°** : C - 1  
**MUESTRA** : M - 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HUMEDO	45.04	42.90	41.3	
TARRO + SUELO SECO	38.8	35.90	34.7	
AGUA	6.24	7.00	6.60	
PESO DEL TARRO	25.90	21.00	20	
PESO DEL SUELO SECO	12.90	14.90	14.70	
% DE HUMEDAD	48.37	46.98	44.90	
N° DE GOLPES	16	25	33	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	107	124		
TARRO + SUELO HUMEDO	29.30	29.6		
TARRO + SUELO SECO	27.30	27.7		
AGUA	2.00	1.90		
PESO DEL TARRO	21.40	22.00		
PESO DEL SUELO SECO	5.90	5.70		
% DE HUMEDAD	33.90	33.33		
<b>LL : 46.5 %</b>	<b>LP : 33.6 %</b>	<b>IP : 12.9 %</b>		

**CURVA DE FLUENCIA**



**EMRAHI**  
 Ricardo Arroyo Acero  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 CIP. 197836

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VEONAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISEP  
 Bach. DARWIN EUSEO RAMÍREZ HERNÁNDEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : viernes, 03 de junio de 2022

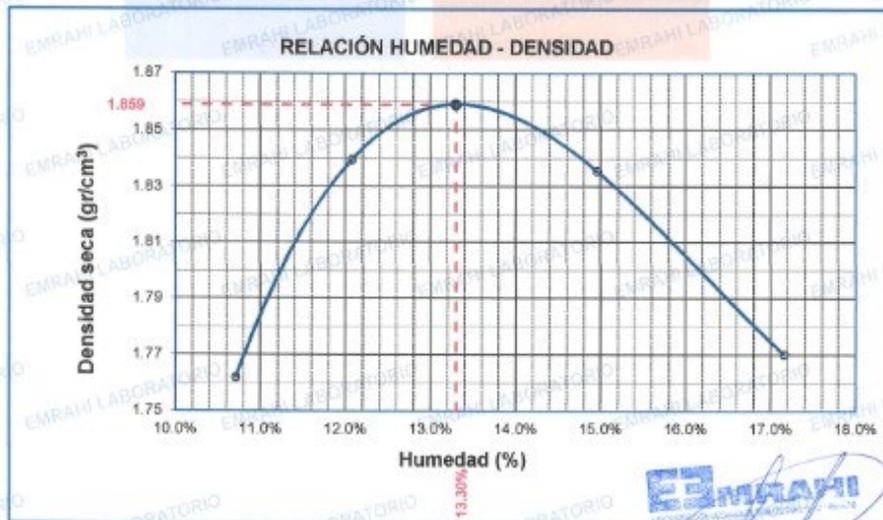


MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2126 cm <sup>3</sup>
No de CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10543	10779	10882	10805
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4147	4383	4486	4409
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.951	2.062	2.110	2.074

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	61.92	63.25	64.89	66.11	65.72	64.39	67.32	69.54
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	57.62	59.58	60.20	61.05	59.88	58.65	62.00	63.80
Peso del Agua	gr.	4.00	4.29	4.69	5.05	5.84	5.74	5.32	5.74
Peso de la Capsula	gr.	20.00	20.10	20.32	20.21	20.45	20.65	20.47	20.90
Peso del Suelo Seco	gr.	37.62	39.48	39.88	40.84	38.43	38.00	41.53	42.90
% de Humedad	%	10.55%	10.87%	11.8%	12.39%	14.81%	15.11%	16.87%	17.45%
Promedio de Humedad	%	10.71%		12.08%		14.96%		17.16%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.762		1.840		1.838		1.770	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.86 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	: 13.3%



**EMRAHI**  
 Ricardo A. Quiroga  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 CIP. 100639

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Ing. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE  
 Ing. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022



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

	gr.	12553	12123	12566	12218	12568	12316
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4520	4090	4535	4195	4554	4304
Peso del Suelo Humedo	cm3	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volamen del Suelo	g/cm3	2.133	1.930	2.140	1.979	2.149	2.091
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Suelo Humedo + Capsula	gr.	79.85	78.40	73.29	78.13	76.08	72.89	71.28	70.15	67.38
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	89.80	88.50	87.25	87.86	86.00	87.00	85.00	84.00	82.00
Peso del Agua	gr.	10.05	9.90	6.04	8.15	8.08	5.89	6.28	6.15	5.28
Peso de la Capsula	gr.	21.50	21.80	21.80	22.00	23.00	22.80	23.90	24.90	23.30
Peso del Suelo Seco	gr.	48.30	48.80	45.35	45.98	45.00	44.40	41.50	39.50	38.70
% de Humedad	%	20.81%	21.11%	13.32%	17.73%	17.96%	13.27%	15.13%	15.57%	13.30%
Promedio de Humedad	%	20.96%	13.32%	17.84%	13.27%	15.38%	13.30%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.703	1.703	1.816	1.747	1.863	1.792			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%
04/06/2022	9:00 a.m.		150.5	0	0
05/06/2022	9:00 a.m.	24:00:00	213.0	1.59	1.36
06/06/2022	9:00 a.m.	48:00:00	275.5	3.18	2.75
07/06/2022	9:00 a.m.	72:00:00	338.0	4.70	4.13
08/06/2022	9:00 a.m.	96:00:00	400.5	6.35	5.61

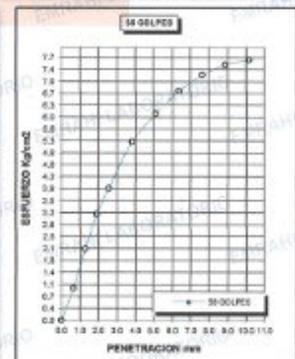
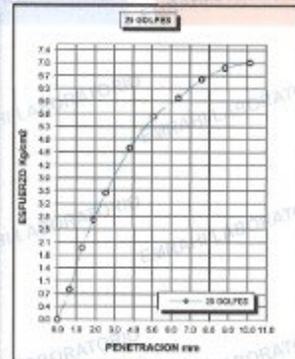
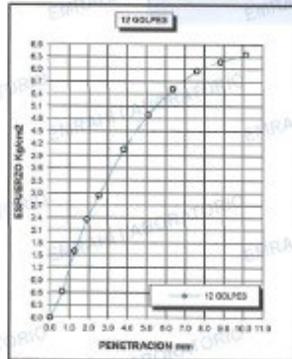
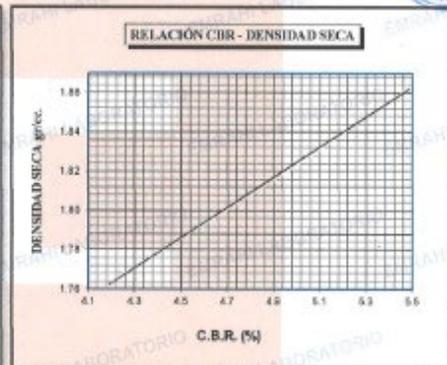
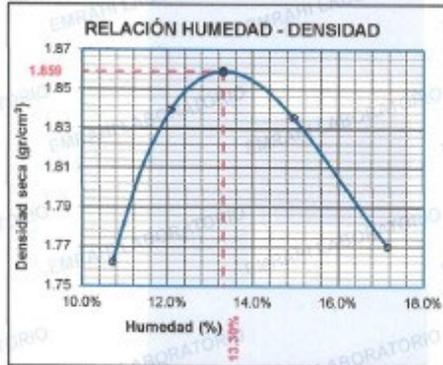
**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Conec.	Dial	Kg	Kg/cm2	Conec.	Dial	Kg	Kg/cm2	Conec.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		12.4	0.8		16.2	0.9		18.6	0.9		18.6	0.9	
1.27	01:00		31.7	1.8		38.0	2.0		41.3	2.1		41.3	2.1	
1.91	01:30		46.8	2.4		53.8	2.7		61.5	3.1		61.5	3.1	
2.54	02:00	70.31	58.3	2.9		68.2	3.4		76.3	3.9		76.3	3.9	
3.81	03:00		80.2	4.1		92.4	4.7		103.4	5.2		103.4	5.2	
5.09	04:00	105.00	96.8	4.9		109.5	5.5		119.6	6.0		119.6	6.0	
6.35	05:00		109.2	5.5		119.6	6.0		132.9	6.7		132.9	6.7	
7.62	06:00		117.7	5.9		129.7	6.6		142.3	7.2		142.3	7.2	
8.84	07:00		122.2	6.2		135.9	6.9		148.3	7.5		148.3	7.5	
10.16	08:00		125.9	6.4		138.7	7.0		151.2	7.6		151.2	7.6	

**EMRAHI**  
 Ing. Ricardo Araní Acero  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109834

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

<b>PROYECTO</b> :	"RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b> :	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b> :	Ing. EMERSON ESTEBAN CHOQUE OLIVERA Ing. ANDRÉS ELISEO RAMÍREZ ISAÑES	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> :	1.86
<b>MUESTRA</b> :	C-1 MUESTRA PATRON	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> :	13.3%
<b>UBICACIÓN</b> :	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> :	5.45
<b>COORDENADA</b> :	19 375902.6 8288866.8	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> :	4.24
<b>FECHA</b> :	miércoles, 08 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> :	ML
		<b>AASHTO</b> :	A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b> :	4 DIAS



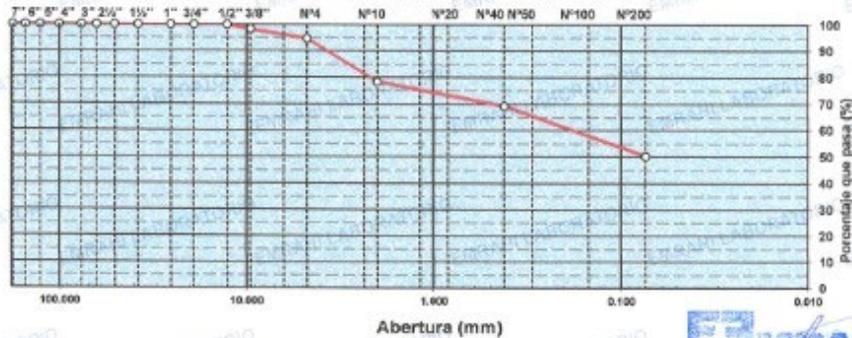
**EMRAHI**  
 RICHARD ARANDA ACEVEDO  
 ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 199833

**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
MTC E - 107**

**OBRA** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**COORDENADA** : 19L 378119.6 8286338.7  
**MATERIAL** : MUESTRA PATRON **FECHA** : 01/08/2022  
**CALICATA N°** : C - 2  
**MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PAR.	%RET. AC.	% Q PASA	ESPECIFICACION
						PESO TOTAL = 600.0 gr
7"	177.800					PESO FRACCIÓN FINA
6"	152.400					LIMITE LIQUIDO = 45.0 %
5"	127.000					LIMITE PLASTICO = 32.9 %
4"	100.000					INDICE PLASTICO = 12.7 %
3"	76.200					CLASF. AASHTO = A-7-5 [4] MALO
2 1/2"	63.500					CLASF. SUCS = ML
2"	50.800			100.0		
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.520	8.7	1.7	1.7	98.3	
1/4"	6.350					
# 4	4.750	17.6	3.5	5.3	94.7	
# 8	2.360					
# 10	2.000	82.6	16.3	21.6	78.4	
# 16	1.190					
# 20	0.840	21.2	4.2	25.7	74.3	
# 40	0.420	25.5	5.0	30.8	69.2	
# 50	0.300	15.6	3.1	33.9	66.2	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humd.
# 100	0.149	51.3	10.1	44.0	56.0	253 235 7.66
# 200	0.074	28.7	5.7	49.6	50.4	
< # 200	FONDO	255.2	50.4	100.0		
Observaciones						
TOTAL						
		Coef. Uniformidad		Indice de Consistencia		
		Coef. Curvatura		2.93		
		Pot. de expansión		Bajo-Medio Estable		

**CURVA GRANULOMETRICA**

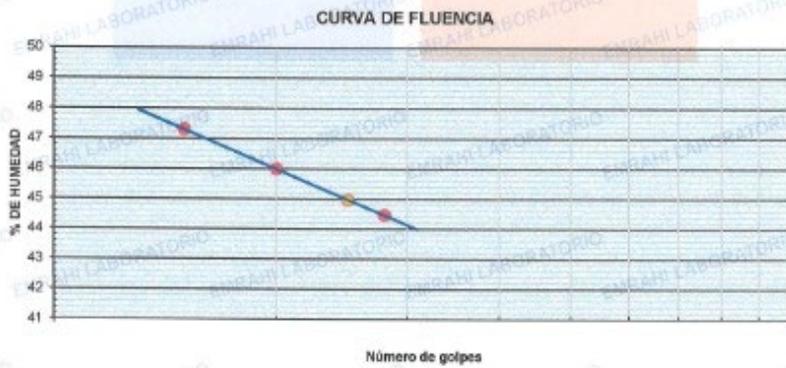


**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ricardo Arroyo Acero  
 ESP. EN INGENIERÍA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 CIP. 100119

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

OBRA : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
 SOLICITANTE : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
 COORDENADA : 19L 376119.6 6266336.7  
 MATERIAL : MUESTRA PATRON  
 CALICATA N° : C - 2  
 MUESTRA : M - 1  
 FECHA : 01/06/2022  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
N° TARRO	13	14	15	
TARRO + SUELO HUMEDO	40.41	41.56	43.71	
TARRO + SUELO SECO	34.35	35.64	37.26	
AGUA	6.06	5.91	6.46	
PESO DEL TARRO	21.54	22.79	22.72	
PESO DEL SUELO SECO	12.81	12.85	14.53	
% DE HUMEDAD	47.31	45.99	44.46	
N° DE GOLPES	15	20	28	
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>				
N° TARRO	102	106		
TARRO + SUELO HUMEDO	35.54	37.13		
TARRO + SUELO SECO	33.53	34.79		
AGUA	2.01	2.34		
PESO DEL TARRO	27.31	27.52		
PESO DEL SUELO SECO	6.22	7.27		
% DE HUMEDAD	32.32	32.19		
LL : 46.0 %	LP : 32.3 %	IP : 12.7 %		



  
 RIVERO AROCA, DARWIN  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS  
 CIP. 106332

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 Bach. DARWIN EUSEO RAMÍREZ IBÁÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : miércoles, 08 de julio de 2022

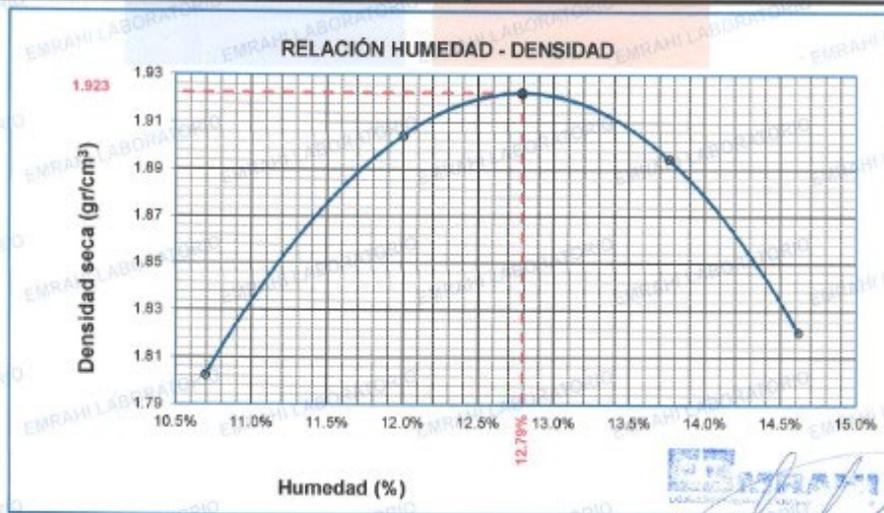


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10638	10931	10978	10833
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4242	4535	4582	4437
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.995	2.133	2.155	2.087

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	119.00	162.00	104.82	120.85	137.75	106.64	109.87	151.85
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	110.00	148.20	96.35	118.28	124.35	97.98	99.02	135.70
Peso del Agua	gr.	9.00	13.80	8.47	11.59	13.40	10.66	10.85	15.95
Peso de la Capsula	gr.	22.53	23.89	24.74	23.12	25.03	22.00	24.07	27.60
Peso del Suelo Seco	gr.	87.47	124.31	71.61	95.14	99.32	75.98	74.95	108.10
% de Humedad	%	10.29%	11.10%	11.89%	12.18%	13.49%	14.03%	14.40%	14.75%
Promedio de Humedad	%	10.70%		12.01%		13.76%		14.62%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.803		1.905		1.895		1.821	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.92 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	12.8%



*Ricardo Aroni Acosta*  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109636

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE  
 : Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBÁÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : martes, 13 de junio de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	50
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12682	12261	12602	12257	12693	12413
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4549	4228	4581	4216	4679	4399
Peso del Suelo Humedo	cm3	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.194	1.999	2.161	1.999	2.208	2.076
Densidad del Suelo Humedo							

Capítulo No	No	1	6	8	2	3	8	9	7	4
Suelo Humedo + Capsula	gr.	111.92	115.07	109.56	107.75	109.88	108.01	107.57	110.15	121.07
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	97.29	99.78	99.99	95.26	96.08	95.96	96.64	99.88	110.24
Peso del Agua	gr.	14.66	15.29	9.58	12.47	12.90	9.38	10.73	11.27	10.83
Peso de la Capsula	gr.	24.14	25.30	25.23	22.12	23.44	23.48	23.10	24.19	25.66
Peso del Suelo Seco	gr.	73.12	74.40	74.75	73.16	73.54	73.18	73.54	74.73	84.58
% de Humedad	%	20.05%	20.55%	12.82%	17.04%	17.64%	12.78%	14.59%	15.05%	12.80%
Promedio de Humedad	%	20.30%	12.82%	17.26%	12.78%	14.84%	12.80%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.823	1.768	1.843	1.764	1.922	1.849			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%
09/06/2022	9:00 a.m.		124.5	0	0
10/06/2022	9:00 a.m.	24:00:00	183.9	1.51	1.31
11/06/2022	9:00 a.m.	48:00:00	243.2	3.02	2.62
12/06/2022	9:00 a.m.	72:00:00	302.6	4.52	3.92
13/06/2022	9:00 a.m.	96:00:00	362.0	6.03	5.23

**PENETRACION**

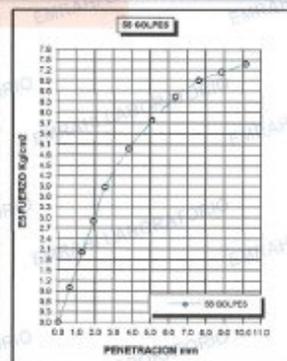
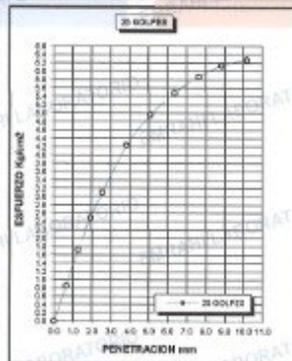
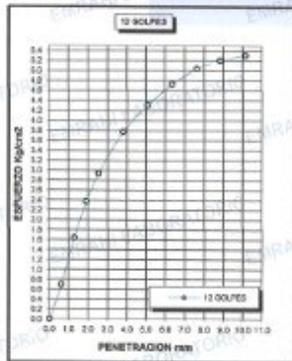
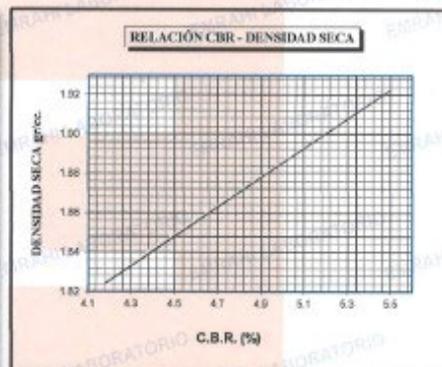
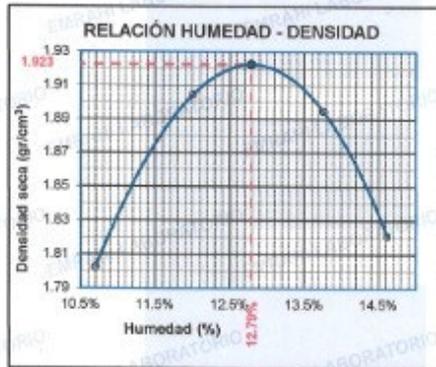
Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		13.9	0.7		16.9	0.9		19.8	1.0		19.8	1.0	
1.27	01:00		32.5	1.8		34.2	1.7		39.6	2.0		39.6	2.0	
1.91	01:30		46.9	2.4		40.3	2.5		57.3	2.9		57.3	2.9	
2.54	02:00	70.31	58.2	2.9		61.3	3.1		78.5	3.9		78.5	3.9	
3.81	03:00		74.8	3.8		83.9	4.2		98.4	5.0		98.4	5.0	
5.09	04:00	105.00	85.3	4.3		98.2	5.0		114.3	5.8		114.3	5.8	
6.35	05:00		93.8	4.7		108.6	5.5		127.5	6.4		127.5	6.4	
7.62	06:00		99.8	5.0		116.3	5.9		138.8	6.9		138.8	6.9	
8.84	07:00		103.1	5.2		121.6	6.1		141.4	7.1		141.4	7.1	
10.16	08:00		105.2	5.3		124.3	6.3		146.0	7.4		146.0	7.4	



Ricardo Amador Acosta  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP: 108876

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

<b>PROYECTO</b>	*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Ing. ENRIQUE ESTEBAN CHOLLE QUISEP Ing. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBÁÑEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.92
<b>MUESTRA</b>	C-2 MUESTRA PATRON	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	12.8%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	5.50
<b>COORDENADA</b>	19L 370119-4 6268036.7	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	4.21
<b>FECHA</b>	lunes, 13 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	ML
		<b>AASHTO</b>	A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*Ricardo Acosta Acero*  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CIENCIAS DE LOS SUELOS  
CIP. 109630

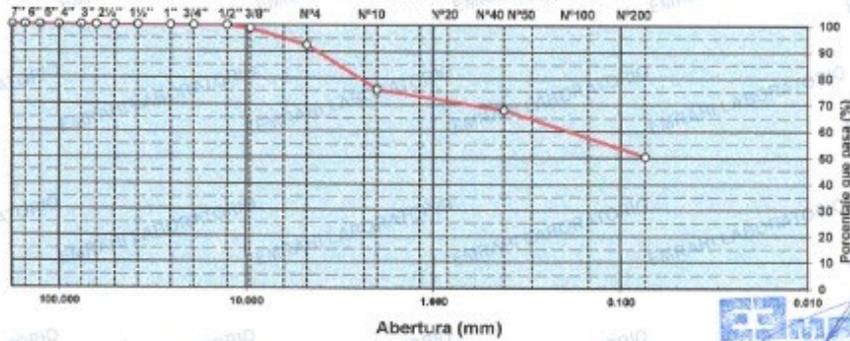
**ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
MTC E - 107**

TESIS : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022"  
 SOLICITANTE : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
 PROGRESIVA : 19L 376279.5 8287995.9  
 MATERIAL : MUESTRA PATRON  
 CALICATA N° : C - 3  
 MUESTRA : M - 1  
 FECHA : 01/06/2022  
 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	RET. PAR.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
7"	177.800						PESO TOTAL = 600.0 gr	
6"	152.400						PESO FRACCION FINA	
5"	127.000						LIMITE LIQUIDO = 24.0 %	
4"	100.000						LIMITE PLASTICO = 13.0 %	
3"	76.200						INDICE PLASTICO = 10.2 %	
2 1/2"	63.500						CLASIF. AASHTO = A-4 MALO	
2"	50.800				100.0		CLASIF. SUCS = CL	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0			
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0			
3/8"	9.520	5.8	1.2	1.2	98.8			
1/4"	6.350							
# 4	4.750	31.7	6.3	7.5	92.5			
# 8	2.360							
# 10	2.000	87.2	16.8	24.3	75.7			
# 16	1.190							
# 20	0.840	21.3	4.1	28.4	71.6			
# 40	0.420	18.5	3.6	32.0	68.0			
# 50	0.300	16.4	3.2	35.1	64.9		% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humd.	
# 100	0.149	47.3	9.1	44.3	55.8		275 261 5.36	
# 200	0.074	27.3	5.3	49.5	50.5			
< # 200	FONDO	262.0	50.5	100.0				
Observaciones							Coef. Uniformidad	Indice de Consistencia
TOTAL							Coef. Curvatura	1.83
							Pot. de expansión	Bajo Estable

**CURVA GRANULOMETRICA**



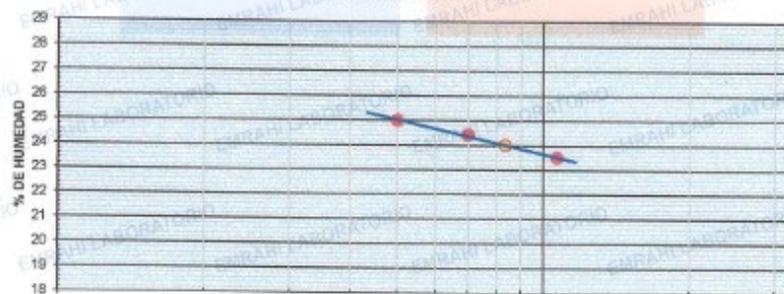
**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ricardo Araya Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 108630

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUILSPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**PROGRESIVA** : 19L 376279.6 6287605.9  
**MATERIAL** : MUESTRA PATRON  
**FECHA** : 01/06/2022  
**CALICATA N°** : C - 3  
**MUESTRA** : M - 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	10	11	12	
TARRO + SUELO HUMEDO	48.41	48.28	46.33	
TARRO + SUELO SECO	43.23	41.76	41.42	
AGUA	5.18	4.49	4.91	
PESO DEL TARRO	22.51	23.38	20.53	
PESO DEL SUELO SECO	20.72	18.38	20.89	
% DE HUMEDAD	25.00	24.43	23.50	
N° DE GOLPES	15	21	32	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	109	110		
TARRO + SUELO HUMEDO	28.52	24.76		
TARRO + SUELO SECO	25.94	22.45		
AGUA	2.58	2.31		
PESO DEL TARRO	7.09	5.88		
PESO DEL SUELO SECO	18.88	16.57		
% DE HUMEDAD	13.68	13.94		
<b>LL : 24.0 %</b>		<b>LP : 13.8 %</b>		<b>IP : 10.2 %</b>

**CURVA DE FLUENCIA**


Número de golpes



**Ricardo Rojas Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA COLABORADOR  
 CIP. 105850

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 : Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-3 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : sábado, 11 de junio de 2022

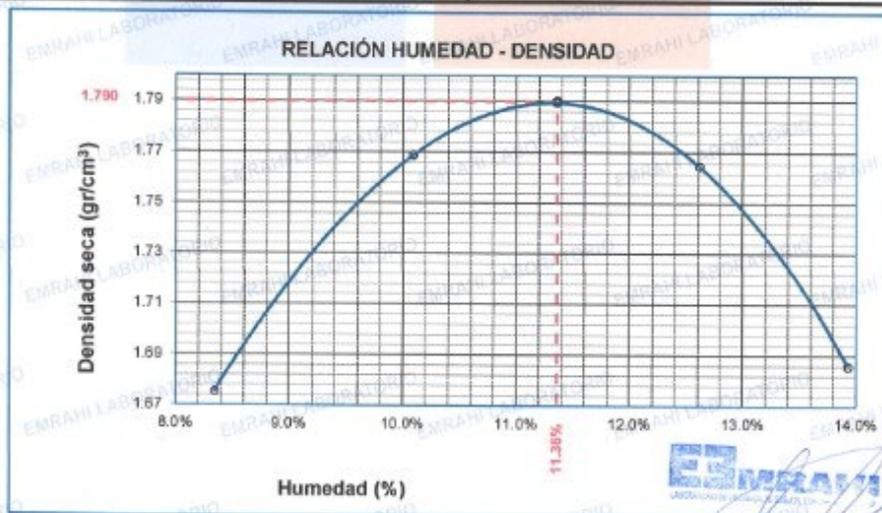


MOLDE No : 1	VOLUMEN DEL MOLDE : 2126 cm <sup>3</sup>
No de CAPAS : 5	GOLPES POR CAPA : 56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10255	10536	10621	10479
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3859	4140	4225	4083
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.815	1.947	1.987	1.921

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	90.18	92.68	91.58	92.80	95.80	96.85	96.70	96.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	85.00	87.00	85.23	86.12	87.45	88.21	89.45	87.12
Peso del Agua	gr.	5.18	5.68	6.35	6.68	8.15	8.44	9.25	9.38
Peso de la Capsula	gr.	20.99	20.89	21.03	21.20	22.00	22.14	21.80	20.99
Peso del Suelo Seco	gr.	64.01	66.11	64.20	64.92	65.45	66.07	67.65	66.13
% de Humedad	%	8.09%	8.59%	9.9%	10.28%	12.45%	12.77%	13.67%	14.18%
Promedio de Humedad	%	8.34%		10.09%		12.61%		13.93%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.675		1.789		1.785		1.686	

METODO: ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.79 gr/cm <sup>3</sup>
	HUMEDAD OPTIMA : 11.4%



Ricardo Aroni Acevedo  
 ESPECIALISTA EN PROTECCIÓN AMBIENTAL  
 CIP. 109625

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESERVIOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VEHICULAR, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOCUE QUISEP  
**UBICACIÓN** : Bch. DARWIN ELISEO RAMÍREZ MAÑES  
**MUESTRA** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**FECHA** : C-3 MUESTRA PATRON  
 viernes, 17 de junio de 2022



MOLDE No	II	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	50
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR SATURADO SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12326	11918	12353	12001	12359	12079
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4293	3885	4332	3980	4325	4065
Volumen del Suelo	cm3	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	2.026	1.833	2.044	1.876	2.041	1.918

Capítulo No	No	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Suelo Humedo + Capsula	gr.	110.46	114.39	108.60	106.79	107.50	104.68	106.56	109.27	107.39
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	96.54	99.79	99.88	93.86	93.26	96.16	96.44	99.79	99.74
Peso del Agua	gr.	13.92	14.60	8.72	11.90	12.21	8.50	10.12	10.48	8.65
Peso de la Capsula	gr.	23.76	25.42	23.54	20.66	22.38	21.48	21.78	24.18	22.96
Peso del Suelo Seco	gr.	72.78	74.37	76.34	73.23	72.91	74.72	74.66	74.83	75.88
% de Humedad	%	19.13%	19.63%	11.42%	16.20%	16.70%	11.38%	13.60%	14.04%	11.40%
Promedio de Humedad	%	19.38%	11.42%	16.50%	11.30%	13.80%	11.40%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.698	1.845	1.754	1.688	1.793	1.722			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	Expansión %
13/06/2022	8:00 a.m.		145.5	0	0
14/06/2022	8:00 a.m.	24:00:00	206.8	1.56	1.35
15/06/2022	8:00 a.m.	48:00:00	268.0	3.11	2.70
16/06/2022	8:00 a.m.	72:00:00	329.3	4.67	4.05
17/06/2022	8:00 a.m.	96:00:00	390.5	6.22	5.40

**PENETRACION**

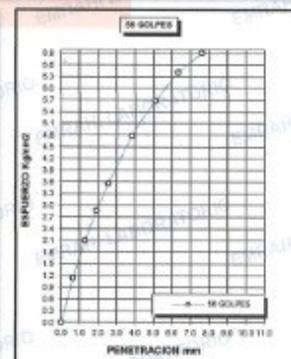
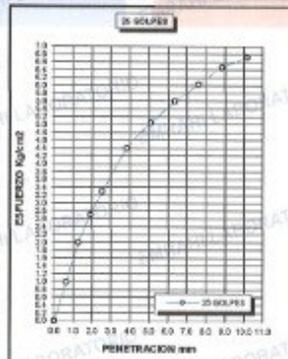
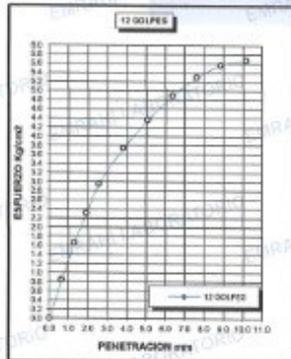
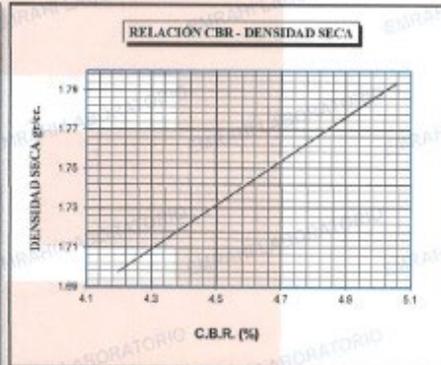
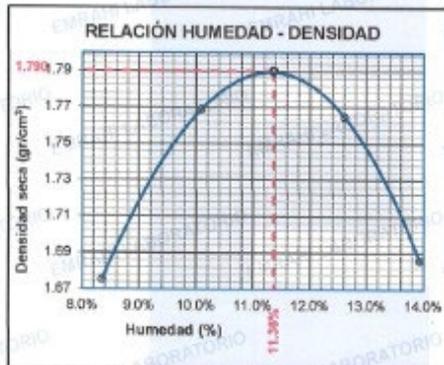
Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.83	00:30		16.7	0.8		19.6	1.0		22.4	1.1		22.4	1.1	
1.27	01:00		32.8	1.7		39.6	2.0		41.5	2.1		41.5	2.1	
1.91	01:30		45.8	2.3		53.6	2.7		56.7	2.9		56.7	2.9	
2.54	02:00	70.31	58.4	3.0		65.3	3.3		70.3	3.6		70.3	3.6	
3.81	03:00		73.9	3.7		86.9	4.4		84.7	4.8		84.7	4.8	
5.09	04:00	105.00	86.3	4.4		99.8	5.0		112.4	5.7		112.4	5.7	
6.36	05:00		96.8	4.9		110.7	5.6		126.8	6.4		126.8	6.4	
7.82	06:00		104.7	5.3		119.4	6.0		136.7	6.9		136.7	6.9	
8.84	07:00		110.2	5.6		127.9	6.5		143.5	7.3		143.5	7.3	
10.16	08:00		112.3	5.7		132.9	6.7		149.8	7.6		149.8	7.6	



RECIBO EN OTRO CENTRO DE CALIDAD  
 CIP. 170936

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

<b>PROYECTO</b>	*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Beñ. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUIRPE Beñ. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBARRÉS	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.79
<b>MUESTRA</b>	C-8 MUESTRA PATRÓN	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	11.3%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	5.02
<b>COORDENADA</b>	151.374379.5 8287885.0	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	4.22
<b>FECHA</b>	Viernes, 17 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	CL
		<b>AAASHTO</b>	A-4
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Rectoría Aroyo Acero  
Circuito de Geología y Geografía de Calles  
CIP. 173334



**COMBINACION - M.P. + 5  
% RESIDUOS DE  
CONCRETO  
PREMEZCLADO**



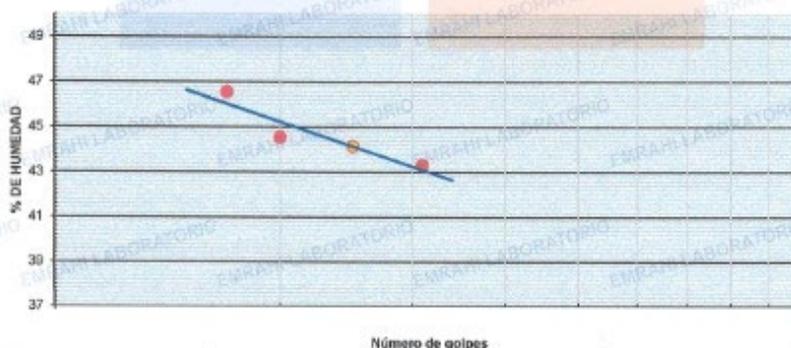
**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**COORDENADA** : 19 375962 6 8288996.8  
**MATERIAL** : M.P. + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO **FECHA** : 02/06/2022  
**CALICATA N°** : C - 1  
**MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DÁTOS DE ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	4	5	6	
TARRO + SUELO HUMEDO	43.70	41.10	36.10	
TARRO + SUELO SECO	38.30	36.20	32.00	
AGUA	5.40	4.90	4.10	
PESO DEL TARRO	26.70	25.20	22.53	
PESO DEL SUELO SECO	11.00	11.00	9.47	
% DE HUMEDAD	46.55	44.55	43.29	
N° DE GOLPES	17	20	31	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	80	82		
TARRO + SUELO HUMEDO	42.40	36.90		
TARRO + SUELO SECO	37.12	34.54		
AGUA	5.28	4.26		
PESO DEL TARRO	21.02	21.48		
PESO DEL SUELO SECO	16.10	13.06		
% DE HUMEDAD	32.80	32.62		
<b>LL : 44.2 %</b>	<b>LP : 32.7 %</b>	<b>IP : 11.4 %</b>		

**CURVA DE FLUENCIA**



**EMRAHI**  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto  
 Ricardo Tony Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CENTRO DE CALI-8  
 CIP. 109306



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

OBRA : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
SOLICITANTE : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBAÑES  
COORDENADA : 19L 376119.6 8288338.7  
MATERIAL : M.P. + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO FECHA : 02/08/2022  
CALICATA N° : C - 2  
MUESTRA : M - 1 PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

#### DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	16	17	18	
TARRO + SUELO HUMEDO	40.15	43.52	42.65	
TARRO + SUELO SECO	34.41	36.89	36.51	
AGUA	5.74	6.67	6.14	
PESO DEL TARRO	21.46	21.61	22.05	
PESO DEL SUELO SECO	12.95	15.24	14.46	
% DE HUMEDAD	44.32	43.77	42.46	
N° DE GOLPES	15	20	29	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	103	104		
TARRO + SUELO HUMEDO	34.51	37.42		
TARRO + SUELO SECO	32.77	35.02		
AGUA	1.74	2.40		
PESO DEL TARRO	27.20	27.50		
PESO DEL SUELO SECO	5.57	7.52		
% DE HUMEDAD	31.24	31.51		
LL : 43.0 %	LP : 31.6 %	IP : 11.4 %		

#### CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Ricardo Arroy Acero  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 185636

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISEP  
 Bch. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRON + 5% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : Viernes, 03 de junio de 2022

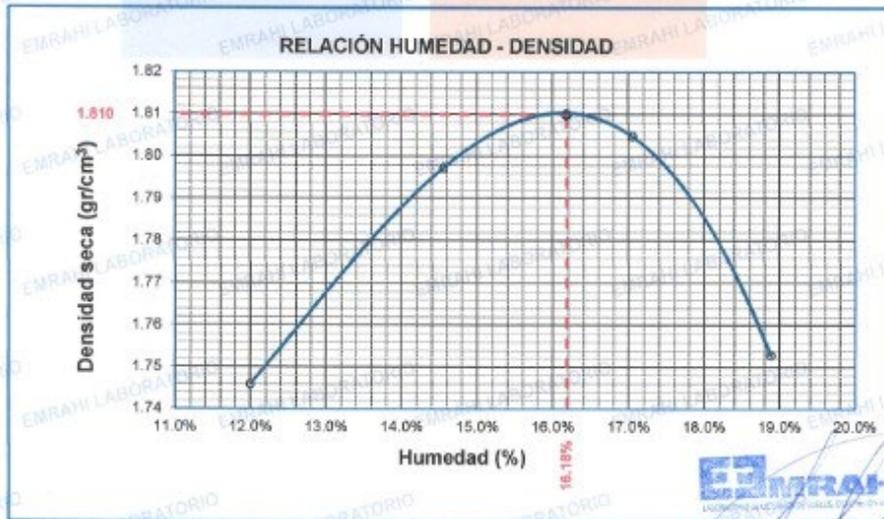


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No de CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10553	10773	10887	10826
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4157	4377	4491	4430
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.955	2.059	2.113	2.084

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	65.89	67.11	65.89	67.11	65.78	65.61	60.28	57.92
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	61.20	62.05	60.20	61.05	59.23	59.01	54.00	52.00
Peso del Agua	gr.	4.69	5.06	5.69	6.05	6.55	6.60	6.28	5.92
Peso de la Capsula	gr.	21.00	21.00	20.32	20.21	20.45	20.65	20.47	20.90
Peso del Suelo Seco	gr.	40.20	41.05	39.88	40.84	38.78	38.36	33.53	31.10
% de Humedad	%	11.67%	12.33%	14.3%	14.84%	16.89%	17.21%	18.73%	19.04%
Promedio de Humedad	%	12.00%		14.55%		17.05%		18.58%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.748		1.797		1.805		1.753	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.81 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.2%



*Ricardo Anahí Acero*  
 ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 158830

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO FREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOCQUE QUERE  
 Bch. DARWIN EUSEB RAMIREZ IBÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRON - 5% RESIDUOS DE CONCRETO FREMEZCLADO  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022



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

	gr.	12541	12131	12506	12188	12559	12329
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4508	4098	4485	4185	4545	4315
Peso del Suelo Humedo	cm3	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volumen del Suelo	g/cm3	2.127	1.934	2.116	1.955	2.144	2.036
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Suelo Humedo + Capsula	gr.	61.36	63.04	78.26	79.52	78.60	78.95	76.40	76.54	75.98
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	70.00	71.26	70.36	68.45	66.79	66.12	67.98	66.00	66.45
Peso del Agua	gr.	11.38	11.79	7.91	10.07	10.01	7.63	8.42	8.64	7.63
Peso de la Capsula	gr.	22.00	22.15	21.45	20.52	21.32	20.78	21.40	21.89	22.03
Peso del Suelo Seco	gr.	48.00	48.10	48.90	48.93	47.47	48.34	46.58	46.11	46.42
% de Humedad	%	23.71%	24.01%	16.10%	20.56%	21.09%	16.20%	18.06%	18.53%	16.22%
Promedio de Humedad	%	23.86%	16.18%	20.83%	16.20%	18.30%	16.22%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm3	1.717	1.664	1.751	1.891	1.813	1.762			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%
04/06/2022	10:00 a.m.		275.5	0	0
05/06/2022	10:00 a.m.	24:00:00	320.1	1.36	1.18
06/06/2022	10:00 a.m.	48:00:00	382.8	2.72	2.36
07/06/2022	10:00 a.m.	72:00:00	436.4	4.09	3.54
08/06/2022	10:00 a.m.	96:00:00	490.1	5.45	4.73

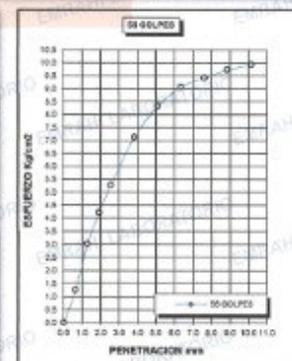
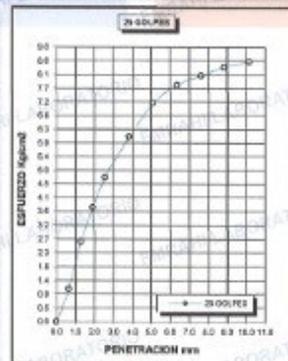
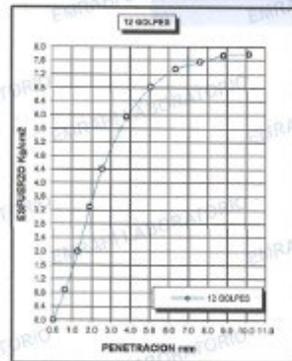
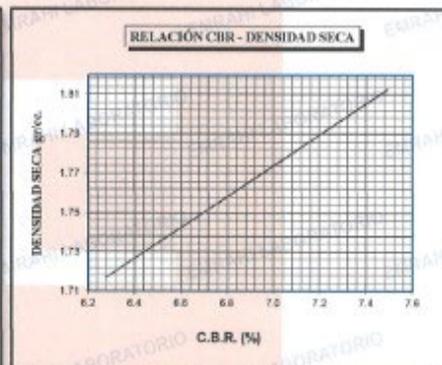
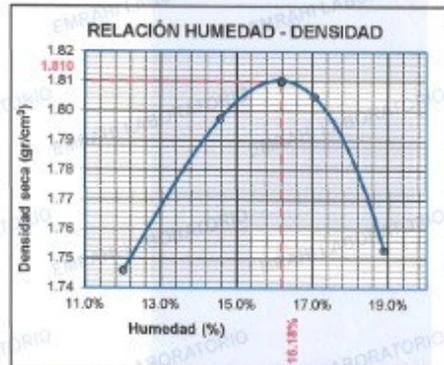
**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Conoc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Conoc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Conoc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.83	00:30		17.5	0.9		21.3	1.1		24.8	1.3		24.8	1.3	
1.27	01:00		39.5	2.0		51.7	2.6		59.7	3.0		59.7	3.0	
1.91	01:30		65.1	3.3		73.8	3.7		83.4	4.2		83.4	4.2	
2.54	02:00	70.31	87.3	4.4		93.4	4.7		104.2	5.3		104.2	5.3	
3.81	03:00		117.6	5.9		119.7	6.1		141.3	7.1		141.3	7.1	
5.09	04:00	105.00	135.1	6.8		141.8	7.2		164.6	8.3		164.6	8.3	
6.35	05:00		145.3	7.3		153.4	7.8		179.5	9.1		179.5	9.1	
7.62	06:00		149.6	7.5		159.7	8.1		188.4	9.4		188.4	9.4	
8.84	07:00		153.4	7.8		165.2	8.4		192.4	9.7		192.4	9.7	
10.16	08:00		154.2	7.8		168.7	8.5		196.4	9.9		196.4	9.9	

**EMRAHI**  
 Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 10940

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

<b>PROYECTO</b>	"RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VICINAL, PUNO, 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Ing. EMERSON ESTEBAN CHOCQUE QUESPE Ing. DARWIN EUSEO RAMIREZ ISAÑES	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.81
<b>MUESTRA</b>	C-1 MUESTRA PATRÓN + 5% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	16.2%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	7.46
<b>COORDENADA</b>	19 375962.6 6288896.8	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	6.31
<b>FECHA</b>	miércoles, 08 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	ML
		<b>AASHTO</b>	A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Ricardo A. Anco  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 163935

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBSISTANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISEP  
 Bch. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBÁÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRÓN + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022

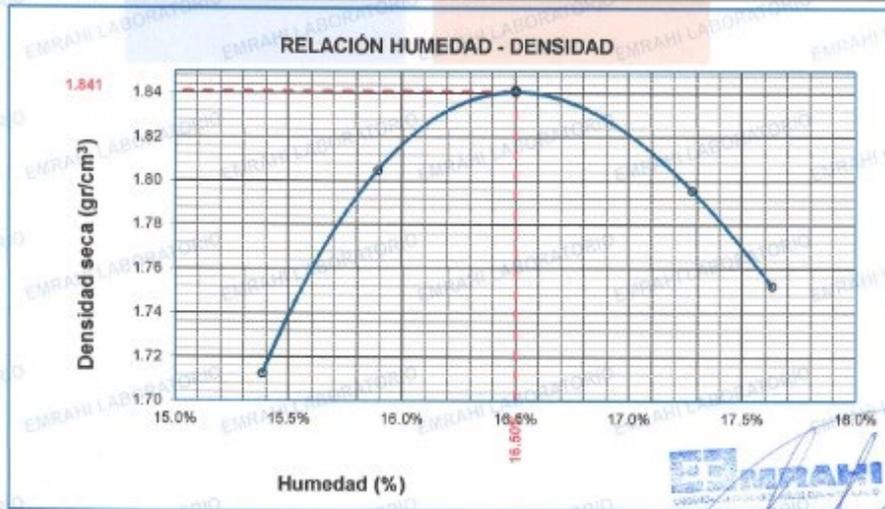


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10597	10843	10874	10778
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4201	4447	4478	4382
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.978	2.092	2.106	2.051

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	111.85	116.82	113.58	123.00	116.52	136.40	148.00	155.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	101.00	105.00	102.00	110.00	103.50	120.30	130.20	135.70
Peso del Agua	gr.	10.85	11.82	11.58	13.00	13.02	16.10	17.80	19.40
Peso de la Capsula	gr.	29.20	29.50	28.50	28.50	27.50	27.50	27.40	27.60
Peso del Suelo Seco	gr.	71.80	75.50	73.50	81.50	76.00	92.40	102.80	108.10
% de Humedad	%	15.11%	15.66%	15.9%	16.03%	17.13%	17.42%	17.32%	17.85%
Promedio de Humedad	%	15.38%		15.89%		17.28%		17.63%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.713		1.805		1.796		1.752	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.84 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.5%



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ricardo Aroni Ayerza  
 INGENIERO EN PROYECTOS DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN  
 CIP. 109638

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO Premezclado PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOCUE QMSPE  
 Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ BAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRON + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO Premezclado  
**FECHA** : Lunes, 13 de junio de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NÚMERO 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.	12622	12242	12625	12266	12654	12268
	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4589	4209	4604	4265	4640	4374
Volumen del Suelo	cm3	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	2.165	1.986	2.172	2.012	2.189	2.054

Capasula No	No	1	6	8	2	3	8	9	7	4
Suelo Humedo + Capsula	gr.	140.60	156.90	156.10	133.00	137.71	130.72	133.60	126.20	130.82
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	125.00	130.50	137.00	113.60	117.20	115.20	116.20	108.40	115.35
Peso del Agua	gr.	24.60	26.40	19.10	19.40	20.51	15.52	17.60	16.80	15.46
Peso de la Capsula	gr.	21.76	21.63	21.32	21.85	21.56	21.45	21.49	21.21	21.52
Peso del Suelo Seco	gr.	103.22	106.07	115.60	91.75	95.64	93.75	94.74	88.19	93.84
% de Humedad	%	23.63%	24.25%	16.51%	21.14%	21.49%	16.55%	18.98%	19.05%	16.47%
Promedio de Humedad	%	24.04%	16.51%	21.26%	16.55%	18.81%	16.47%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.746	1.704	1.791	1.727	1.843	1.772			

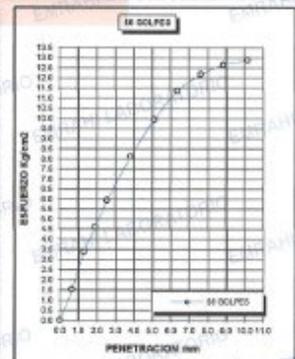
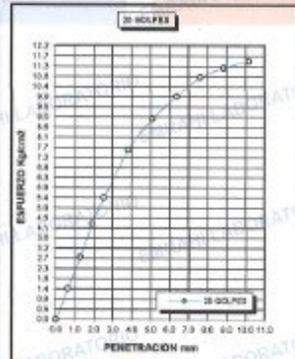
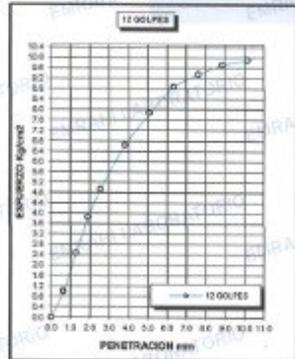
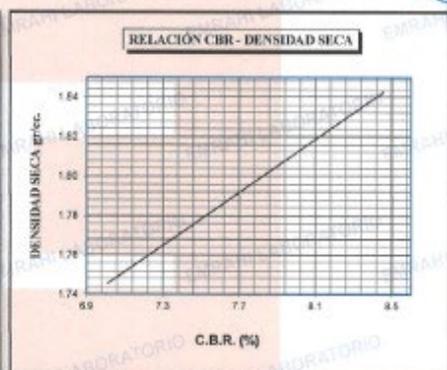
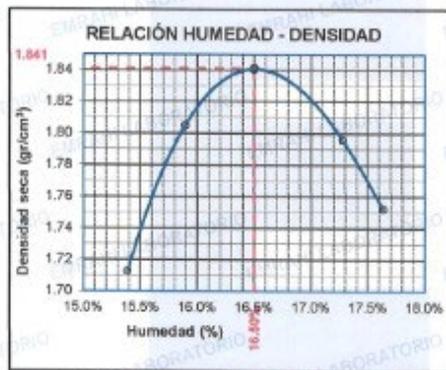
Fecha	Hora	Tiempo	Expansión		Expansión		Expansión		
			Dial	Expansión mm %	Dial	Expansión mm %	Dial	Expansión mm %	
08/06/2022	10:00 a.m.						286.6	0	0
10/06/2022	10:00 a.m.	24:00:00					342.0	1.43	1.24
11/06/2022	10:00 a.m.	48:00:00					398.4	2.87	2.49
12/06/2022	10:00 a.m.	72:00:00					454.8	4.30	3.73
13/06/2022	10:00 a.m.	96:00:00					511.2	5.73	4.97

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		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		19.8	1.0		27.3	1.4		30.2	1.5		30.2	1.5	
1.27	01:00		48.9	2.5		54.8	2.9		66.7	3.4		66.7	3.4	
1.91	01:30		76.3	3.9		83.7	4.2		91.2	4.6		91.2	4.6	
2.54	02:00	70.31	97.5	4.9		106.9	5.4		117.6	5.9		117.6	5.9	
3.81	03:00		131.5	6.6		149.4	7.6		160.7	8.1		160.7	8.1	
5.09	04:00	105.00	155.8	7.9		176.6	8.9		196.7	9.9		196.7	9.9	
6.36	05:00		175.6	8.9		196.3	9.9		224.8	11.4		224.8	11.4	
7.62	06:00		185.3	9.4		212.8	10.8		240.8	12.2		240.8	12.2	
8.84	07:00		192.3	9.7		221.2	11.2		250.3	12.7		250.3	12.7	
10.16	08:00		196.0	9.9		227.1	11.5		254.9	12.9		254.9	12.9	

**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ricardo Aron Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y SUELOS DE TALUD  
 CIP. 107633

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

<b>PROYECTO</b>	: "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VICINAL, PUNO, 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	: ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	: Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE GU/SPE Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBARRÉS	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	: 1.84
<b>MUESTRA</b>	: C-2 MUESTRA PATRON + 5% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	: 16.5%
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	: 8.43
<b>COORDENADA</b>	: 391 376119.4 8286886.7	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	: 7.06
<b>FECHA</b>	: Lunes, 13 de junio de 2022	<b>CLASIFICACION</b>	: ML
		<b>AASHTO</b>	: A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS

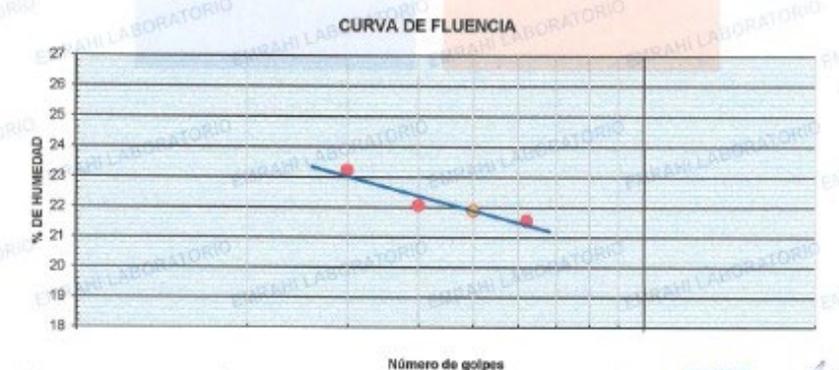


*Ricardo Araní Acero*  
 ESPLETA DE INGENIERÍA TÉCNICA EN OBRAS DE SUELO  
 CIP. 109508

**ENSAYOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**PROGRESIVA** : 19L 376279.6 8287695.9  
**MATERIAL** : M.P. + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO **FECHA** : 02/06/2022  
**CALICATA N°** : C - 3  
**MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

DATOS DE ENSAYO					
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
N° TARRO	13	14	15		
TARRO + SUELO HUMEDO	42.82	39.83	45.34		
TARRO + SUELO SECO	36.81	36.75	41.33		
AGUA	4.01	3.08	4.01		
PESO DEL TARRO	21.54	22.79	22.72		
PESO DEL SUELO SECO	17.27	13.96	18.61		
% DE HUMEDAD	23.22	22.06	21.55		
N° DE GOLPES	15	20	31		
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
N° TARRO	111	112			
TARRO + SUELO HUMEDO	35.73	38.64			
TARRO + SUELO SECO	32.42	35.13			
AGUA	3.31	3.51			
PESO DEL TARRO	5.90	7.38			
PESO DEL SUELO SECO	26.52	27.75			
% DE HUMEDAD	12.48	12.65			
<b>LL</b> :	<b>21.9 %</b>	<b>LP</b> :	<b>12.6 %</b>	<b>IP</b> :	<b>9.3 %</b>



  
**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ricardo Araníez Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA / CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 4100036

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : \*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2002\*

**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISEP  
Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBÁÑES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN (DEPARTAMENTO PUNO)

**MUESTRA** : C-3 MUESTRA PATRON + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO

**FECHA** : martes, 11 de Julio de 2002

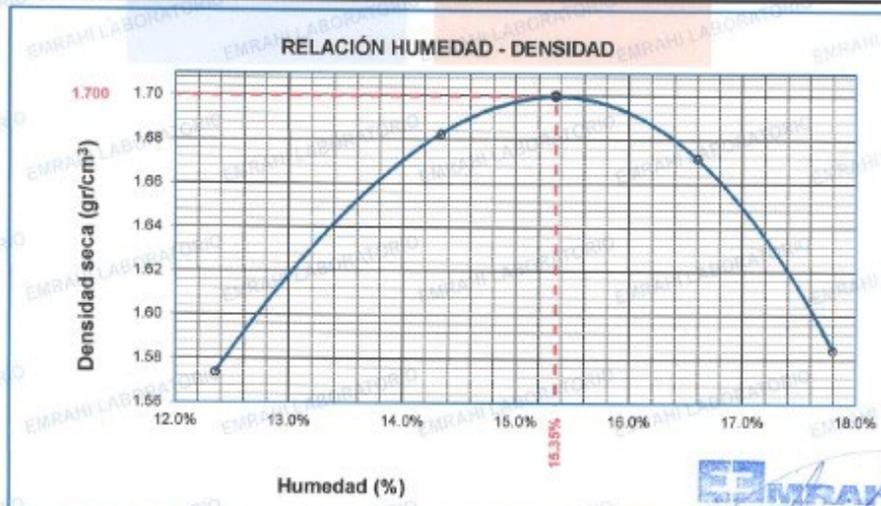


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10155	10486	10540	10364
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	3759	4090	4144	3968
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.768	1.924	1.949	1.867

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	86.10	85.00	85.18	84.00	82.90	81.23	80.00	82.45
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	80.00	78.00	78.56	77.56	75.90	74.00	72.65	74.85
Peso del Agua	gr.	6.10	6.00	6.62	6.44	7.00	7.23	7.35	7.60
Peso de la Capsula	gr.	30.00	31.00	32.00	33.00	32.56	31.20	30.84	32.55
Peso del Suelo Seco	gr.	50.00	48.00	46.56	44.56	43.94	42.80	41.81	42.30
% de Humedad	%	12.20%	12.50%	14.2%	14.45%	16.30%	16.89%	17.58%	18.01%
Promedio de Humedad	%	12.35%		14.34%		16.60%		17.79%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.574		1.683		1.672		1.585	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.70 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	15.4%



*Ricardo Aroni Acero*  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA CENTRO DE CALIDAD  
CIP. 199638

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUIRPE  
 : Bach. DARWIN EUSEO RAMIREZ RAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRON + 5 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : Junm, 17 de junio de 2022



MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	58
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR SATURADO SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12231	11841	12245	11913	12252	12012
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4198	3808	4224	3892	4238	3998
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	g/cm <sup>3</sup>	1.981	1.797	1.993	1.836	2.000	1.886

Capasula No	No	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Suelo Humedo + Capsula	gr.	103.35	108.85	93.07	99.42	98.75	96.04	101.75	102.51	102.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	90.00	95.00	86.00	88.00	88.20	87.45	91.85	92.15	93.25
Peso del Agua	gr.	13.35	14.85	7.07	10.42	11.55	8.59	10.10	10.36	9.15
Peso de la Capsula	gr.	31.00	31.85	32.82	35.12	30.90	31.57	32.66	33.45	34.02
Peso del Suelo Seco	gr.	59.00	63.35	52.38	52.88	57.21	55.88	58.70	58.70	58.23
% de Humedad	%	22.63%	23.13%	15.40%	19.70%	20.19%	15.37%	17.21%	17.65%	15.45%
Promedio de Humedad	%	22.88%	15.40%	19.85%	15.37%	17.43%	15.46%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm <sup>3</sup>	1.612	1.557	1.662	1.692	1.703	1.634			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%
13/06/2022	9:00 a.m.		310.5	0	0
14/06/2022	9:00 a.m.	24:00:00	365.1	1.39	1.20
15/06/2022	9:00 a.m.	48:00:00	419.8	2.78	2.41
16/06/2022	9:00 a.m.	72:00:00	474.4	4.16	3.61
17/06/2022	9:00 a.m.	96:00:00	529.1	5.55	4.81

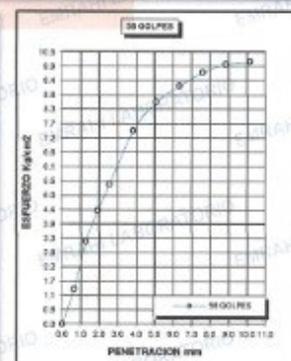
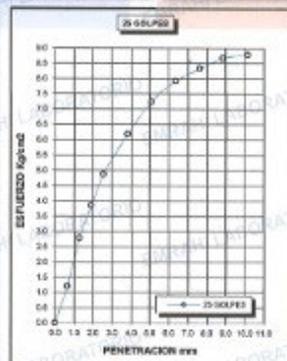
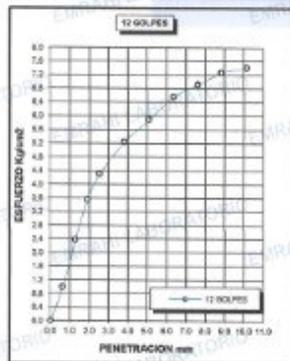
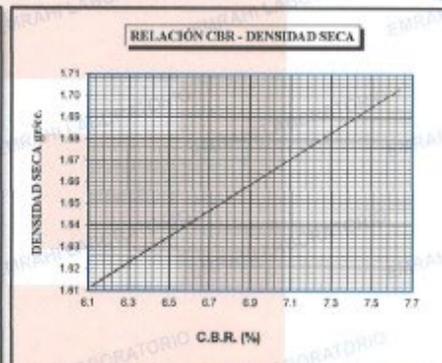
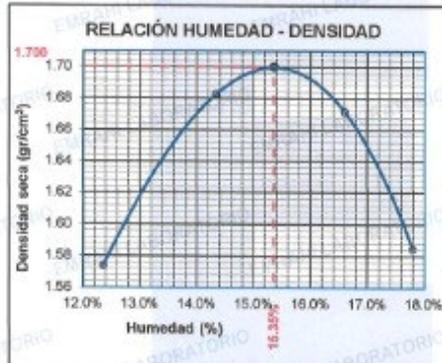
**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Consec.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		19.6	1.0		23.7	1.2		26.8	1.4		28.8	1.6	
1.27	01:00		40.9	2.4		55.3	2.6		62.9	3.2		67.9	3.6	
1.91	01:30		70.2	3.5		78.2	3.9		86.3	4.4		91.3	4.8	
2.54	02:00	70.3t	95.1	4.3		98.5	4.9		106.2	5.4		111.3	5.8	
3.81	03:00		103.7	5.2		122.4	6.2		146.7	7.4		156.9	8.1	
5.09	04:00	105.00	116.3	5.9		143.5	7.3		168.9	8.5		180.9	9.1	
6.35	05:00		129.7	6.6		158.8	7.9		180.9	9.1		190.9	9.1	
7.62	06:00		136.7	6.9		164.8	8.3		191.5	9.7		197.3	10.0	
8.84	07:00		143.8	7.3		171.7	8.7		197.3	10.0		199.7	10.1	
10.16	08:00		146.7	7.4		173.9	8.8		199.7	10.1				

**EMRAHI**  
 Ricardo Aroni Acero  
 REPUBLICA PERUANA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 CIP: 153826

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

<b>PROYECTO</b>	RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VICINAL, PUNO, 2002	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUESPE Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBARRÉS	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.70
<b>MUESTRA</b>	C-3 MUESTRA PATRÓN + 5% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	15.4%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	7.58
<b>COORDENADA</b>	19L 576279.5 8287695.9	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	6.17
<b>FECHA</b>	lunes, 17 de junio de 2002	<b>CLASIFICACIÓN</b>	: CL
		<b>AASHTO</b>	: A-4
		<b>EMBEBIDO</b>	: 4 DIAS



**EMRAHI**  
 Ricardo Arroyo Acero  
 ESPECIALISTA EN CEMENTOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109540



**COMBINACION - M.P. +**   
**10 % RESIDUOS DE**  
**CONCRETO**  
**PREMEZCLADO**

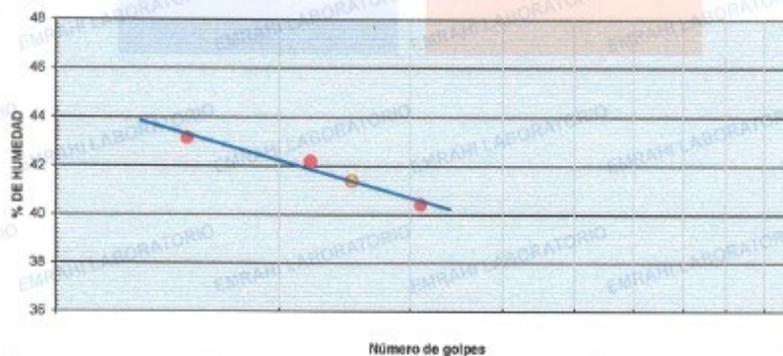
**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**COORDENADA** : 19 375962.8 8288996.8  
**MATERIAL** : M.P. + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO **FECHA** : 02/08/2022  
**CALICATA N°** : C - 1  
**MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	7	8	9		
TARRO + SUELO HUMEDO	41.91	41.83	39.74		
TARRO + SUELO SECO	35.75	35.81	34.42		
AGUA	6.16	5.82	5.32		
PESO DEL TARRO	21.46	22.02	21.26		
PESO DEL SUELO SECO	14.27	13.79	13.16		
% DE HUMEDAD	43.17	42.20	40.43		
N° DE GOLPES	15	22	31		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	85	86			
TARRO + SUELO HUMEDO	44.34	41.72			
TARRO + SUELO SECO	38.84	36.82			
AGUA	5.50	4.90			
PESO DEL TARRO	21.33	21.46			
PESO DEL SUELO SECO	17.51	15.34			
% DE HUMEDAD	31.41	31.94			
<b>LL :</b>	<b>41.4 %</b>	<b>LP :</b>	<b>31.7 %</b>	<b>IP :</b>	<b>9.7 %</b>

**CURVA DE FLUENCIA**



*Ricardo Arroyo Acero*  
 ESPECIALISTA EN SECTORES DE CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VICINAL, PUNO, 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 Bch. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBÁÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRÓN + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : Viernes, 03 de junio de 2022

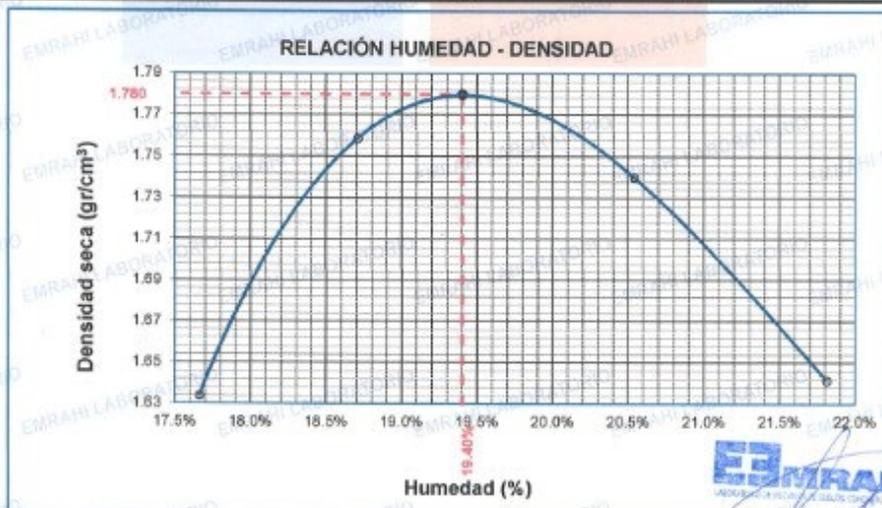


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10483	10835	10855	10647
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4087	4439	4459	4251
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.922	2.088	2.097	2.000

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	107.85	134.00	113.70	112.28	101.10	102.50	104.00	105.80
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	95.14	117.27	99.88	98.43	88.00	89.00	90.00	91.20
Peso del Agua	gr.	12.51	16.73	13.84	13.85	13.10	13.50	14.00	14.60
Peso de la Capsula	gr.	23.41	23.71	25.60	24.70	23.50	24.00	25.00	25.10
Peso del Suelo Seco	gr.	71.73	93.56	74.28	73.73	64.50	65.00	65.00	66.10
% de Humedad	%	17.44%	17.88%	18.64%	18.78%	20.31%	20.77%	21.54%	22.09%
Promedio de Humedad	%	17.66%		18.71%		20.54%		21.81%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.634		1.759		1.740		1.642	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.78	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	19.4%	



Ricardo Aron Acero  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y PUERTOS DE CALIDAD  
 CIP. 120636

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE  
 Bch. DARWIN EUSEO RAMÍREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRÓN + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022

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

	gr.	12578	12186	12563	12263	12605	12395
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4543	4153	4542	4242	4591	4361
Peso del Suelo Humedo	gr.	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2.144	1.959	2.143	2.001	2.166	2.067
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

Capítulo No	No	C	A	B	M	H	D	R	W	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.00	85.45	85.40	86.94	86.30	79.63	81.60	102.26	92.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	70.00	75.00	75.56	74.25	73.85	70.45	71.15	86.00	81.00
Peso del Agua	gr.	13.00	10.45	10.42	12.69	12.45	9.48	10.45	14.55	11.30
Peso de la Capsula	gr.	21.28	22.00	21.89	20.99	22.30	21.48	22.15	20.98	23.00
Peso del Suelo Seco	gr.	48.75	53.00	54.09	53.26	51.55	48.97	49.00	67.02	58.00
% de Humedad	%	26.67%	27.20%	19.26%	23.83%	24.15%	19.36%	21.33%	21.71%	19.48%
Promedio de Humedad	%	26.97%	19.26%	23.99%	19.36%	21.52%	19.48%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.688	1.643	1.728	1.677	1.783	1.730			

**EXPANSIÓN**

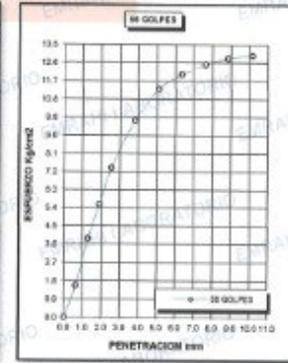
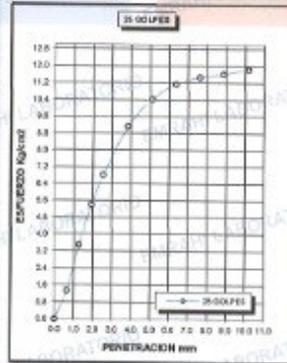
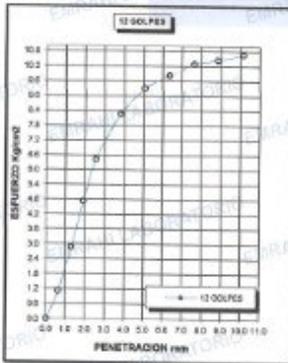
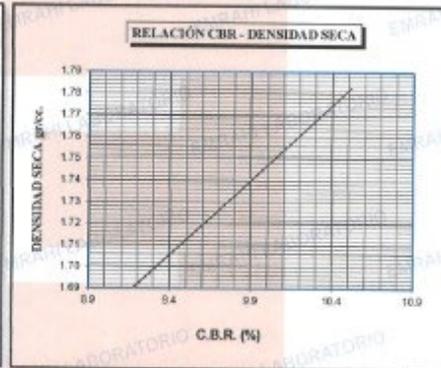
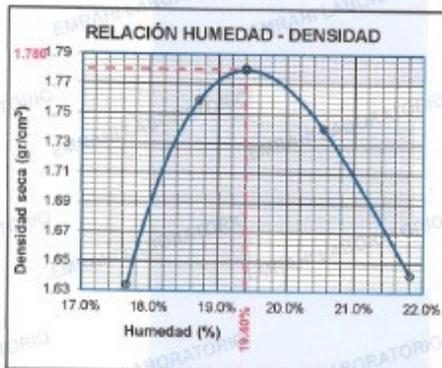
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	Expansión %
04/06/2022	11:00 a.m.		210.7	0	0
05/06/2022	11:00 a.m.	24:00:00	259.9	1.25	1.08
06/06/2022	11:00 a.m.	48:00:00	309.2	2.50	2.17
07/06/2022	11:00 a.m.	72:00:00	358.4	3.75	3.25
08/06/2022	11:00 a.m.	96:00:00	407.7	5.00	4.34

**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		22.4	1.1		26.8	1.4		30.9	1.6		35.3	1.8	
1.27	01:00		59.8	2.9		69.5	3.5		78.7	3.9		88.4	4.1	
1.91	01:30		93.6	4.7		106.9	5.4		110.3	5.6		119.6	5.8	
2.54	02:00	70.31	127.3	6.4		135.2	6.8		146.3	7.4		157.4	8.0	
3.18	03:00		163.4	8.3		180.6	9.1		192.8	9.7		205.0	10.3	
5.09	04:00	105.00	194.2	9.3		206.3	10.4		223.8	11.3		236.0	12.0	
6.35	05:00		194.4	9.8		220.5	11.1		237.9	12.0		250.0	12.5	
7.62	06:00		203.6	10.3		225.9	11.5		247.6	12.5		263.0	13.0	
8.84	07:00		208.7	10.4		230.1	11.6		253.8	12.8		268.0	13.0	
10.16	08:00		211.2	10.7		234.2	11.8		256.4	13.0		270.0	13.0	

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

<b>PROYECTO</b>	"RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VICINAL, PUNO, 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ RAMÍRES	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.78
<b>MUESTRA</b>	C-1 MUESTRA PATRÓN + 10 KG RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	19.4%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	10.48
<b>COORDENADA</b>	37 375962.6 8288906.8	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	9.19
<b>FECHA</b>	miércoles, 08 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	ML
		<b>AASHTO</b>	A-7.5
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



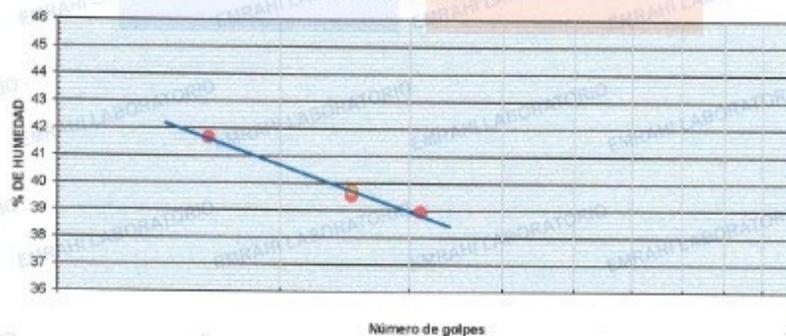
Ricardo Aroni Acero  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CENTRO DE CALIDAD  
CIP. 109936

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**OBRA** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**COORDENADA** : 19L 376119.6 8288338.7  
**MATERIAL** : M.P. + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : 02/05/2022  
**CALICATA N°** : C - 2  
**MUESTRA** : M - 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	19	20	21	
TARRO + SUELO HUMEDO	42.09	46.35	42.74	
TARRO + SUELO SECO	36.85	39.18	36.88	
AGUA	5.54	7.17	6.06	
PESO DEL TARRO	23.25	21.05	21.12	
PESO DEL SUELO SECO	13.29	18.13	15.56	
% DE HUMEDAD	41.69	39.55	38.95	
N° DE GOLPES	16	25	31	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	105	106		
TARRO + SUELO HUMEDO	38.47	38.45		
TARRO + SUELO SECO	31.16	30.84		
AGUA	7.31	7.61		
PESO DEL TARRO	7.13	5.94		
PESO DEL SUELO SECO	24.03	24.90		
% DE HUMEDAD	30.42	30.56		
LL : 39.7 %	LP : 30.5 %	IP : 9.2 %		


**CURVA DE FLUENCIA**


  
**Ricardo Arani Acero**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y SERVICIO DE CALIDAD  
 CIP. 198036

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : \*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBÁÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRON + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022

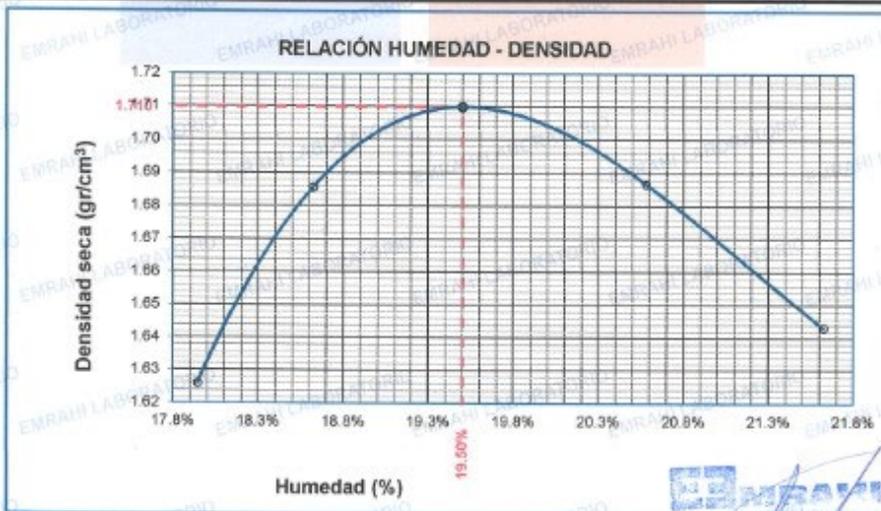


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10473	10647	10720	10645
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4077	4251	4324	4249
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.918	2.000	2.034	1.999

Capcula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	194.10	181.35	187.88	175.50	200.67	180.99	186.99	185.78
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	169.30	155.70	163.20	150.00	170.20	153.80	158.50	155.50
Peso del Agua	gr.	24.80	25.65	24.68	25.50	30.47	27.19	28.49	30.26
Peso de la Capsula	gr.	21.81	21.21	21.72	21.22	21.84	21.98	21.19	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	147.49	134.49	141.48	128.78	148.36	131.85	137.31	134.50
% de Humedad	%	16.81%	19.07%	17.4%	19.80%	20.54%	20.62%	20.75%	22.50%
Promedio de Humedad	%	17.94%		18.62%		20.56%		21.62%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.626		1.686		1.687		1.643	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.71 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	19.5%



*Ricardo A. Acero*  
 ESPESALISTA EN PROTECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109739

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
**UBICACIÓN** : Bch. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBARRÉS  
**MUESTRA** : DISTRITO DE SAN MIGUEL - PROVINCIA DE SAN ROMÁN - DEPARTAMENTO PUNO  
**FECHA** : C-2 MUESTRA PATRON + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
 : Jenes, 13 de junio de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	50
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12394	12035	12373	12056	12417	12189
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4361	4002	4352	4035	4403	4155
Peso del Suelo Humedo	cm3	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volumen del Suelo	gr/cm3	2.058	1.888	2.053	1.904	2.077	1.980
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	1	2	3	4	5	6	7	8	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	117.71	117.84	114.57	113.92	116.83	107.91	112.11	116.15	117.14
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	90.02	87.98	86.84	95.45	88.74	94.25	96.64	99.89	102.12
Peso del Agua	gr.	19.89	19.85	14.73	17.47	18.09	13.66	15.47	16.26	15.02
Peso de la Capsula	gr.	23.87	25.34	24.36	22.30	23.54	24.13	23.14	24.44	25.11
Peso del Suelo Seco	gr.	74.15	72.65	75.48	74.15	75.20	70.12	73.50	75.45	77.01
% de Humedad	%	26.80%	27.05%	19.52%	23.56%	24.06%	19.48%	21.05%	21.55%	19.50%
Promedio de Humedad	%	26.30%	19.52%	23.81%	19.48%	21.30%	19.50%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.623	1.580	1.659	1.593	1.713	1.640			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión	
			mm	%	mm	%	mm	%		
09/06/2022	12:00 a.m.							365.1	0	0
10/06/2022	12:00 a.m.	24:00:00						434.8	1.26	1.09
11/06/2022	12:00 a.m.	48:00:00						484.5	2.62	2.19
12/06/2022	12:00 a.m.	72:00:00						534.1	3.70	3.28
13/06/2022	12:00 a.m.	96:00:00						583.8	5.05	4.38

**PENETRACION**

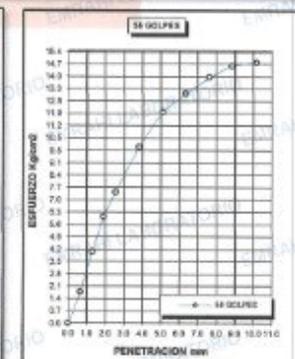
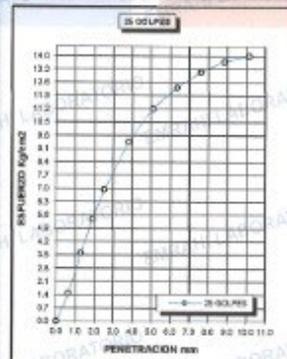
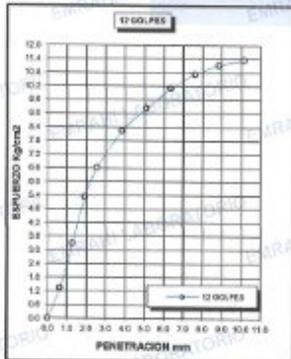
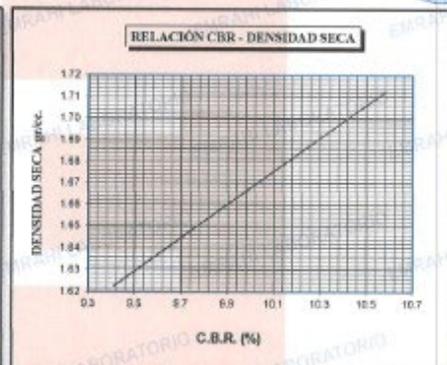
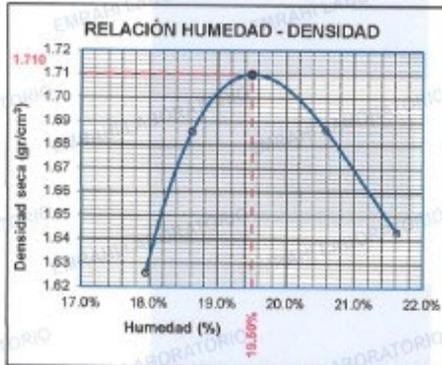
Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Cones.	Dial	Kg	Kg/cm2	Cones.	Dial	Kg	Kg/cm2	Cones.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		26.4	1.3		29.1	1.5		35.4	1.8		35.4	1.8	
1.27	01:00		65.2	3.3		71.3	3.6		80.5	4.1		80.5	4.1	
1.91	01:30		105.7	5.3		106.7	5.4		119.7	6.1		119.7	6.1	
2.54	02:00	70.3t	130.9	6.6		137.4	6.9		147.2	7.4		147.2	7.4	
3.81	03:00		162.8	8.2		187.1	9.5		197.8	10.0		197.8	10.0	
5.09	04:00	105.00	182.4	9.2		221.7	11.2		238.4	11.9		238.4	11.9	
6.35	05:00		199.7	10.1		243.8	12.3		257.8	13.0		257.8	13.0	
7.62	06:00		212.2	10.7		260.1	13.1		275.8	13.9		275.8	13.9	
8.84	07:00		220.1	11.1		271.0	13.7		288.7	14.6		288.7	14.6	
10.16	08:00		224.7	11.4		276.8	14.0		292.9	14.8		292.9	14.8	



Ricardo Aroji Acero  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y OBRAS DE BARRIO  
 CIP. 109936

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

<b>PROYECTO</b>	*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCORPORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VICINAL, PUNO, 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Señ. EMERSON ESTEBAN CHOCQUE QUAYRE Señ. DARWIN ELISEO RAMÍREZ BAÑES	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> 1.71
<b>MUESTRA</b>	C-2 MUESTRA PATRON + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> 19.5%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> 10.55
<b>COORDENADA</b>	19. 376119.6 6288336.7	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> 9.43
<b>FECHA</b>	Jueves, 13 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b> : ML
		<b>AASHTO</b> : A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Rocío Aroni Acero  
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE CALIDAD  
C.P. 108878



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

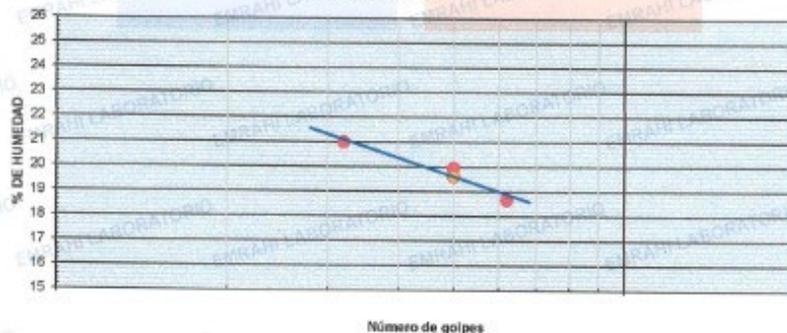
### ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E - 110, MTC E 111

TESIS : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
SOLICITANTE : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBAÑES  
PROGRESIVA : 19L 376279.5 8287895.9  
MATERIAL : M.P. + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
CALICATA N° : C - 3  
MUESTRA : M - 1  
FECHA : 02/06/2022  
PROFUNDIDAD : 0.00 - 1.5 m

#### DATOS DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	16	17	18	
TARRO + SUELO HUMEDO	45.32	38.02	41.24	
TARRO + SUELO SECO	41.18	35.29	38.22	
AGUA	4.14	2.73	3.02	
PESO DEL TARRO	21.46	21.61	22.05	
PESO DEL SUELO SECO	19.72	13.98	16.17	
% DE HUMEDAD	20.99	19.95	18.68	
N° DE GOLPES	16	25	31	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	113	114		
TARRO + SUELO HUMEDO	37.43	38.91		
TARRO + SUELO SECO	34.22	35.52		
AGUA	3.21	3.39		
PESO DEL TARRO	5.93	5.04		
PESO DEL SUELO SECO	28.29	29.48		
% DE HUMEDAD	11.35	11.50		
LL : 19.6 %	LP : 11.4 %	IP : 8.2 %		

#### CURVA DE FLUENCIA



Número de golpes



Ricardo Aron Acero  
ESPECIALISTA EN EL CONTROL DE CALIDAD  
CIP 105438

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 : Bach. DARWIN EUSEO RAMIREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-3 MUESTRA PATRON + 30 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : sábado, 11 de junio de 2022

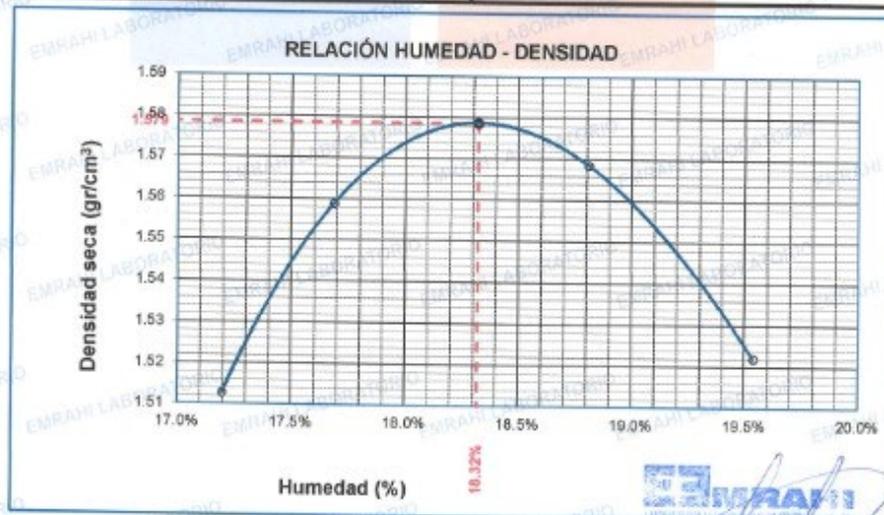


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10165	10296	10358	10264
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	3769	3900	3962	3868
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.773	1.835	1.884	1.819

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	118.20	120.40	123.70	119.20	132.99	116.45	118.20	120.60
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	105.30	108.00	109.00	104.42	115.87	101.49	102.91	104.52
Peso de la Capsula	gr.	13.90	14.40	14.70	14.78	17.12	14.96	15.29	16.28
Peso del Suelo Húmedo	gr.	23.72	23.03	23.26	23.33	23.37	23.20	22.89	22.99
Peso del Suelo Seco	gr.	81.58	82.97	86.74	81.09	82.50	78.29	80.02	81.53
% de Humedad	%	17.04%	17.36%	17.11%	18.23%	18.81%	19.11%	19.11%	18.97%
Promedio de Humedad	%	17.20%		17.69%		18.81%		19.54%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.513		1.559		1.569		1.522	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.58 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	18.32%



*Ricardo Aroni Jureta*  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 101026

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Ing. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-3 MUESTRA PATRON + 10 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : viernes, 17 de junio de 2022

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

	gr.	12032	11662	12008	11696	12056	11836
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	3699	3629	3687	3675	4042	3822
Peso del Suelo Humedo	gr.	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	1.887	1.712	1.881	1.734	1.907	1.903
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

Capsula No	No	1	2	3	4	5	6	7	8
Suelo Humedo + Capsula	gr.	120.45	121.18	115.32	117.45	117.29	114.90	117.00	118.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	100.20	100.60	100.85	99.56	99.19	98.99	101.20	101.50
Peso del Agua	gr.	20.25	20.58	14.44	17.89	18.10	14.51	15.80	16.50
Peso de la Capsula	gr.	21.80	21.80	21.99	21.06	21.08	21.12	22.52	22.60
Peso del Suelo Seco	gr.	78.80	78.70	78.86	78.51	78.11	78.87	78.68	78.90
% de Humedad	%	25.70%	26.26%	16.30%	22.75%	23.17%	16.46%	20.08%	20.91%
Promedio de Humedad	%	26.02%	18.30%	22.98%	18.40%	20.50%	18.33%		
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.497	1.447	1.530	1.465	1.583	1.524		

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%
13/06/2022	10:00 a.m.		256.2	0	0
14/06/2022	10:00 a.m.	24:00:00	306.4	1.28	1.11
15/06/2022	10:00 a.m.	48:00:00	356.6	2.55	2.21
16/06/2022	10:00 a.m.	72:00:00	406.8	3.85	3.32
17/06/2022	10:00 a.m.	96:00:00	457.0	5.10	4.42

**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		27.7	1.0		29.3	1.2		38.2	1.4		38.2	1.4	
1.27	01:00		70.3	3.6		75.3	3.8		95.3	4.4		95.3	4.4	
1.91	01:30		102.3	5.2		110.6	5.8		127.2	6.4		127.2	6.4	
2.54	02:00	70.31	130.2	6.8		137.8	7.0		149.6	7.8		149.6	7.8	
3.81	03:00		162.7	8.2		182.3	9.2		193.5	9.8		193.5	9.8	
5.09	04:00	105.00	186.4	9.4		209.7	10.6		221.7	11.2		221.7	11.2	
6.35	05:00		202.7	10.2		226.7	11.5		243.8	12.3		243.8	12.3	
7.62	06:00		218.8	10.9		240.8	12.2		255.7	12.9		255.7	12.9	
8.84	07:00		227.3	11.5		250.8	12.7		264.0	13.3		264.0	13.3	
10.16	08:00		231.0	11.7		253.3	12.8		268.6	13.6		268.6	13.6	

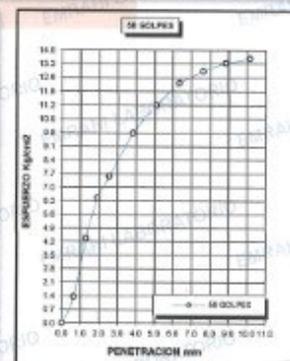
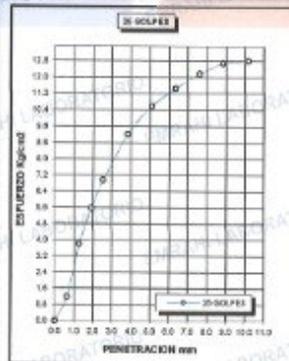
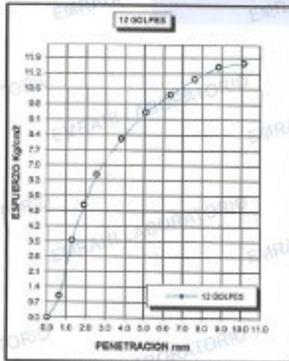
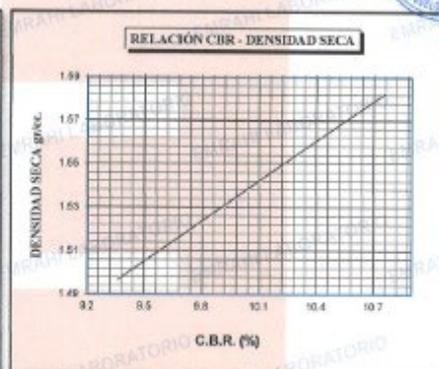
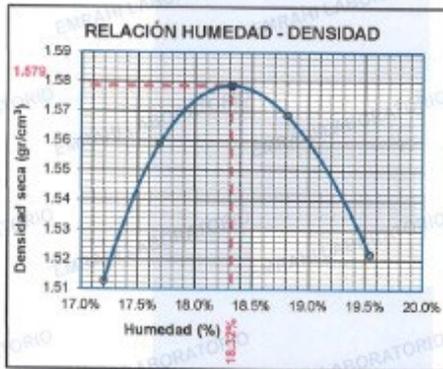
**EMRAHI**  
 RIESGO APROPIADO  
 PRESENTADA POR EL INGENIERO DE CALIDAD  
 CIP-107632



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

<b>PROYECTO</b> : "RESIDUOS DE CONCRETO PRIMEZCLADO PARA INCENTENAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b> : ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b> : Ing. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE Ing. DARWIN ELISEO RAMIREZ SAARES	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.58
<b>MUESTRA</b> : C-3 MUESTRA PATRON + 30% RESIDUOS DE CONCRETO PRIMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> : 18.3%
<b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> : 10.69
<b>COORDENADA</b> : 19L 176279.5 8287895.9	<b>CLASIFICACIÓN</b> : CL
<b>FECHA</b> : Viernes, 17 de junio de 2022	<b>AASHTO</b> : A-4
	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS



Ricardo A. Puy Acero  
ESPECIALISTA EN SERVICIOS DE LABORATORIO DE CALIDAD  
CIP. 158432



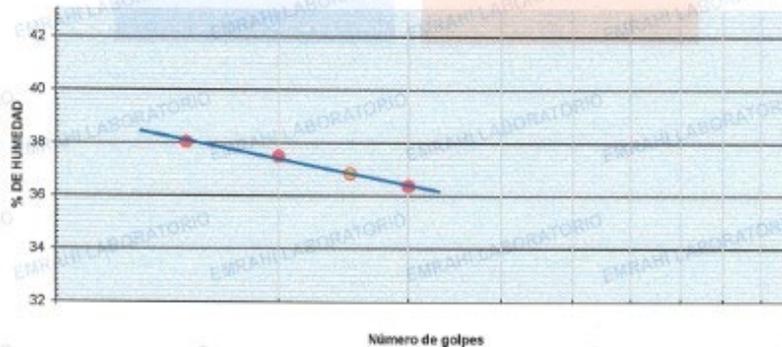
**COMBINACION - M.P. +  
20 % RESIDUOS DE  
CONCRETO  
PREMEZCLADO**

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**COORDENADORA** : 19 375962.6 6266996.8  
**MATERIAL** : M.P. + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO **FECHA** : 02/08/2022  
**CALICATA N°** : C - 1  
**MUESTRA** : M - 1 **PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO					
N° TARRO	10	11	12		
TARRO + SUELO HUMEDO	42.61	42.52	38.45		
TARRO + SUELO SECO	36.35	36.74	34.43		
AGUA	6.25	5.78	4.02		
PESO DEL TARRO	19.90	21.33	23.38		
PESO DEL SUELO SECO	16.45	15.41	11.05		
% DE HUMEDAD	38.05	37.51	36.38		
N° DE GOLPES	15	20	30		
LÍMITE PLÁSTICO					
N° TARRO	74	81			
TARRO + SUELO HUMEDO	43.14	45.78			
TARRO + SUELO SECO	38.20	40.25			
AGUA	4.94	5.53			
PESO DEL TARRO	21.33	21.48			
PESO DEL SUELO SECO	16.87	18.77			
% DE HUMEDAD	29.28	29.46			
<b>LL :</b>	<b>36.9 %</b>	<b>LP :</b>	<b>29.4 %</b>	<b>IP :</b>	<b>7.5 %</b>

**CURVA DE FLUENCIA**


Número de golpes


 Ricardo Aron Acero  
 ESTADISTA EN MECÁNICA DE SUELOS DE CALIDAD  
 CIP. 10980

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

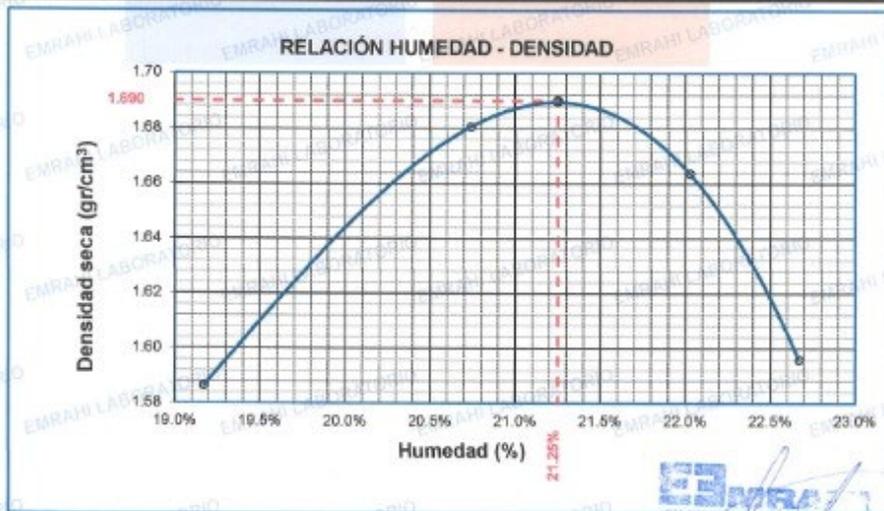
**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECHAL, PUNO, 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISEP  
 Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRON + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : Viernes, 03 de junio de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10415	10710	10712	10558
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	4019	4314	4316	4162
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.891	2.029	2.030	1.958

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	66.90	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	62.00	69.50	55.20	60.40	69.10
Peso del Agua	gr.	7.70	7.80	7.00	8.80	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.	36.40	41.50	34.10	42.00	47.70	33.30	39.20	48.40
% de Humedad	%	19.54%	18.00%	20.5%	20.95%	22.43%	21.82%	22.18%	23.14%
Promedio de Humedad	%	19.17%		20.74%		22.03%		22.67%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.586		1.681		1.664		1.596	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.69 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	21.3%



**EMRAHI**  
 Ricardo Arce Acero  
 EXPUESTA EN REGISTRO NACIONAL DE CALIDAD  
 CIP. 109022

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VICINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Sr. EMEISON ESTEBAN CHOQUE QURSE  
 Sr. DARWIN ELISEO RAMÍREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-1 MUESTRA PATRÓN + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022



MOLDE No	II	I
No DE CAPAS	5	5
NÚMERO 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.	12415	12045	12426	12146	12447	12267
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4382	4012	4405	4125	4433	4253
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	g/cm <sup>3</sup>	2.068	1.893	2.078	1.946	2.092	2.007

Capsula No		No	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Suelo Humedo + Capsula	gr.	164.20	148.70	160.89	172.20	170.00	161.04		183.20	187.40	157.22
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	132.10	119.64	153.00	143.03	140.93	138.90		163.43	166.98	133.85
Peso de la Capsula	gr.	32.10	29.06	27.89	29.17	29.07	24.14		29.77	30.42	23.37
Peso del Suelo Seco	gr.	29.39	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70		26.57	26.54	24.09
% de Humedad	%	20.72%	20.31%	21.30%	25.02%	26.33%	21.33%		23.47%	23.88%	21.29%
Promedio de Humedad	%	20.02%	21.30%	26.13%	21.33%	23.56%	21.29%				
Densidad del Suelo Seco	g/cm <sup>3</sup>	1.603	1.661	1.648	1.604	1.893	1.664				

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión	
			mm	%	mm	%
04/06/2022	12:00 a.m.				325.5	0
05/06/2022	12:00 a.m.	24:00:00			372.1	1.18
06/06/2022	12:00 a.m.	48:00:00			416.6	2.37
07/06/2022	12:00 a.m.	72:00:00			465.2	3.55
08/06/2022	12:00 a.m.	96:00:00			511.8	4.73

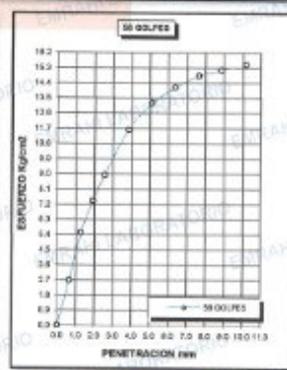
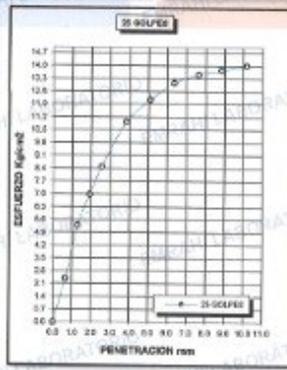
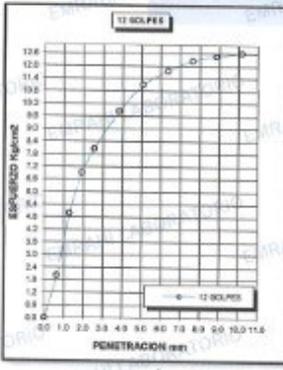
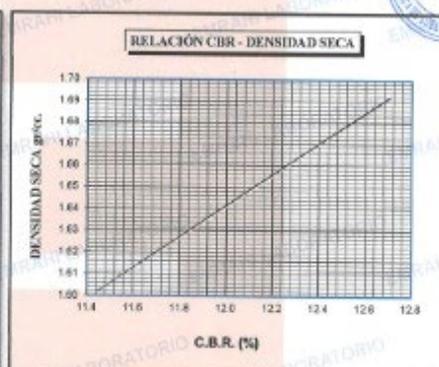
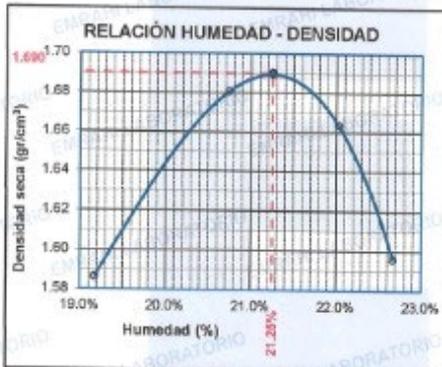
**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No II				MOLDE No I				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	
0.00	0:00			0.0	0.00		0.0	0.00			0.0	0.00		0.0	0.00
0.63	00:30			39.8	2.0		47.2	2.4			52.6	2.7			57.0
1.27	01:00			98.4	5.0		104.9	5.3			109.3	5.5			113.7
1.91	01:30			136.7	6.9		138.6	7.0			146.7	7.4			148.6
2.54	02:00	70.3t		159.2	8.0		169.3	8.5			178.7	8.9			188.1
3.81	03:00			194.5	9.8		216.4	10.9			229.6	11.6			242.8
5.09	04:00	105.00		219.9	11.1		240.5	12.2			260.8	13.2			271.9
6.35	05:00			232.7	11.8		258.6	13.1			279.6	14.1			288.6
7.62	06:00			242.3	12.2		267.6	13.5			293.6	14.8			302.6
8.84	07:00			246.7	12.5		272.4	13.8			300.3	15.2			307.6
10.16	08:00			249.7	12.6		277.6	14.0			306.6	15.5			312.6

Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109926

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

<b>PROYECTO</b>	*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBGRANTE EN UNA VÍA VEHNAL, PUNO, 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE OLIVERA Bch. DARYN ELISIO RAMIREZ IBÁÑEZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.69
<b>MUESTRA</b>	C-1 MUESTRA PATRON + 20% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	21.3%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SAN ROMÁN, DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	12.67
<b>COORDENADA</b>	19 375962.6 8388995.8	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	11.49
<b>FECHA</b>	miércoles, 08 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	ML
		<b>AASHTO</b>	A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



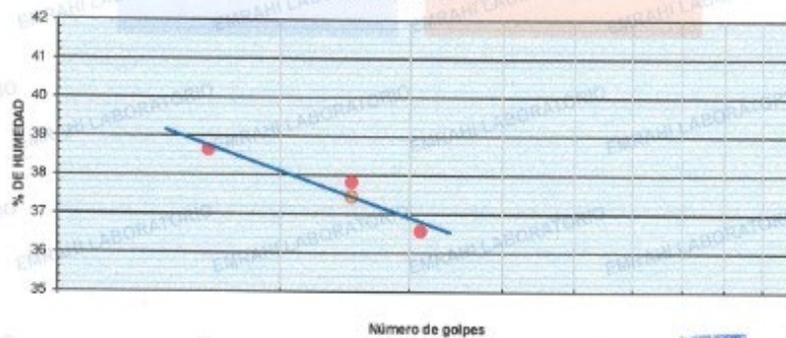
**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Rafael Aroca Acero  
INGENIERO EN GEOTECNIA CENTRO DE CALIDAD  
CIP 146936

**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**OBRA** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**COORDENADA** : 10L 376119 6 8288338.7  
**MATERIAL** : M.P. + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : 02/05/2022  
**CALICATA N°** : C - 2  
**MUESTRA** : M - 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	22	23	24	
TARRO + SUELO HUMEDO	44.19	46.68	46.18	
TARRO + SUELO SECO	37.67	39.94	39.85	
AGUA	6.52	6.74	6.33	
PESO DEL TARRO	20.80	22.12	22.54	
PESO DEL SUELO SECO	16.87	17.82	17.31	
% DE HUMEDAD	38.05	37.82	36.57	
N° DE GOLPES	16	25	31	
LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	107	108		
TARRO + SUELO HUMEDO	34.51	36.52		
TARRO + SUELO SECO	27.84	29.82		
AGUA	6.67	6.70		
PESO DEL TARRO	5.89	7.31		
PESO DEL SUELO SECO	21.95	22.51		
% DE HUMEDAD	30.39	29.76		
<b>LL :</b>	<b>37.5 %</b>	<b>LP : 30.1 %</b>	<b>IP : 7.4 %</b>	

**CURVA DE FLUENCIA**



**Ricardo Arce Acero**  
 EXPEDIENTE EN REGISTRO NACIONAL DE CALIDAD  
 CIP. 159839

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 Bch. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBÁÑEZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRÓN + 20% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : miércoles, 08 de junio de 2022

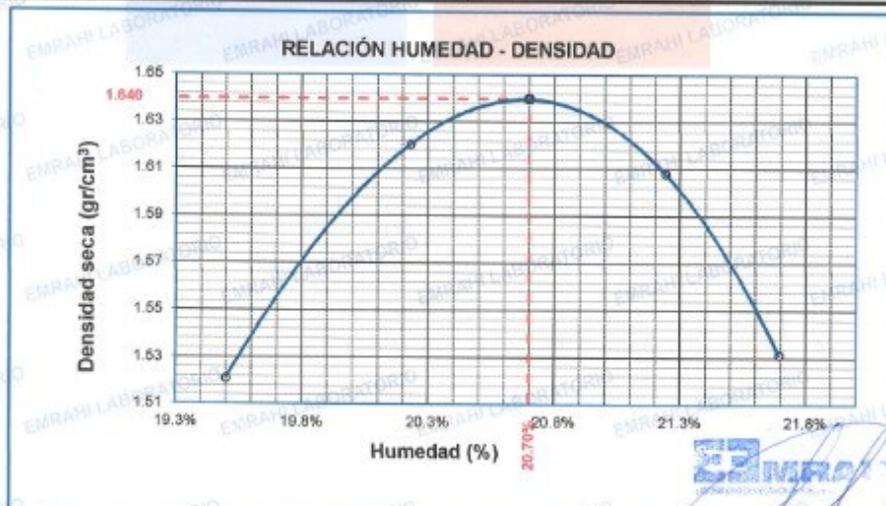


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	10260	10538	10541	10358
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	3864	4142	4145	3962
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.818	1.948	1.950	1.864

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	152.70	156.20	178.00	159.96	158.87	160.05	158.28	152.09
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	133.00	135.54	155.55	139.84	135.20	136.00	132.53	130.01
Peso del Agua	gr.	19.70	20.66	22.45	20.12	23.47	24.05	23.75	22.98
Peso de la Capsula	gr.	30.00	31.56	45.00	40.00	23.73	23.76	23.38	23.75
Peso del Suelo Seco	gr.	103.00	103.96	110.95	99.84	111.47	112.24	109.15	106.26
% de Humedad	%	19.13%	19.87%	20.3%	20.15%	21.05%	21.43%	21.78%	21.63%
Promedio de Humedad	%	19.50%		20.23%		21.24%		21.69%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.521		1.621		1.608		1.531	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.64 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.7%



**EMRAHI**  
 Ricardo Arapi Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, COORDINADOR DE CALIDAD  
 CIP. 158838

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN URM. VIA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUIRPE  
 : Bach. DARWIN EUSEBIO RAMIREZ DIAZ  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN NIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-2 MUESTRA PATRON + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : lunes, 13 de junio de 2022

MOLDE No	II	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.	12259	11999	12258	12003	12298	12098
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4226	3966	4237	3982	4274	4084
Volamen del Suelo	cm <sup>3</sup> .	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.984	1.857	1.999	1.879	2.017	1.927

Capsula No	No	C	A	B	M	H	D	R	W	T
Suelo Humedo + Capsula	gr.	181.78	148.97	178.11	170.86	186.75	158.75	183.04	187.20	156.34
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.80	120.44	151.49	142.73	141.43	136.81	154.90	157.48	133.65
Peso del Agua	gr.	30.98	28.53	26.62	28.13	28.32	23.14	28.94	29.72	22.69
Peso de la Capsula	gr.	20.36	20.90	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	110.45	99.84	128.49	112.23	110.89	111.91	128.33	128.94	109.56
% de Humedad	%	28.05%	28.56%	20.72%	25.06%	25.54%	20.58%	22.56%	23.06%	20.71%
Promedio de Humedad	%	28.36%	29.72%	25.36%	20.88%	22.80%	20.71%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup> .	1.654	1.638	1.595	1.567	1.642	1.596			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/05/2022	1:00 p.m.								150.2	0	0
10/05/2022	1:00 p.m.	24:00:00							196.5	1.18	1.02
11/05/2022	1:00 p.m.	48:00:00							242.7	2.36	2.04
12/05/2022	1:00 p.m.	72:00:00							289.0	3.63	3.06
13/05/2022	1:00 p.m.	96:00:00							335.3	4.70	4.08

**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		30.1	1.5		35.7	1.8		40.2	2.0		45.7	2.2	
1.27	01:00		66.5	4.9		103.7	5.2		111.3	5.6		118.9	5.8	
1.91	01:30		140.2	7.1		143.9	7.3		159.7	8.1		167.3	8.4	
2.54	02:00	70.31	168.2	8.5		178.5	9.0		189.7	9.6		200.9	10.0	
3.18	03:00		207.1	10.5		230.7	11.7		249.3	12.6		267.9	13.6	
5.09	04:00	105.00	240.7	12.2		283.0	13.3		284.8	14.4		312.8	15.8	
6.35	05:00		290.8	13.2		284.5	14.4		312.8	15.8		329.5	16.7	
7.62	06:00		276.9	14.0		298.2	15.1		339.2	17.1		346.9	17.5	
8.84	07:00		282.7	14.3		307.8	15.6							
10.16	08:00		291.8	14.8		316.2	16.0							



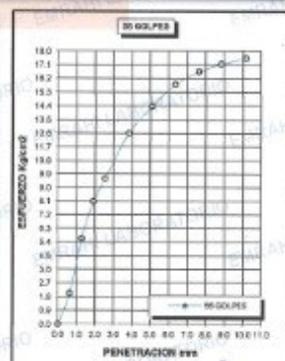
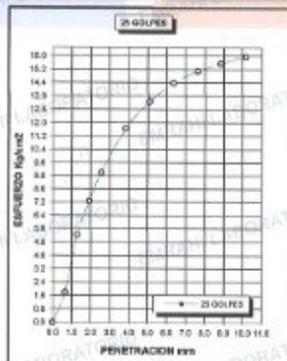
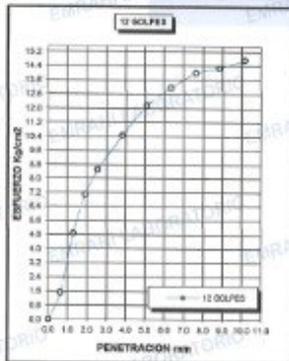
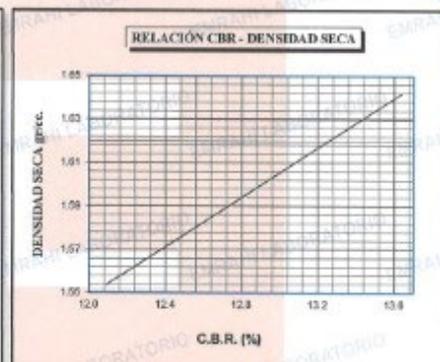
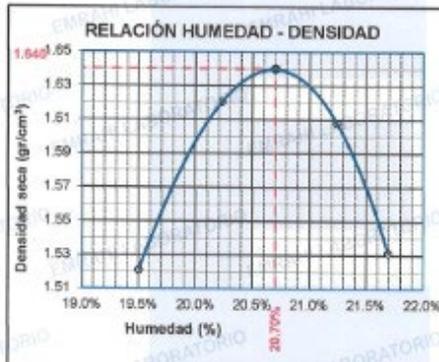
Nicolas Arasti Acero  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109634



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

<b>PROYECTO</b>	"RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>	ASTM D1557-91
<b>SOLICITANTE</b>	Bach. EMERSON ESTEBAN CHOCUE QUIRPE Bach. DARWIN ELISEO RAMÍREZ RAMÍREZ	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.64
<b>MUESTRA</b>	C-2 MUESTRA PATRON + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	<b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>	20.7%
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN DEPARTAMENTO PUNO	<b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>	13.61
<b>COORDENADA</b>	15L 376119.6 8388558.7	<b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>	22.17
<b>FECHA</b>	Jueves, 13 de junio de 2022	<b>CLASIFICACIÓN</b>	ML
		<b>AASHTO</b>	A-7-5
		<b>EMBEBIDO</b>	4 DIAS



Ricardo Propi Acero  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 168936

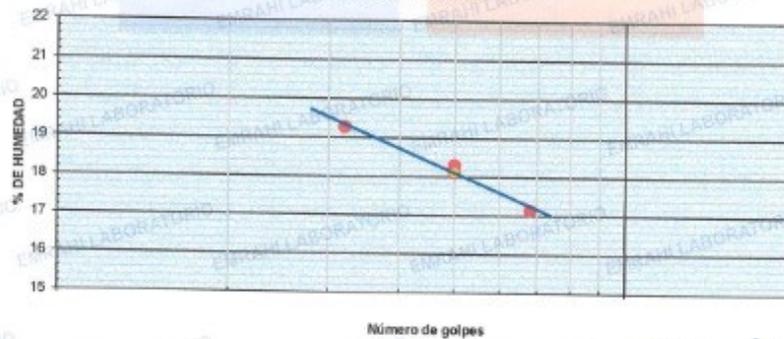
**ENSAYOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E - 110, MTC E 111**

**TESIS** : "RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE - Bach. DARWIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**PROGREGIVA** : 19L 376279.5 8287896.9  
**MATERIAL** : M.P. + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
**FECHA** : 02/06/2022  
**CALICATA N°** : C - 3  
**MUESTRA** : M - 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.00 - 1.5 m

**DATOS DE ENSAYO**

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	19	20	21	
TARRO + SUELO HUMEDO	41.64	44.44	35.33	
TARRO + SUELO SECO	38.67	40.82	33.25	
AGUA	2.97	3.62	2.08	
PESO DEL TARRO	23.26	21.05	21.12	
PESO DEL SUELO SECO	15.41	19.77	12.13	
% DE HUMEDAD	19.27	18.31	17.15	
N° DE GOLPES	16	25	34	
LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	115	116		
TARRO + SUELO HUMEDO	35.51	33.89		
TARRO + SUELO SECO	32.70	31.27		
AGUA	2.81	2.62		
PESO DEL TARRO	6.88	7.16		
PESO DEL SUELO SECO	25.62	24.09		
% DE HUMEDAD	10.88	10.88		
<b>LL : 18.1 %</b>	<b>LP : 10.9 %</b>	<b>IP : 7.2 %</b>		

**CURVA DE FLUENCIA**



Número de golpes

**EMRAHI**  
 Rigido Acero  
 FISCALIA DE GESTIÓN DE INGRESOS  
 CIP 19930

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

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

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PIRENEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA VECINAL, PUNO, 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISPE  
 : Bach. DANIVIN ELISEO RAMIREZ IBAÑES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO  
**MUESTRA** : C-3 MUESTRA PATRON + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PIRENEZCLADO  
**FECHA** : Sábado, 11 de junio de 2022

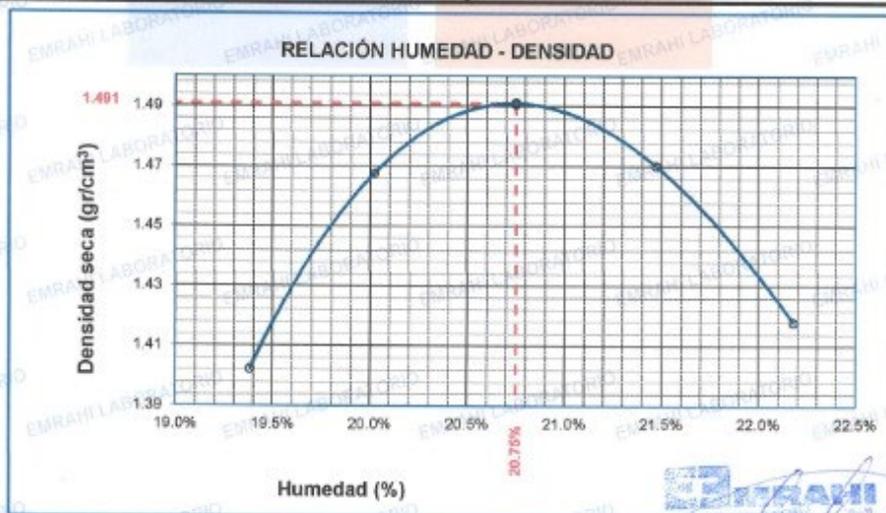


MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Húmedo + Molde	gr.	9955	10141	10193	10079
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	3559	3745	3797	3683
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.674	1.762	1.796	1.732

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Húmedo + Capsula	gr.	113.02	145.04	107.66	123.88	133.95	111.94	115.92	145.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	96.70	125.80	93.67	106.84	114.30	96.11	99.50	123.78
Peso del Agua	gr.	14.32	20.14	14.01	17.04	19.65	15.83	16.42	22.15
Peso de la Capsula	gr.	24.04	22.95	23.00	22.56	21.48	23.40	25.00	24.50
Peso del Suelo Seco	gr.	74.66	102.85	70.67	84.28	92.82	72.71	74.50	99.28
% de Humedad	%	19.18%	19.56%	19.6%	20.22%	21.17%	21.77%	22.04%	22.32%
Promedio de Humedad	%	19.38%		20.02%		21.47%		22.16%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.402		1.468		1.470		1.418	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.8%



**EMRAHI**  
 Ricardo Acosta Acosta  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA / CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 106438

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**PROYECTO** : RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022  
**SOLICITANTE** : Bach. EMERSON ESTEBAN CHOQUE GURSEP  
**UBICACIÓN** : Bach. DARWIN LUISO AMARIZ IBÁÑEZ  
**MUESTRA** : DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMÁN-DEPARTAMENTO PUNO  
**FECHA** : C-3 MUESTRA PATRON + 20 % RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO  
 viernes, 17 de junio 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

	gr.	11874	11524	11955	11675	11926	11698
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	3841	3481	3834	3654	3862	3682
Peso del Suelo Humedo	gr.	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	1.812	1.647	1.856	1.724	1.832	1.737
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

Capsula No	No	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Suelo Humedo + Capsula	gr.	141.99	164.99	136.93	128.40	117.20	151.16	162.76	166.61	137.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	116.00	132.84	117.16	107.73	98.43	129.41	128.90	142.60	117.45
Peso del Agua	gr.	25.99	32.06	19.77	20.67	18.77	21.77	33.85	27.13	20.05
Peso de la Capsula	gr.	23.50	20.22	22.10	25.50	24.54	24.70	22.57	24.54	21.21
Peso del Suelo Seco	gr.	92.50	112.72	95.06	82.23	73.89	104.71	106.33	118.14	96.24
% de Humedad	%	28.10%	28.43%	20.80%	25.14%	25.40%	20.70%	22.43%	22.96%	20.83%
Promedio de Humedad	%	28.27%	28.80%	25.27%	25.27%	20.79%	22.70%	22.70%	20.83%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.413	1.364	1.482	1.427	1.493	1.438			

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	Expansión %
13/06/2022	12:00 a.m.			324.3	0
14/06/2022	12:00 a.m.	24:00:00		369.7	1.15
15/06/2022	12:00 a.m.	48:00:00		415.0	2.30
16/06/2022	12:00 a.m.	72:00:00		460.4	3.46
17/06/2022	12:00 a.m.	96:00:00		505.7	4.61

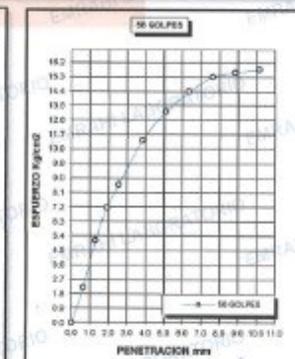
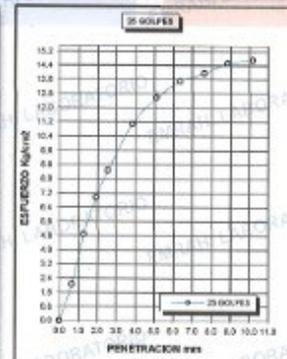
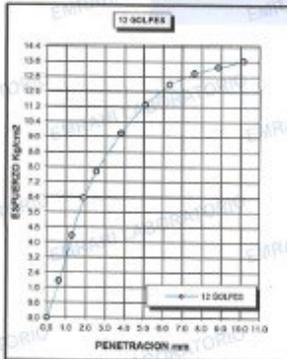
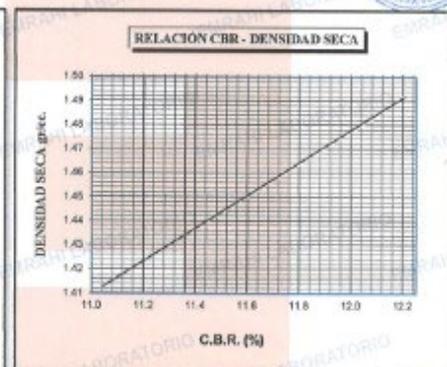
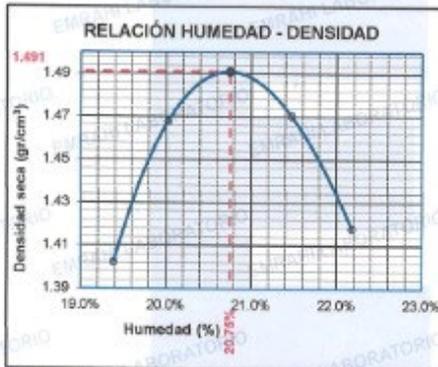
**PENETRACION**

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Consec.
0.00	0:00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	00:30		38.8	2.0		40.6	2.1		43.8	2.2		43.8	2.2	
1.27	01:00		66.3	4.4		96.8	4.9		101.6	5.1		101.6	5.1	
1.91	01:30		125.7	6.4		137.8	7.0		141.8	7.2		141.8	7.2	
2.54	02:00	70.31	153.6	7.8		167.9	8.5		169.8	8.6		169.8	8.6	
3.81	03:00		193.3	9.8		219.6	11.1		224.6	11.4		224.6	11.4	
5.09	04:00	105.00	223.8	11.3		248.7	12.6		259.8	13.1		259.8	13.1	
6.35	05:00		244.8	12.4		267.5	13.5		284.5	14.4		284.5	14.4	
7.62	06:00		256.7	13.0		276.3	14.0		302.4	15.3		302.4	15.3	
8.84	07:00		263.1	13.3		287.6	14.5		309.0	15.6		309.0	15.6	
10.16	08:00		269.6	13.6		291.3	14.7		312.0	15.8		312.0	15.8	

**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ricardo Argib Acevo  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 149836

**ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN  
MTC E 132-2000**

<b>PROYECTO</b>	*RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA INCREMENTAR LA ESTABILIDAD DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA VECINAL, PUNO, 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b>	Bch. EMERSON ESTEBAN CHOQUE QUISE Bch. DARWIN ELISEO RAMIREZ MARIS	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)
<b>MUESTRA</b>	C-3 MUESTRA PATRON + 20% RESIDUOS DE CONCRETO PREMEZCLADO	HUMEDAD OPTIMA (%)
<b>UBICACIÓN</b>	DISTRITO DE SAN MIGUEL-PROVINCIA DE SAN ROMAN-DEPARTAMENTO PUNO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)
<b>COORDENADA</b>	: 101.376279,5 8382685.9	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)
<b>FECHA</b>	: Viernes, 17 de junio de 2022	CLASIFICACIÓN : CL
		AASHTO : A-4
		EMBEBIDO : 4 DIAS



**EMRAHI**  
 Ricardo Aroni Apaza  
 Esp. en Mecánica de Suelos y Control de Calidad  
 CIP: 169539





**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-015-2022**

**Observaciones**

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 0.2 g

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . 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 %.

**Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

**INSPECCIÓN VISUAL**

	TIENE	Escala	NO TIENE
Ajuste de cero	TIENE	Cursor	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Nivelación	TIENE
Plataforma	TIENE		
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-02-03
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-015-2022**

**Resultados de la Medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Carga L1= 100.00 g			Carga L2= 200.00 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
100.00	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
100.00	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
100.00	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
99.99	0.01	0.0	199.98	0.01	0.0
Δ Emáx (g)		0.0	Δ Emáx (g)		0.0
emp (g)		0.2	emp (g)		0.2

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.10	0.09	0.01	0.0						
0.50	0.50	0.01	0.0	0.0	0.50	0.01	0.0	0.0	0.1
10.00	9.98	0.01	0.0	0.0	10.00	0.01	0.0	0.0	0.1
20.00	19.99	0.01	0.0	0.0	20.00	0.01	0.0	0.0	0.1
50.00	50.00	0.01	0.0	0.0	50.01	0.01	0.0	0.0	0.1
100.00	100.00	0.01	0.0	0.0	100.00	0.01	0.0	0.0	0.2
120.00	120.00	0.01	0.0	0.0	120.00	0.01	0.0	0.0	0.2
150.00	150.01	0.01	0.0	0.0	150.00	0.01	0.0	0.0	0.2
160.00	160.00	0.01	0.0	0.0	160.00	0.01	0.0	0.0	0.2
180.00	179.99	0.01	0.0	0.0	180.00	0.01	0.0	0.0	0.2
200.00	200.00	0.01	0.0	0.0	200.00	0.01	0.0	0.0	0.2



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-015-2022**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	0.10	0.09	0.01	0.0	50.00	50.00	0.01	0.0	0.0	0.1
2		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	
3		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	
4		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	
5		0.09	0.01	0.0		50.00	0.01	0.0	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del Instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 200 g, División de verificación ( e ): 0.1 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	50 g	0.1 g
50 g	a	200 g	0.2 g

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$Lectura\ corregida = R - 0.00006196451 \times R$$

$$Incertidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0.00007\ g^2 + 0.000000000035145 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CT-013-2022**

Página 1 de 5

**Expediente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN JULIACA  
**Equipo de Medición** : HORNO ELECTRICO  
**Marca** : KAIZACORP  
**Modelo** : STHJX-A1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Código de Ident.** : NO INDICA  
**Número de Serie** : 200621  
**T° de trabajo** : 110 °C ± 10 °C  
**Ventilación** : Forzada  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	300°C	1°C	Digital

**Método de Calibración Empleado**

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar y con un Termometro digital con 10 termopares utilizando el "PC-018 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". INDECOPI-Segunda Edición - junio 2009.

**Observaciones**

- (\*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

Lugo Asenjo G  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CT-013-2022

Página 2 de 5

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21.2	21.9
Humedad (%)	65	66

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	111.1	114.4	111.1	107.6	109.6	107.6	113.5	112.0	109.6	110.4	110.7	6.8
02	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	105.8	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.6
04	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5
06	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5
08	110	111.2	114.3	111.0	107.7	110.7	105.8	113.4	111.9	109.3	111.5	110.7	8.5
10	110	110.5	114.3	111.0	107.0	109.5	105.9	113.4	111.9	109.5	110.3	110.3	8.4
12	110	110.2	114.3	111.0	106.7	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1
14	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2
16	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2
18	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.2
20	110	110.7	114.4	111.1	107.2	109.8	106.2	113.5	112.0	109.6	110.4	110.5	8.2
22	110	110.9	114.4	111.1	107.4	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2
24	110	111.0	114.4	111.1	107.5	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2
26	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.2
28	110	110.5	114.4	111.1	107.0	110.8	106.3	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.1
30	110	110.9	114.2	110.9	107.4	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.8
32	110	111.4	114.5	111.2	107.9	110.9	110.3	113.6	112.1	109.7	111.7	111.3	6.6
34	110	111.1	115.0	111.7	107.6	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2	111.7	7.4
36	110	110.9	114.8	111.5	107.4	111.2	110.6	113.9	112.4	110.0	112.0	111.5	7.4
38	110	111.3	114.7	111.4	107.8	111.1	110.5	113.8	112.3	109.7	111.9	111.5	6.9
40	110	111.2	114.2	110.9	107.7	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.5
42	110	111.1	114.1	110.8	107.6	110.5	109.9	113.2	111.7	109.3	111.3	111.0	6.5
44	110	110.7	113.9	110.6	107.2	110.3	109.7	113.0	111.5	109.1	111.1	110.7	6.7
46	110	110.9	113.7	110.4	107.4	110.1	109.5	112.8	111.3	108.9	110.9	110.6	6.3
48	110	111.4	113.9	110.6	107.9	110.3	109.7	113.0	111.5	108.9	111.1	110.8	6.0
50	110	110.5	114.1	110.8	107.0	109.3	105.9	113.2	111.7	109.3	110.1	110.2	8.2
52	110	109.9	114.3	111.0	106.4	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1
54	110	110.4	114.5	111.2	106.9	110.9	106.1	113.6	112.1	109.7	111.7	110.7	8.4
56	110	110.9	114.6	111.3	107.4	111.0	106.1	113.7	112.2	109.8	111.8	110.9	8.5
58	110	110.7	114.7	111.4	107.2	111.1	106.2	113.8	112.3	109.7	111.9	110.9	8.5
60	110	111.0	114.9	111.6	107.5	111.3	106.7	114.0	112.5	110.0	112.1	111.2	8.2
T.PROM	110	110.8	114.4	111.1	107.3	110.5	107.3	113.5	112.0	109.5	111.3	110.8	
T.MAX	110	111.4	115.0	111.7	107.8	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2		
T.MIN	110	109.9	113.7	110.4	106.4	109.3	105.8	112.8	111.3	108.9	110.1		

*[Signature]*  
Luis Asenjo G.  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CT-013-2022**

Página 3 de 5

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Termometro de indicación Digital con sensores	CTM-001-2021
Patrón de referencia	Termometro de indicación digital	T-1174-2021

PARÁMETRO	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	115.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	105.8	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.0	0.3
Estabilidad	± 2.50	0.04
Uniformidad	8.6	0.3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de la temperatura 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.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termometro propio del medio isoterma: **0.6 °C**

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

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

Luigi Adriano G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

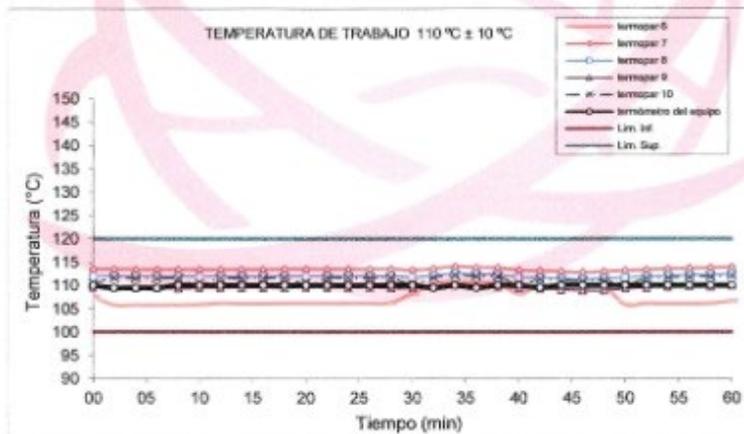
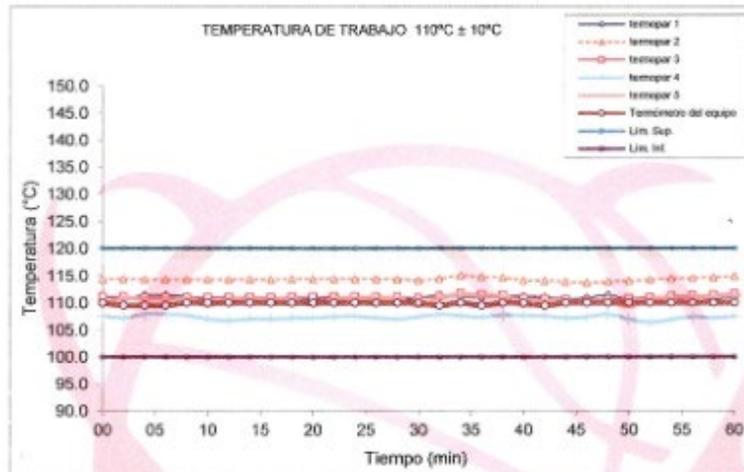
✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 4 de 5



Luis A. Sainza  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📞 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

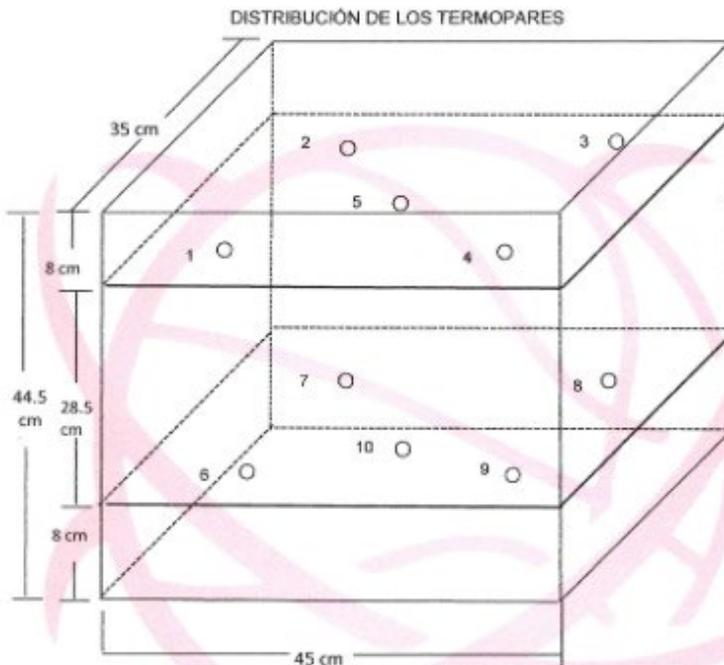
✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CT-013-2022**

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 8 cm y a 8 cm respectivamente de la parte superior e inferior del homo tal como se muestra en el dibujo.

  
 Luigi Asenjo  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📞 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CL-161-2022**

**Expediente** : S-0023-2022  
**Solicitante** : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : COPA CASA GRANDE  
**Marca:** : METROTEST  
**Modelo:** : MS-53  
**Serie:** : 132  
**Identificación:** : NO INDICA  
**Procedencia:** : PERU  
**Contador** : NO APLICA  
**División mínima:** : 1 V  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-03  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

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

**Observaciones:**

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

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e<sub>m.p</sub>) para su Clase de Exactitud.  
 Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto.  
 AG4 INGENIERIA. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
 El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.  
 El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

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



  
 Luigi Asinjo  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	25.1 °C	25.2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

**RESULTADOS**

**APARATO DE LIMITE LIQUIDO**

	Descripción	A	Dimensiones			
			Metrico (mm)	Tolerancia (mm)	Inglés (in)	Tolerancia (in)
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa	A	54.324	54 ±0.5	2.14	0.020
	Espesor de la copa	B	2.062	2 ±0.1	0.08	0.004
	Profundidad de la copa	C	27.43	27 ±0.5	1.08	0.020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	48.598	47 ±1	1.91	0.039
	Espesor	K	50.37	50 ±2	1.98	0.08
	Largo	L	150.87	150 ±2	5.94	0.08
	Ancho	M	125.362	125 ±2	4.94	0.08

**RANURADOR**

Espesor	a	9.58	0.1	0.38	0.004
Borde Cortante	b	3.224	0.1	0.13	0.004
Ancho	c	14.822	0.1	0.58	0.004

Luigi Abedo G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-014-2022**

**Expediente** S-0023-2022

**Solicitante** EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.

**Dirección** JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**Equipo de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA

**Marca** OHAUS

**Modelo** R21PE30ZH

**Serie** B847537496

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** CHINA

**Capacidad Máxima** 30000 g

**División de escala ( d )** 1 g

**División de verificación ( e )** 10 g

**Tipo** ELECTRONICA

**Ubicación** JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA

**Fecha de Calibración** 2022-02-03

**Método de Calibración**  
Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21.0 °C	22.0 °C
Humedad Relativa	53 %	54 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2022-02-07



Luigi Asenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-014-2022**

**Observaciones**

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . 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 %.

**Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrón de referencia	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrón de referencia	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrón de referencia	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrón de referencia	Juego de pesas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2022-02-03
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.





**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-014-2022**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.4	0.1	0.1	20
2		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
3		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación ( e ): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP-003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo	emp
0 g a 5000 g	10 g
5000 g a 20000 g	20 g
20000 g a 30000 g	30 g

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$Lectura\ corregida = R + 0.00002315663 \times R$$

$$Incertidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0.25000\ g^2 + 0.000000000063622 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-164-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : MM-1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Compactación de suelos en el Laboratorio utilizando una energía standard MTC E115 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1557.

**Resultados de las Mediciones**

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

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones**

• Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".  
 Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luis Gerardo G.  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

**TRAZABILIDAD**

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Pie de rey	L-0458-2021
Patrón de referencia	Cinta Métrica	L-0459-2021

Peso promedio Medido (kg)	Incertidumbre (kg)	Desviación mínima y máximo permitidos (kg)
4.520.0	0.003	4,530 a 4,560
Altura de caída promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
457.2	0.4	455,8 a 458,8
Diámetro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitidos (mm)
50.73	0.02	50,67 a 50,93

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CL-165-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MOLDE PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : M-2  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA STANDARD 600 kN-m/m<sup>3</sup> MTC E 116 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 698.

**Resultados de las Mediciones**

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

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

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por AG4 Ingeniería & Metrología

  
Luis Asenjo  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

Diametro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
152.46	0.03	151.7 a 153.1

Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
116.45	0.03	115.9 a 116.9

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 1 de 3

<b>Expediente:</b>	<b>S-0038-2022</b>		
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.</b>		
<b>Capacidad</b>	<b>5 000 kgf</b>		
<b>Dirección de carga</b>	<b>Ascendente</b>		
<b>FABRICANTE</b>	<b>KAIZACORP</b>		
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Serie</b>	<b>508</b>		
<b>Indicador Digital (modelo // Serie)</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Celda de Carga (modelo // Serie)</b>	<b>ZEMIC//H3-C3//VC146299</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - JULIACA</b>		
<b>Codigo Identificacion</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Norma utilizada</b>	<b>ASTM E4 // ISO 7500-1</b>		
<b>Temperatura de prueba °C</b>	<b>Inicial</b>	<b>22.9</b>	<b>Final 23.2</b>
<b>Inspección general</b>	<b>La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento</b>		
<b>Intervalo calibrado</b>	<b>De 500 a 5000 kgf</b>	<b>10% al 100%</b>	
<b>Solicitante</b>	<b>EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.</b>		
<b>Dirección</b>	<b>JR. JAUREGUI NRO. 644 URB. CERCADO - PUNO SAN ROMAN - JULIACA</b>		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	<b>Tipo / Modelo</b>	<b>CELDA DE CARGA</b>	
	<b>Certif. de calibr.</b>	<b>INF-LE N° 168-21 PUCP</b>	
<b>Unidades de medida</b>	<b>Sistema Internacional de Unidades (SI)</b>		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	<b>2022/02/04</b>		
<b>FECHA DE EMISION</b>	<b>2022/02/07</b>		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>			

**Jefe de Metrologia**  
**Luiggi Asenjo G.**



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

📠 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

**DATOS DE CALIBRACIÓN**

ESCALA : 49.03 kN Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 5000.0 kgf 0.1 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )	Indicaciones del patrón (series de mediciones)						
			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	4.90	500	4.95	4.94	No aplica	4.96	No aplica
20	9.81	1 000	9.90	9.89	No aplica	9.90	No aplica
30	14.71	1 500	14.76	14.79	No aplica	14.79	No aplica
40	19.61	2 000	19.64	19.64	No aplica	19.64	No aplica
50	24.52	2 500	24.47	24.49	No aplica	24.51	No aplica
60	29.42	3 000	29.32	29.34	No aplica	29.34	No aplica
70	34.32	3 500	34.17	34.18	No aplica	34.18	No aplica
80	39.23	4 000	39.01	39.02	No aplica	39.02	No aplica
90	44.13	4 500	43.91	43.91	No aplica	43.92	No aplica
100	49.03	5 000	48.80	48.80	No aplica	48.81	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 kN Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F <sub>i</sub> )	Cálculo de errores relativos					Resolución	
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad		Accesorios
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	4.90	500	-0.92	0.54	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	-0.90	0.13	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	-0.47	0.19	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	-0.13	0.04	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.11	0.14	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.30	0.08	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.43	0.05	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.53	0.03	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	0.50	0.03	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	0.47	0.03	No aplica	No aplica	0.00

Error de cero fo (%)	0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000
----------------------	-------	-------	-------	-----------	-------------------

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrología  
Luigi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE **MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.**

<b>ESCALA</b>	<b>5 000</b>	<b>kgf</b>		
Error de exactitud	<b>0.53 %</b>		Error de cero	<b>0</b>
Error de repetibilidad	<b>0.54 %</b>		Error por aceros	<b>0 %</b>
Error de Reversibilidad	<b>No aplica</b>		Resolución	<b>0,01 En el 20 %</b>

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1.

**ESCALA 5 000 kgf Ascendente**

**TRAZABILIDAD**

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición, "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Jefe de Metrologia  
**Luigi Asejo G.**



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

Anexo 6. Panel fotográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Fotografía 1.** Identificación del lugar donde se realizaron las calcatas



**Fotografía 2.** Inicio de la apertura de calcatas



**Fotografía 3.** Excavación de la calcata



**Fotografía 4.** Identificación de la profundidad 1.50 metros por debajo de la rasante C-1



**Fotografía 5.** Identificación de la profundidad 1.50 metros por debajo de la rasante C-2



**Fotografía 6.** Identificación de la profundidad 1.50 metros por debajo de la rasante C-3



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Fotografía 7.** Identificación de lugar de extracción de los residuos de concreto premezclado.



**Fotografía 8.** Inicio de la extracción del material residuos de concreto premezclado



**Fotografía 9.** Recolección de los residuos de concreto premezclado



**Fotografía 10.** Imagen panorámica de la cantidad de residuos de concreto premezclado



**Fotografía 11.** Imagen del fin de recolección de los residuos de concreto premezclado



**Fotografía 12.** Cuarteo de la muestra extraída de las calicatas realizadas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Fotografía 13.** Fin de la etapa de cuarto de las muestras



**Fotografía 14.** Procedimiento de tamizados para materiales gruesos



**Fotografía 15.** Procedimiento de tamizado para materiales finos



**Fotografía 16.** Ensayo del Límite líquido con la copa de Casagrande



**Fotografía 17.** Ensayo de limite plástico con los bastones de arcilla



**Fotografía 18.** Ensayo de Proctor modificado



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Fotografía 19. Ensayo de Proctor modificado



Fotografía 20. Ensayo de Proctor modificado



Fotografía 21. Ensayo de CBR



Fotografía 22. Ensayo de CBR