



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de un pavimento rígido incorporando concreto reciclado en  
el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua

2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Bustamante Villanueva, Rony Oliver (orcid.org/0000-0003-3417-3316)

Salazar Diaz, Nataly Fabiola (orcid.org/0000-0003-1405-4176)

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Me gustaría dedicar esta Tesis a toda mi familia. Para mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso. Para mis padres Cristina y Ángel, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello sin pedir nunca nada a cambio. Siempre los llevare en mi corazón.

**RONY**

A mis queridos padres Duberly y Magdalena por su paciencia y gran esfuerzo, a mis abuelos Ignacio y Elva por su cariño inmensurable, a mi tía Julia por sus consejos y a mis queridos hijos C. y R. por estar siempre conmigo.

**NATALY**

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento infinito a toda mi familia, quien supo apoyarme en todo momento para que pueda terminar esta carrera y, a mi casa de estudios y mis docentes, quienes supieron impartir todos sus conocimientos con mucho esfuerzo, para hacer posible mi preparación profesional y brindar su máximo aporte a la realización de esta tesis.

**RONY**

Por la infinita paciencia a toda mi familia, a la universidad que con su respaldo académico nos ha permitido seguir desarrollándonos profesionalmente.

**NATALY**

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Variables y operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas, e instrumentos, de recolección, de datos .....	18
3.5. Procedimientos .....	19
3.6. Método de análisis de datos .....	22
3.7. Aspectos éticos .....	23
IV. RESULTADOS .....	24
V. DISCUSIÓN.....	46
VI. CONCLUSIONES .....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS .....	52
ANEXOS .....	56

## Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de ensayos para los agregados finos.....	13
Tabla 2: Tabla de ensayos para los agregados gruesos.....	13
Tabla 3: Ensayos de compresión.....	17
Tabla 4: Contenido de humedad de los agregados.....	29
Tabla 5: Peso unitario compactado de los agregados.....	30
Tabla 6: Peso unitario suelto de los agregados.....	30
Tabla 7: Gravedad específica de los agregados.....	31
Tabla 8: Porcentaje de absorción (%).....	31
Tabla 9: Análisis granulométrico del AG.....	32
Tabla 10: Análisis granulométrico del agregado incorporando AGR 20%.....	33
Tabla 11: Análisis granulométrico del agregado incorporando AGR 30%.....	34
Tabla 12: Análisis granulométrico del agregado incorporando AGR 40%.....	35
Tabla 13: Análisis granulométrico del AF.....	37
Tabla 14: Resumen de dosificaciones de los diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.....	38
Tabla 15: Asentamiento del concreto incorporando AGR (20%, 30% y 40%).....	39
Tabla 16: Resistencia a la compresión de los distintos diseños de mezcla incorporando AGR (20%, 30% y 40%) a través del tiempo de curado..	42
Tabla 17: Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de curado de los distintos diseños de mezcla incorporando AGR (20%, 30% y 40%).....	43
Tabla 18: Ensayos realizados a los agregados.....	46

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Sección de pavimento rígido.....	9
Figura 2: Composición de un pavimento articulado de concreto simple (JPCP) ...	10
Figura 3: Formula general de diseño de un pavimento rígido – Método AASHTO 93.....	11
Figura 4: Componentes del concreto.....	11
Figura 5: Tipos de agregados.....	12
Figura 6: Trabajabilidad del concreto.....	14
Figura 7: Ensayo para materiales de alta resistencia a la compresión.....	14
Figura 8: Temperatura del concreto.....	15
Figura 9: Población de estudio.....	17
Figura 10: Molde cilíndrico.....	18
Figura 11: Procedimiento del proyecto de investigación.....	20
Figura 12: Mapa político del Perú.....	24
Figura 13: Mapa político de Moquegua.....	24
Figura 14: Mapa de ubicación del distrito de Torata.....	24
Figura 15: Mapa del Centro Poblado de Yacango.....	24
Figura 16: Resumen del clima en el distrito de Torata.....	25
Figura 17: Espesor del pavimento hallado mediante la fórmula AASHTO 93.....	26
Figura 18: Espesor del pavimento hallado mediante ábacos.....	27
Figura 19: Estructura del pavimento rígido elegida.....	28
Figura 20: Distribución de barras de amarre y pasajuntas en la losa de concreto de 15 cm.....	28
Figura 21: Curva granulométrica del AG.....	33
Figura 22: Curva granulométrica del agregado incorporando AGR 20%.....	34
Figura 23: Curva granulométrica del agregado incorporando AGR 30%.....	35
Figura 24: Curva granulométrica del agregado incorporando AGR 40%.....	36
Figura 25: Curva granulométrica del AF.....	37
Figura 26: Influencia del % de AGR en el asentamiento del concreto fresco.....	39
Figura 27: Asentamiento N° 1.....	40
Figura 28: Asentamiento N° 2.....	40
Figura 29: Asentamiento N° 3.....	40

Figura 30: Asentamiento N° 4.....	40
Figura 31: Colocación del termómetro en el concreto fresco.....	41
Figura 32: Medición de la temperatura del concreto en estado fresco.....	41
Figura 33: Medición de las briquetas de concreto.....	41
Figura 34: Rotura de las briquetas de concreto.....	41
Figura 35: Resistencia de diseño a través del tiempo de curado.....	42
Figura 36: Resistencia a la compresión de los distintos diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado.....	43
Figura 37: Comparación de la resistencia a la compresión a los 28 días .....	47

## Resumen

La investigación tiene como objetivo determinar como el agregado grueso reciclado influye en el diseño de un pavimento rígido para tránsito vehicular en el C.P. de Yacango. La investigación es de tipo aplicada y de enfoque cuantitativa, con un diseño experimental y nivel cuasi-experimental, la muestra está conformada por 24 briquetas de concreto y el muestreo es no probabilístico intencional, las técnicas de recolección de datos son un análisis documental y la observación experimental además de los instrumentos usados son formatos de laboratorio certificados. La investigación tuvo como resultados el diseño de un pavimento rígido según AASTHO 93 la cual nos dio un espesor de losa de 150 mm y una sub base de 150 mm, las cuales nos son suficientes para mantenerse en óptimas condiciones. La capa de rodadura fue diseñada a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en distintos diseños de mezcla donde se obtuvo los resultados siguientes: la resistencia del diseño patrón a 28 días de curado fue de  $f'c=289.599\text{ kg/cm}^2$ , con AG+AGR 20% a 28 días de curado fue de  $f'c=242.692\text{ kg/cm}^2$ , con AG +AGR 30% a 28 días de curado fue de  $f'c=221.278\text{ kg/cm}^2$  y con AG+ AGR 40% a 28 días de curado fue de  $f'c=239.633\text{ kg/cm}^2$ , estos datos fueron obtenidos con la ayuda de las propiedades físicas de los distintos agregados los cuales cumplieron los requerimientos de la NTP. En conclusión, si se puede diseñar un pavimento rígido incorporando AGR en la carpeta de rodadura, ya que esta no lo altera y llega a la resistencia diseñada, además que las propiedades de los agregados naturales respecto a los agregados reciclados son muy similares.

**Palabras clave:** pavimento rígido, concreto, diseño de mezcla, agregado reciclado.

## Abstract

The research aims to determine how the recycled aggregate influences the design of a rigid pavement for vehicular traffic in the C. P. of Yacango. The research is of applied type and quantitative approach, with an experimental design and quasi-experimental level, the sample consists of 24 concrete briquettes and the sampling is non-probabilistic intentional, the data collection techniques are a documentary analysis and the experimental observation in addition to the instruments used are certified laboratory formats.

The results of the investigation were the design of a rigid pavement according to AASTO 93 which gave us a slab thickness of 150 mm and a subbase of 150 mm, which are sufficient to keep us in optimal conditions. The rolling covering was designed at  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  in different mixture designs where the following results were obtained: The resistance of the standard design at 28 curing days was  $f'_c=289,599\text{ kg/cm}^2$ , with CA + RCA 20% at 28 days of curing it was  $f'_c=242,692\text{ kg/cm}^2$ , with CA + RCA 30% at 28 days of curing it was  $f'_c=221,278\text{ kg/cm}^2$  and with CA + RCA 40% at 28 days of curing it was  $f'_c=239,633\text{ kg/cm}^2$ . These data were obtained with the help of the physical properties of the various aggregates which met the NTP requirements. In conclusion, it is possible to design a rigid pavement by incorporating RCA in the rolling covering, since this does not alter it and reaches the designed resistance, besides that the properties of the natural aggregates with respect to the recycled aggregates are very similar.

**Keywords:** rigid pavement, concrete, mix design, recycled aggregate.

## I. INTRODUCCIÓN

El sector de construcción es una empresa que consume las materias primas y recursos no renovables de una manera exorbitante a nivel mundial, debido al gran incremento de la población ya que por lo general estos RCD (residuos de construcción y demolición) son trasladados a lugares no apropiados, por lo que ha empezado a producir efectos perjudiciales para la salud pública y una enorme degradación del medio ambiente. Se ha observado que durante estos últimos años el reciclaje ha podido desarrollarse de la mejor manera en ciertos países como: Holanda, Japón, EEUU, Brasil y Bélgica, donde se llega a obtener una gran utilidad de estos desechos, como por ejemplo en México se ha construido la primera planta de reciclaje de concreto.

Hoy en día en el Perú el crecimiento del sector construcción ha generado el hacinamiento de residuos de construcción, debido a que no se cuenta con lugares adecuados para su reutilización. Algunas empresas e inclusive algunas municipalidades están desarrollando un nuevo aporte para dar solución a este problema generado por la industria de la construcción incorporando este tipo de concreto como agregado a algunos elementos no estructurales y pavimentos, con el objetivo de apoyar a la construcción sostenible.

Moquegua no cuenta con algún lugar apropiado para la provechosa acumulación de estos desechos y por eso terminan a parar en ríos, cerros y lugares no adecuados. Estos materiales tienen el beneficio de poder reutilizarse y darles un nuevo uso y de esta manera contribuir de forma positiva con el medio ambiente y el descenso de la demanda de extracción de agregados en las canteras.

Ante lo expuesto como Problema General tenemos: ¿Cómo lograra influir el agregado grueso reciclado en un diseño de pavimento rígido para tránsito vehicular en el Centro Poblado de Yacango?, y como problemas Específicos tenemos: PE1: ¿Se podrá realizar un diseño de pavimento rígido adicionando agregado grueso reciclado, el cual pueda mantenerse en condiciones óptimas?, PE2: ¿Qué propiedades físicas de los agregados incorporando 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado serán similares a las del agregado natural?, PE3: ¿La

incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado a la mezcla de concreto, lograra mantener la resistencia a compresión para la cual fue diseñada?.

La justificación del proyecto está dirigida a no realizar un excesivo uso de los recursos naturales que generan un impacto medioambiental. Por tal motivo, el uso de concreto reciclado como agregado para pavimentos rígidos permitirá poder usar los desechos de concreto, que según sus características sean aptos para su uso, y contribuir a disminuir el uso de agregados naturales, además de darles un nuevo uso al material de demoliciones o reconstrucciones de zonas afectadas por sismos.

Esta labor es sumamente vital para la ecología debido, ya que se podrán liberar zonas donde existe acumulación de estos desechos de concreto y así recuperar espacios inertes y minimizar la contaminación que hay en las ciudades, siendo este un aporte muy valioso para la sociedad, además de recuperar este material para fines constructivos dándole un nuevo uso como agregado para pavimentos rígidos.

Como Objetivo general tenemos: Determinar como el agregado grueso reciclado influye en el diseño de un pavimento rígido para tránsito vehicular en el C.P. de Yacango, y como Objetivos específicos tenemos: OE1: Realizar un diseño pavimento rígido con incorporación de agregado grueso reciclado que pueda mantener a la vía en condiciones óptimas, OE2: Comparar las propiedades físicas de los agregados con incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado con los agregados naturales, y por ultimo OE3: Comparar la resistencia a la compresión del concreto de los distintos diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado.

Como Hipótesis General tenemos: Se lograra determinar la influencia del agregado grueso reciclado en el diseño de un pavimento rígido para el tránsito vehicular en el C.P. de Yacango y como Hipótesis Específicas tenemos: HI1: El buen diseño del pavimento rígido incorporando agregado grueso reciclado va a permitir que la vía cumpla los parámetros mínimos requeridos para mantenerse en condiciones óptimas, HI2: Las propiedades físicas de los agregados con incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado son similares a las propiedades físicas de los agregados naturales, y HI3: Con la adición de agregado grueso reciclado al

diseño de mezcla, se puede llegar a obtener la resistencia a compresión que se requiere.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales de investigación, Casaño y Mego (2021) cuyo objetivo fue establecer la influencia del concreto reciclado en el diseño de mezcla para un pavimento rígido en la Av. Las Torres, Lurigancho - Chosica. Su estudio fue del tipo aplicada y cuasi experimental. La población de estudio se constituyó por la Av. Las Torres del distrito de Lurigancho – Chosica; la muestra está compuesta por 9 briquetas de concreto realizadas mediante el método tradicional y 9 briquetas con incorporación de concreto reciclado; el muestreo fue no probabilístico intencional. Los instrumentos que se emplearon son las fichas de registro de datos o fichas de laboratorio. De los resultados a la compresión fueron que el concreto tradicional tuvo una resistencia aceptable, asimismo, el concreto incorporado agregado grueso reciclado tuvo una adecuada resistencia, hasta incluso se observó un aumento de 2.5% a 3% respecto al concreto convencional. Se concluye que utilizando concreto reciclado como reemplazante como agregado grueso no tendrá una influencia negativa con respecto a la resistencia por compresión.

Rodriguez (2021), cuyo objetivo fue el diseño de un pavimento rígido en la Av. Las Artes - calle Sarita Colonia sustituyendo el concreto reciclado como un agregado grueso según la norma vigente. Su estudio fue descriptivo y aplicado con un diseño experimental. La población que se estudió fue de 27 probetas de concreto analizadas a los 7, 14 y 28 días, la muestra será la agrupación de todas las probetas de concreto que se reciclaran y el muestreo que se realizó fue no probabilístico. Los instrumentos que se utilizaron se conformaron por guías de las bases de la NTP, donde la información obtenida en los laboratorios será cuantitativa. De los principales resultados se observó que con respecto a su resistencia, al añadir el 0% de AGR se alcanza un porcentaje de 175%, al añadir el 50% de AGR se alcanza un porcentaje de 115% y al añadir el 100% de AGR se alcanza un porcentaje de 126%. Se concluye que al utilizar el 100% de AGR, se obtiene mayor resistencia a la comprensión respecto con el 0%, y 50% de AGR y por otro lado no es muy factible ya que se utilizara mayor material reciclable y por ende se generara mayor gasto.

Calsina (2021), cuyo objetivo fue establecer como las características mecánicas del agregado grueso con incorporación de concreto reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto convencional en el distrito de Juliaca. Su estudio fue aplicado y experimental. La población que se estudio estuvo conformada por los desechos de concreto de edificaciones y otras del distrito de Juliaca, la muestra que fue investigada estuvo compuesta por 45 probetas, 9 de estas probetas se utilizaron para cada porcentaje de incorporación de concreto reciclado como agregado (0%, 25%,50%, 75% y 100%), el muestreo realizado fue no probabilístico por conveniencia. Los instrumentos que se emplearon estuvieron conformados por fichas de investigación, las briquetas, el cono de abrams, los tamices, la máquina de los ángeles, algún tipo de software y otros. De los principales resultados se observó que con la adición del 0% de concreto reciclado se obtuvo una absorción de 1.92%, con la adición del 25% de concreto reciclado se obtuvo una absorción de 2.54%, con la adición del 50% de concreto reciclado se obtuvo una absorción de 3.09%, con la adición del 75% de concreto reciclado se obtuvo una absorción de 3.65% y con la adición del 100% de concreto reciclado se obtuvo una absorción de 4.27%. Se concluye que los porcentajes de absorción del agua en el agregado grueso con concreto reciclado incorporado, tienden a subir considerablemente cuando se presentan mayores contenidos de concreto reciclado.

Sánchez (2019), cuyo objetivo fue la evaluación de las propiedades mecánicas de un concreto reciclado para el diseño de mezcla de un concreto  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ . Su estudio fue aplicado y experimental. La población estudiada se conformó por 36 probetas. Los instrumentos empleados fueron técnicas de gabinete como fichas bibliográficas, tesis e instrumentos como moldes cilíndrico y Excel. Los resultados que se obtuvieron fueron que a los 28 días la resistencia alcanzada por el diseño con el agregado patrón obtuvo  $175.5\text{ kg/cm}^2$ , con 5% de agregado reciclado  $178.78\text{ kg/cm}^2$ , con 15% de agregado reciclado  $163.76\text{ kg/cm}^2$  y con 25% de agregado reciclado  $145.78\text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que las resistencias de un concreto con agregado natural incorporando 5% de concreto reciclado, es mucho mayor respecto al concreto patrón, luego este va disminuyendo mientras va aumentando el % de adición.

Cubas y Cabrera (2017), cuyo objetivo fue definir la influencia del AGR respecto a la resistencia a compresión en un concreto convencional. Su estudio fue explicativo y cuasi experimental. La población estudiada estuvo compuesta por todas las probetas de concreto que han sido elaboradas con los agregados naturales y la muestra de la investigación estuvo conformada por las probetas elaboradas con la adición de AGR y probetas del grupo control con agregado grueso natural. Los instrumentos de recolección de datos estuvieron conformados por guías de ensayos de laboratorio, equipos de medición, programas, registros y fichas de recolección de datos. Los resultados que se obtuvieron fueron que para la resistencia  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto patrón tuvo un resultado mayor a 5.41% respecto a su resistencia de diseño. En los diseños con incorporación de AGR-C en 10%, 20%, 30% y 40% se obtuvo resultados menores entre 4.53% a 10.89% respecto al concreto patrón. Además, se observa que el concreto con incorporación de AGR-C en 10% tiene una resistencia de diseño superior al del concreto patrón en 0.643%. Se concluye que un concreto con AGR-C y con 28 días de curado, el 10 % de incorporación ejerce una influencia buena en la resistencia a compresión. Los valores irán disminuyen en función al concreto patrón para todas las resistencias de diseño, ya que a mayor incorporación de AGR, la resistencia a compresión será menor.

Seguidamente los antecedentes internacionales como Bermúdez (2021), cuyo objetivo fue poder evaluar la resistencia del concreto con una sustitución de R.C.D. como agregado grueso. Su estudio fue aplicado y experimental. La población estudiada se conformó por los lugares donde se recolecto los R.C.D. y la muestra de la investigación estuvo conformada por las muestras de R.C.D. recolectadas que provienen de las demoliciones. Los instrumentos de recolección de datos estuvieron conformados por lo equipos de laboratorio y formatos de procedimientos. Los resultados que se obtuvieron fueron que a los 28 días la resistencia alcanzada por el diseño con 100% de agregado reciclado fue 4596 PSI, con 25% de agregado reciclado 4588 PSI, con 50% de agregado reciclado 4601.6 PSI y con 75% de agregado reciclado 4604 PSI. Se concluye que la mayor resistencia con sustitución fue la de 75% de agregado reciclado.

Silvestre (2017), cuyo objetivo fue poder identificar las distintas características que posee el agregado reciclado como agregado “pétreo”, el cual va provenir de las demoliciones. Fue un estudio del tipo explorativo, experimental, descriptivo y comparativo. La población estudiada se conformó por los lugares donde se recolecto los residuos de concreto que estaban en un estado óptimo y la muestra de la investigación estuvo compuesta por las muestras de concreto reciclado recolectadas que provienen de las demoliciones en el Área Metropolitana Centro Occidente – AMCO. Los instrumentos empleados fueron equipos de laboratorio, herramientas menores, equipo de protección y algunos formatos de procedimientos regidos en base a las normas. Los resultados que se obtuvieron fueron que se pudo observar una reducción en la resistencia del concreto con adición de concreto reciclado respecto al concreto diseñado, el cual fue aproximadamente de 5 MPa, la cual estuvo por debajo de lo esperado. Se concluye que la absorción del agregado reciclado varia con la presencia de un porcentaje mayor a uno convencional elaborar la mezcla.

Torres y Vera (2017), cuyo objetivo fue analizar si existe alguna posibilidad del uso del reciclado de una losa de pavimento de la autopista terminal terrestre pascuales, la cual se usara como agregado grueso para poder elabora un hormigón que será usado en obras menores. Fue un estudio del tipo aplicativo y comparativo. La población de estudio se conformó por una losa de pavimento rígido ubicada en la zona de Norte de Guayaquil, en la Autopista Terminal Terrestre y la muestra de la investigación está compuesta por 9 briquetas de hormigón tradicional y otras 9 con hormigón reciclado, además se consideró 9 probetas prismáticas (Vigas) con el hormigón reciclado y otras 9 probetas con el hormigón tradicional. Los instrumentos empleados fueron equipos de laboratorio, herramientas menores, equipos de protección y distintos formatos de procedimientos que están basados en las diferentes nomas. Los resultados que se observaron fueron que las resistencias obtenidas con el hormigón tradicional y el hormigón reciclado tienen una variabilidad porcentual del 10%, este incremento se presentó en el módulo de rotura y en el momento flector. Se concluye que el uso de la losa rígida de la autopista como agregado grueso cumple con los parámetros para ser reutilizado, ya que sus propiedades son muy similares a la de los agregados gruesos naturales.

Los artículos de esta investigación según Rivera, Guerrero, Espinoza, Millon y Áreas (2020), cuyo objetivo es elaborar una propuesta con nuevos materiales de construcción, esto se podrá lograr con el fundamento de las experiencias que se encuentran en el acápite de “Estudios experimentales”. Los resultados que obtuvieron nos confirmaron que los agregados que se obtuvieron del reciclaje de los escombros, con algún tipo de diferencias presentes en alguna característica, podrán ser empleados como materia prima, siendo este un nuevo material para la elaboración de concreto, puesto que no todas las mezclas son para uso estructural. Se concluyó que es posible el poder añadir el material de construcción reciclado a los proyectos de construcción, donde se obtendrán mínimas variaciones respecto al desempeño físico y mecánico.

Bedoya y Dzul (2015), cuyo objetivo fue confeccionar un concreto usando la adición de agregados reciclados que se obtienen de escombros de mampostería y concreto. En los resultados se puede observar que el promedio de 6 resultados de mezcla incorporando 25-R es del 98.03 %, en comparación a la mezcla de referencia 0-R; el de la mezcla incorporando 50-R es del 95.43 %; y el de la mezcla incorporando 100-R es del 86.70 %. Se pudo concluir que es factible el uso de agregados reciclados en las mezclas de concreto de uso estructural con una sustitución del 25% de agregado reciclado, ya que este mantendrá su resistencia, la porosidad y además los costos con respecto a la mezcla de referencia, teniendo en cuenta que en todas las mezclas con agregado reciclado se sustituyó los agregados gruesos y finos.

El Pavimento rígido se constituye por una losa que será de concreto, que además puede ser simple o armada, la cual estará apoyada directamente sobre la base o subbase del terreno. Debido a su alta rigidez y módulo de elasticidad, la losa absorbe en gran parte la mayoría de los esfuerzos que sean ejercidos sobre el, lo cual permite que tenga una buena distribución de cargas de las ruedas, lo que nos resultara tener muy bajas tensiones en la subrasante (AASHTO, 1993).

La estructura del pavimento rígido está compuesta por una losa, base y subrasante. La losa viene siendo la capa superior de un pavimento, la cual está construida con concreto ya que, por el alto módulo de elasticidad y la rigidez, se

basan más en la capacidad portante en la losa que en la subrasante, puesto que no se tendrá una capa de base. La subbase viene siendo la parte del medio entre la subrasante y la losa, esta es muy importante cuando se procede hacer la combinación de suelo y agua, ya que cumplirá una función muy importante de minimizar los daños, proporcionar buen drenaje, uniformidad y estabilidad. (INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, 2000) Finalmente, la subrasante viene cumpliendo la función de soporte, ya que estará preparado y compactado para que el pavimento pueda ser construido, se encargara de dar un apoyo único sin alguna alteración de alta capacidad. (ALICARESP, 2019)

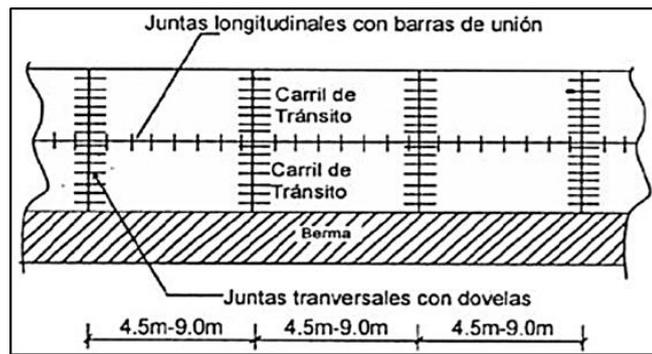
*Figura 1: Sección de pavimento rígido.*



*Fuente: Pavimentos, carreteras, Epsa Labco*

Los pavimentos rígidos se pueden clasificar en 4 tipos: Pavimento articulado hecho de concreto simple, hechos de concreto reforzado, un pavimento continuo hecho de concreto reforzado y los pavimento de concreto. En el proyecto se consideró un pavimento articulado hecho de concreto simple, el cual nos permitirá controlar todo tipo de grietas y lograra dividir al pavimento en losas individuales, las cuales se separan por juntas de contracción de 4.5 y 9.0 m., no se utilizara algún tipo de refuerzo de acero pero se considerara el uso de pasadores o dovelas (dowels) entre las barras de unión de las juntas longitudinales (tie bars) y las juntas transversales. Habrá una posibilidad de prescindir de los dowels; esto por medio de transferencias de carga por medio de trabazón de los agregados (interlock) con las caras agrietadas abajo de las juntas que ya están formadas. (Huang, Y. H., 2004)

Figura 2: Composición de un pavimento articulado de concreto simple (JPCP)



Fuente: Menéndez (2012)

Para realizar el diseño de un pavimento rígido por el método AASTHO, consideraremos un espesor de pavimento al cual se le realizara tanteos, ya que con el espesor considerado se podrá obtener los datos de los ejes equivalentes y así evaluar los distintos factores que son considerados en el diseño, ya que si se llega a cumplir el equilibrio en la ecuación considerando el espesor supuesto, tendremos el valor del espesor, sino se deberá seguir realizando los tanteos hasta alcanzar el equilibrio. Las variables para un diseño de pavimento rígido son: espesor, la serviciabilidad, el tránsito, la transferencia de carga, las propiedades del concreto, la resistencia a la subrasante, el drenaje y la confiabilidad. La fórmula general para el diseño de un pavimento rígido se basa según la fórmula:

Figura 3: Formula general de diseño de un pavimento rígido – Método AASHTO 93

$$\text{Log}_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left( \frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10} \left[ \frac{M_r C_d (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right]$$

En donde:

- $W_{82}$  = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas<sup>5</sup>, a lo largo del período de diseño.
- $Z_r$  = Desviación normal estándar
- $S_o$  = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- $D$  = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- $\Delta \text{PSI}$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- $P_t$  = Índice de serviciabilidad o servicio final
- $M_r$  = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- $C_d$  = Coeficiente de drenaje
- $J$  = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- $k$  = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Fuente: AASHTO (1993)

El concreto viene siendo una mezcla entre los agregados y una pasta. La pasta se conformara por cemento portland y agua, la cual unirá a los agregados y creara una masa de textura viscosa y manejable, la cual al endurecerse le permitirá resistir diferentes tipos de cargas. (Kosmatka, Steven; Panarese, William; Kerkhoff, Beatrix; Tanesi, Jussara, 1992)

Figura 4: Componentes del concreto



Fuente: Manual de construcción, Aceros Arequipa.

Los agregados cumplen un rol determinante con respecto a las propiedades del concreto. Estos vienen siendo partículas inorgánicas, que pueden ser de origen natural o artificial, en donde sus dimensiones estarán regidas según la Norma NTP

400.011. Es así como tenemos al agregado fino que viene siendo una arena manufacturada, que puede ser natural o una combinación de una y otra, además de que proviene de la desintegración, natural o artificial, de las rocas, el cual debe pasar la malla de 3/8". También tenemos al agregado grueso que es un material que será retenido en el tamiz 4.75 mm (N°4), el cual viene siendo una grava, natural o triturada, partículas de roca partida, o algún agregado metálico, natural o artificial, también puede ser el concreto triturado o una composición de estos. Todos los agregados deben de cumplir forzosamente con los límites que establece la norma NTP 400.037 o ASTM C 33. (RIVVA, 2010).

Además, en nuestro estudio consideramos los agregados reciclados, los cuales se pueden usar en la fabricación del hormigón, los cuales pueden llegar a ser el compuesto mayoritario, teniendo hasta un 85% de su composición final. (ATRIA INNOVATION, 2019). Para los agregados reciclados, se han perpetrado estudios que fijan si es conveniente su utilización como agregado para el concreto, lo cual su uso, a partir de una perspectiva económica, puede ser anhelado para la protección del medio ambiente, pero se deberá de tomar distintas precauciones especiales para considerar la posibilidad de su uso, ya que pueden contener cantidades inconvenientes de ladrillos, vidrio, yeso o algún otro tipo de agregado reactivo, de una calidad mala o hasta un alto nivel de cloruros. (RIVVA, 2010).

*Figura 5: Tipos de agregados*



*Fuente: Propia*

Las propiedades físicas de los agregados son aquellas que al ser examinadas o medidas no producen alguna nueva especificación, como ejemplo tenemos a la densidad, la dureza, la abrasividad, etcétera. Para obtener la información de estas propiedades físicas de los distintos agregados se debe de realizar distintos ensayos según las Normas Técnicas Peruanas, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Tabla de ensayos para los agregados finos

Ensayo	Norma
Extracción y preparación de las muestras	NTP 400.010
Ensayo para la reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo	NTP 400.043
Ensayo normalizado para el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	NTP 400.012
Ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacíos en los agregados	NTP 400.017
Ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino	NTP 400.022

Fuente: Propia

Tabla 2: Tabla de ensayos para los agregados gruesos

Ensayo	Norma
Extracción y preparación de las muestras	NTP 400.010
Ensayo para la reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo	NTP 400.043
Ensayo normalizado para el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	NTP 339.185
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	NTP 400.012
Ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("peso unitario") y los vacíos en los agregados	NTP 400.017
Ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso	NTP 400.021

Fuente: Propia

Las propiedades del concreto en estado endurecido están totalmente ligadas a sus características en estado fresco, comenzando desde el mezclado hasta su conformación. (Pacheco, 2017).

Una de las propiedades en estado fresco es la trabajabilidad la cual está directamente relacionada con el cemento y el agua, esto sucede porque la trabajabilidad aumentara respecto a su relación, ya que tiende a aumentar la capacidad del trabajo del hormigón. (David, 2016) Esta se basa según la fluidez o también mediante la prueba de revestimiento, por lo general se debe de considerar un concreto más trabajable. (Profesionalización, 2019).

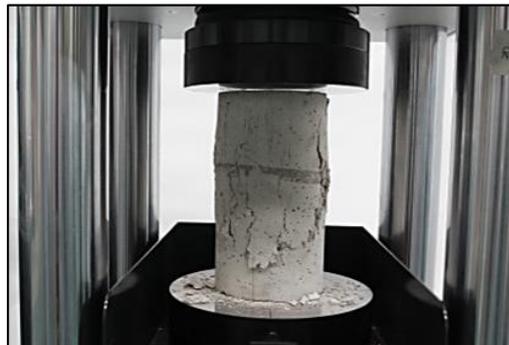
*Figura 6: Trabajabilidad del concreto*



*Fuente: Propia*

La resistencia a la compresión viene siendo una propiedad del concreto cuando está en estado endurecido, con la que podemos inferir su comportamiento, ya que en la actualidad aún no existe alguna ley general que valide y describa el proceder del concreto bajo los esfuerzos a los cuales es sometido en la estructura. (Pacheco, 2016)

*Figura 7: Ensayo para materiales de alta resistencia a la compresión*



*Fuente: Ibertest Advanced Testing Solutions*

La temperatura del concreto en estado fresco viene siendo una propiedad química. Esta no deberá ser muy elevada, ya que podría causar dificultades por pérdida de asentamiento, fragua instantánea o junta fría, esta no debe ser superior a los 32°C. (NTE E.060, 2009). Además, se debe de controlar la temperatura de colocación del concreto para no tener problemas cuando se dan condiciones de clima cálido, ya que mientras más elevada la temperatura de colocación se generan más problemas que perjudican al constructor. (Entendiendo el concreto, Pasquel).

*Figura 8: Temperatura del concreto*



*Fuente: Propia*

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Nuestra investigación será del tipo aplicada, ya que el objetivo principal es ejecutar el diseño un pavimento rígido incorporando agregado grueso reciclado de concreto en el diseño de la carpeta de rodadura.

La investigación tiene un enfoque de investigación Cuantitativa ya que se realizara la recolección y el análisis de datos para poder responder los distintos problemas planteados, además de probar las hipótesis establecidas. Este enfoque nos permite poder recolectar información sobre los distintos agregados y realizar un análisis, el cual nos ayudara a poder responder los problemas que se han sido planteados.

##### **3.1.2. Diseño de la investigación**

Este proyecto muestra un diseño experimental ya que se realizaran comparaciones entre los distintos diseños de mezcla con adiciones AGR (0%, 20%, 30% y 40%), para el diseño de un correcto pavimento rígido de acuerdo a las normas.

El nivel de la investigación viene siendo Cuasi experimental, ya que se realizaran distintas probetas de concreto las cuales nos ayudaran a obtener los resultados deseados, los cuales podrán ser comparados para que al final se pueda encontrar el valor más idóneo que ayude a dar las conclusiones y recomendaciones finales.

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

**Variable Dependiente:** Diseño de un Pavimento Rígido

**Variable Independiente:** Agregado Grueso Reciclado

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

##### **3.3.1. Población**

En nuestra investigación hemos considerado como la población de estudio a la Av. Santa Fortunata ubicada en el C.P. de Yacango, Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua.

Figura 9: Población de estudio



Fuente: Google Maps

### 3.3.2. Muestra

Para el proyecto hemos usado una muestra la cual será representativa, ya que solo se considerara una pequeña parte, además estas representaran todas las propiedades y proporciones de toda la población. Esta muestra comprenderá un total de 24 briquetas de concreto.

Tabla 3: Ensayos de compresión

Diseño de Mezcla	Testigos de Concreto			
	7 días	14 días	28 días	Total
Concreto Convencional	2	2	2	6
Concreto con adición de AGR (20%)	2	2	2	6
Concreto con adición de AGR (30%)	2	2	2	6
Concreto con adición de AGR (40%)	2	2	2	6
<b>Total de Briquetas</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>24</b>

Fuente: Propia

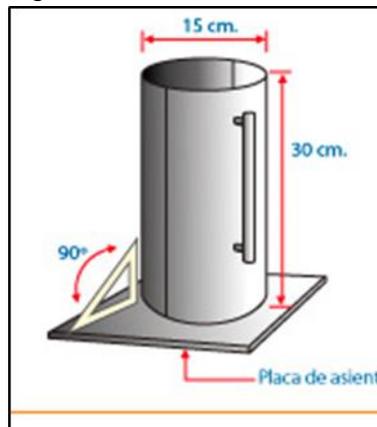
### 3.3.3. Muestreo

En nuestro proyecto usaremos una muestra representativa considerando un muestreo no probabilístico intencional, en tal caso se tendrá la libertad de elegir el área de estudio más adecuada, además de tener la comodidad de poder seleccionar nuestras muestras teniendo detalles subjetivos y no realizarlo aleatoriamente, esto considerando un previo conocimiento de las varias características imprescindibles que se necesitan para el estudio.

#### Unidad de análisis

En nuestro proyecto tendremos como unidad de análisis a cada una de las briquetas de concreto con adición de AGR (0%, 20%, 30% y 40%).

Figura 10: Molde cilíndrico



Fuente: SENCICO

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

Se usaran distintas técnicas, tales como el análisis documental donde podemos recoger datos e información de distintas fuentes (ya sean libros, artículos, etc.) y la observación experimental que nos ayudara a elaborar algunos datos en situaciones donde podremos manejar nosotros mismos una o las dos variables respectivas.

Se usaron instrumentos de recolección de datos como formatos de laboratorio certificados para una adecuada recopilación de todos los datos concernientes a los objetivos planteados, todo esto según el reglamento nacional de construcción, además usaremos un cuaderno de apuntes para recopilar información extra sobre los distintos ensayos que se les realizaron a los agregados y al concreto.

En nuestro proyecto hemos buscado que el nivel de los datos registrados refleje lo que se plantea realizar en los ensayos de laboratorio, el cual debe contar con autorización para emitir los certificados de cada ensayo a realizar. Se medirá la validez mediante el juicio de los expertos, considerando ciertos criterios que asocien el estudio a realizar y el lugar idóneo para los fines correspondientes.

La confiabilidad de los instrumentos utilizados en el proyecto será totalmente confiable, ya que para la información obtenida se tomara en cuenta los diferentes certificados de calibración de cada uno de los distintos equipos que se usaron en el estudio, ya que estos tienen que estar calibrados correctamente y en un nivel óptimo para realizar los distintos ensayos y así poder obtener los distintos resultados de una manera más fehaciente.

### **3.5. Procedimientos**

Para poder determinar la influencia del AGR en el pavimento rígido, primeramente, se obtuvo las dimensiones del pavimento rígido, los cuales se hallan mediante el método AASHTO 93, para lo cual se requerirá el estudio de mecánica de suelos (EMS) del área de influencia, el estudio de tráfico y el ESAL de diseño.

Para evaluar el concreto con adición de AGR que se usara en la capa de rodadura, se obtendrá previamente las propiedades físicas de los diferentes agregados (granulometría, humedad, peso unitario, peso específico y absorción) y posteriormente las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto.

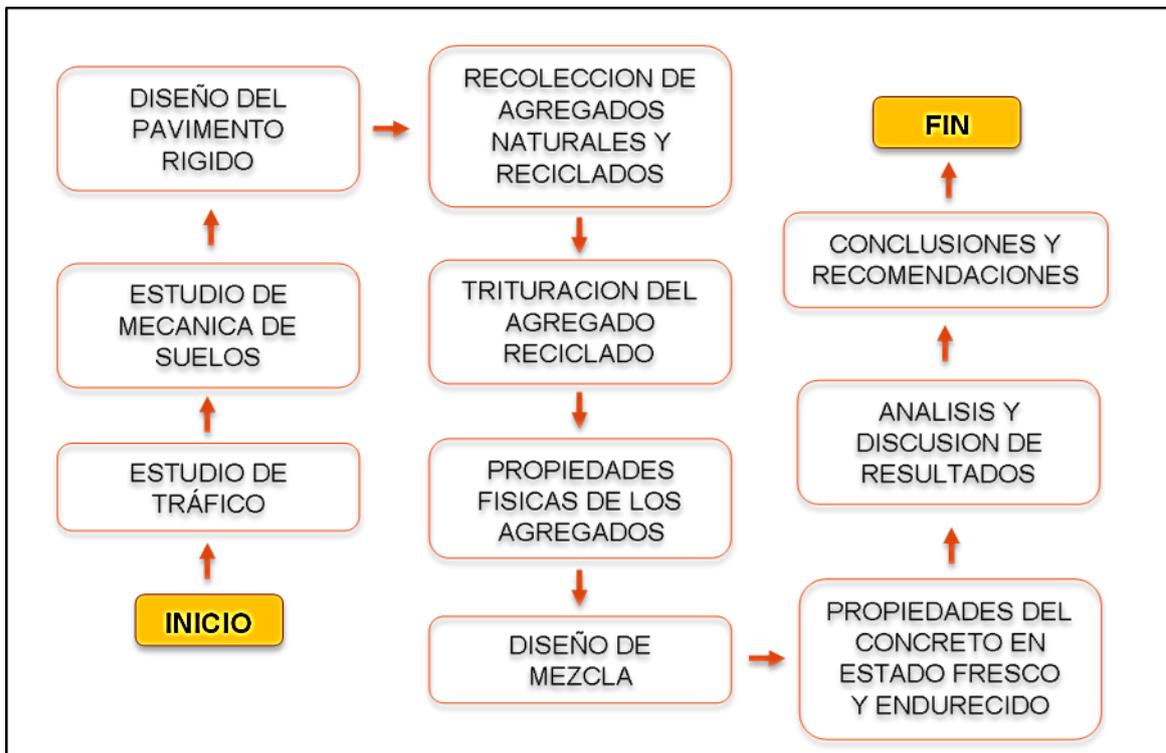
En nuestra investigación elaboramos un diseño de mezcla para la resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, siendo esta la más idónea para nuestro pavimento, además de ser la más utilizada y comercial para elementos estructurales y no estructurales. La trituración del concreto a reciclar fue manualmente con la utilización de una comba. Luego, se elaboraron probetas de un concreto convencional (diseño patrón) y probetas con adición de agregado grueso reciclado en diferentes porcentajes (20%, 30% y 40%), las cuales serán ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curados.

El diseño patrón (0% de AR), ayudara a poder analizar el comportamiento de la resistencia respecto a los diseños con adición de agregado grueso reciclado (20%,

30% y 40% de AR). Se estableció un rango de adición de agregado debido a referencias bibliográficas y el grado de influencia en la resistencia a compresión, mayor a 20% ya que si utilizamos % menores las variaciones de resistencia no serían muy notables, y menor a 40% ya que si usamos % superiores se generaría costos elevados de producción, por lo cual sería antieconómico.

En la figura 11, se puede observar el esquema a seguir:

Figura 11: Procedimiento del proyecto de investigación



Fuente: Propia

El Estudio de Tráfico vehicular tiene como objetivo principal cuantificar el volumen vehicular y clasificarlos según los distintos tipos de vehículos, además de poder clasificar el tipo de vía que se realizara.

El Estudio de Mecánica de Suelos tiene como función principal identificar el tipo de suelo en el terreno donde se realizará el proyecto. Se realizaron los ensayos estándares normalizados (Granulometría por tamizado, ensayo de densidad natural, humedad natural, límite líquido, límite plástico), además de la clasificación (SUCS y AASHTO 93), la descripción del suelo y las propiedades de resistencia y capacidad de soporte (CBR).

El Diseño del Pavimento Rígido, estará regido bajo el método AASTHO, para lo cual se deberá seguir la fórmula general para diseño de pavimentos rígidos o mediante los ábacos de diseño, esto con los datos obtenidos de la prueba AASHTO 93. Las variables a considerar para el diseño serán: Espesor, Serviciabilidad, Tránsito, Transferencia de carga, Propiedades del concreto, Resistencia a la subrasante, Drenaje y Confiabilidad.

Para la Recolección de los Agregados se realizó el siguiente procedimiento: Para agregados reciclados se obtuvieron de demoliciones de elementos estructurales ubicados en distintas zonas de Moquegua. Después de recolectar los residuos sólidos en costales, se transportó el material al distrito de San Antonio y el material fue acopiado, luego fue limpiado separando las impurezas y quedarnos sólo con residuos sólidos de concreto. Para agregados naturales fueron extraídos por la CANTERA MARON (EL CHASQUI SOY) de la EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES MARON E.I.R.L., ubicados en la Carretera Panamericana Sur Km 1150 (Coordenadas: -17.24506802, -71.11210255), y su lugar de acopio en la Av. Circunvalacion 101 – Distrito de San Antonio. Se coordinó con el personal encargado para que la muestra recolectada sea de una misma fecha de muestra y el mismo número de muestreo.

El procedimiento se realizó de acuerdo a lo estipulado en el ensayo ASTM D-75 (Norma NTP 400.010: Extracción y preparación de las muestras). Una vez recolectado se procedió a transportar el material al “LABORATORIO SERGEO”, donde se realizaran los ensayos correspondientes.

Para la Trituración del Material, después de haber realizado la limpieza correspondiente, se procedió a realizar el chancado manual para obtener un diámetro de agregado aproximado que se usara en el diseño, en este caso fue material pasante de 3/4”, para finalmente ser llevado al laboratorio donde se realizaran los ensayos correspondientes.

Las Propiedades Físicas de los Agregados, vienen siendo factores que van a influir cualitativa o cuantitativamente a la reacción de los materiales frente a estímulos y restricciones, además harán que el material sea adecuado o inapropiado para su uso, en pocas palabras vienen siendo características que se pueden percibir, medir

o probar. Las propiedades a considerar serán: Contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, Peso unitario y vacíos en los agregados y Peso específico y absorción de los agregados.

El Diseño de mezcla que usaremos es el procedimiento del Comité 211 del ACI, el cual es bastante simple y nos va permitir obtener los valores de los distintos materiales que componen la unidad cúbica de concreto. El procedimiento a realizar es el siguiente: se elige la resistencia promedio, luego se selecciona el TMN del agregado, después se elige el tipo de asentamiento, el contenido de aire y la relación agua-cemento que puede ser por resistencia o por durabilidad. Con estos datos ya podremos obtener el volumen unitario del agua de diseño, se podrá determinar el Factor Cemento, además del contenido de agregado grueso, el agua de diseño, el aire atrapado y el volumen del agregado fino. Finalmente se determina los pesos secos de los agregados y los valores de diseño de los distintos materiales ya mencionados, para luego corregir por humedad los valores de los agregados, Ya con estos datos se podrá tener las proporciones en peso de diseño y por tanda.

Las Propiedades del concreto están en función al fin para el cual están destinados. La selección de las distintas cantidades de material para el concreto, deberán permitir la obtención de un concreto que tenga la facilidad de uso, una buena densidad, la resistencia requerida, durabilidad o alguna otra propiedad que pueda ser necesaria para cualquier caso en particular para la cual este siendo diseñada. Las propiedades del concreto que consideraremos son: Trabajabilidad, Consistencia, Resistencia y Generación de calor.

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

En nuestro proyecto, el análisis de datos se basa en efectuar operaciones, las cuales el investigador controlara con la única finalidad de poder alcanzar el objetivo del estudio. (Técnicas de Investigación Educactiva G38, 2013)

El método de análisis usado es el cuantitativo porque se recolectara la información por medio de muestras de concreto que serán ensayadas. Estos resultados han sido brindados por un laboratorio habilitado y certificado, el cual tuvo en cuenta los

instrumentos confiables que han permitido recolectar los datos reales sin alguna modificación de estos, los cuales han sido procesados para su análisis e interpretación debida.

### **3.7. Aspectos éticos**

La principal labor de la ética dentro de la investigación científica es poder definir y delimitar con precisión cuándo nos encontramos frente a una pésima conducta que podría perjudicar los distintos resultados de nuestra investigación (Miranda, 2013)

Nuestra investigación se desarrolló con el debido respeto y honestidad de no haber realizado algún tipo de plagio de información de alguna investigación de otros autores o algún manejo de la información de una manera malintencionada, muy por el contrario se ha llegado a cumplir con toda la normativa estipulada respetando cada uno de los instrumentos usados en el presente proyecto. Tenemos la confianza de que las apreciaciones brindadas son reales y veraces, guardando el debido orden que brinda la norma solicitada en cada uno de los ensayos que han sido realizados, teniendo en cuenta la moralidad profesional.

#### IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política: Nuestra investigación se realizó en la Calle Santa Fortunata, en el C.P. de Yacango, en el Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua.

Figura 12: Mapa político del Perú



Fuente: Educación

Figura 13: Mapa político de Moquegua



Fuente: Educación

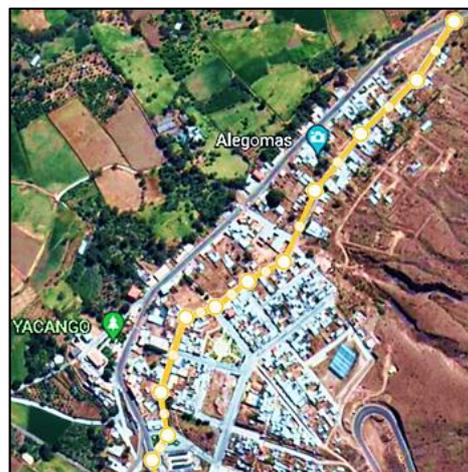
Ubicación del proyecto

Figura 14: Mapa de ubicación del distrito de Torata



Fuente: Educación

Figura 15: Mapa del Centro Poblado de Yacango



Fuente: Google Earth

### Límites

- Norte: distritos de Carumas, Quinistaquillas y Omate.
- Sur: distrito de Samegua, Moquegua e Ilabaya (Tacna)
- Este: distrito de Camilaca (Tacna)
- Oeste: distrito de Samegua y Moquegua.

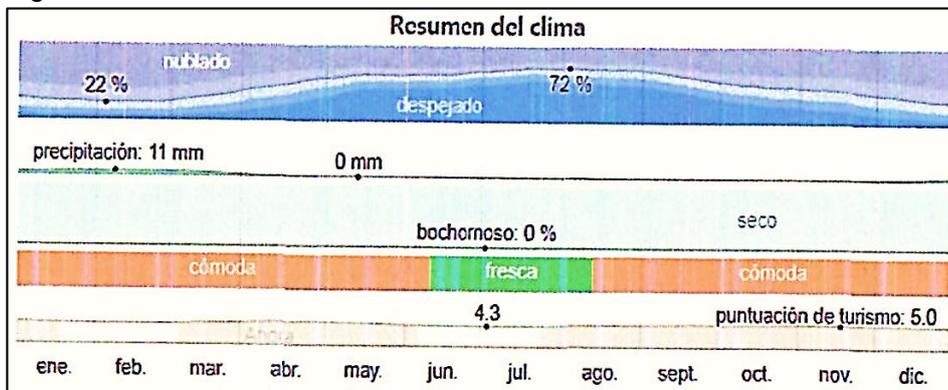
### Ubicación geográfica

El distrito de Torata presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 17°, 07', 53.02" (-17.1314) y Oeste 70°, 51', 54.64" (-70.8652). La ciudad cuenta con un área de 1793.37 km<sup>2</sup> aproximadamente, tiene una altitud de aproximadamente 2,140.00 m.s.n.m. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el último censo, la ciudad contaba con una población de aproximadamente 6,198 habitantes.

### Clima

En la ciudad de Torata se tiene unos veranos muy largos, cómodos, áridos y la mayor parte nublados, los inviernos son cortos, muy fríos, secos y la mayor parte despejados. Durante el año su temperatura varía entre los 6 °C y 20 °C y muy rara vez llega a bajar a menos de 5 °C, o llega a subir a más de 22 °C. La temporada de precipitación va desde finales del mes de Diciembre a mediados del mes de Marzo.

Figura 16: Resumen del clima en el distrito de Torata



Fuente: EMS - AGORA C Y S E.I.R.L., 2022

Se alcanzó el desarrollo del Objetivo General, presentándose en anexos los resultados de la influencia que tiene el agregado grueso reciclado al incorporarlo al diseño de un pavimento rígido que será usado para tránsito vehicular.

Del **Objetivo Específico 1**, se determinó las dimensiones más adecuadas de la estructura del pavimento rígido incorporando agregado grueso reciclado, usando la información recolectada y proporcionada, adjunto en anexos; detallándose los resultados de la siguiente manera:

Figura 17: *Espesor del pavimento hallado mediante la fórmula AASHTO 93*

Para el método de diseño AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\log_{10}(E18) = \left\{ \begin{array}{l} \text{Desviación normal estándar} \quad \text{Error estándar combinado} \quad \text{Espesor} \\ Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\ \text{Serviciabilidad final} \quad \text{Módulo de ruptura} \quad \text{Coeficiente de drenaje} \\ + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10} \left[ \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{Ec}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right] \\ \text{Tráfico} \quad \text{Módulo de transferencia de carga} \quad \text{Módulo de elasticidad} \quad \text{Módulo de reacción} \end{array} \right\}$$

**DATOS:**

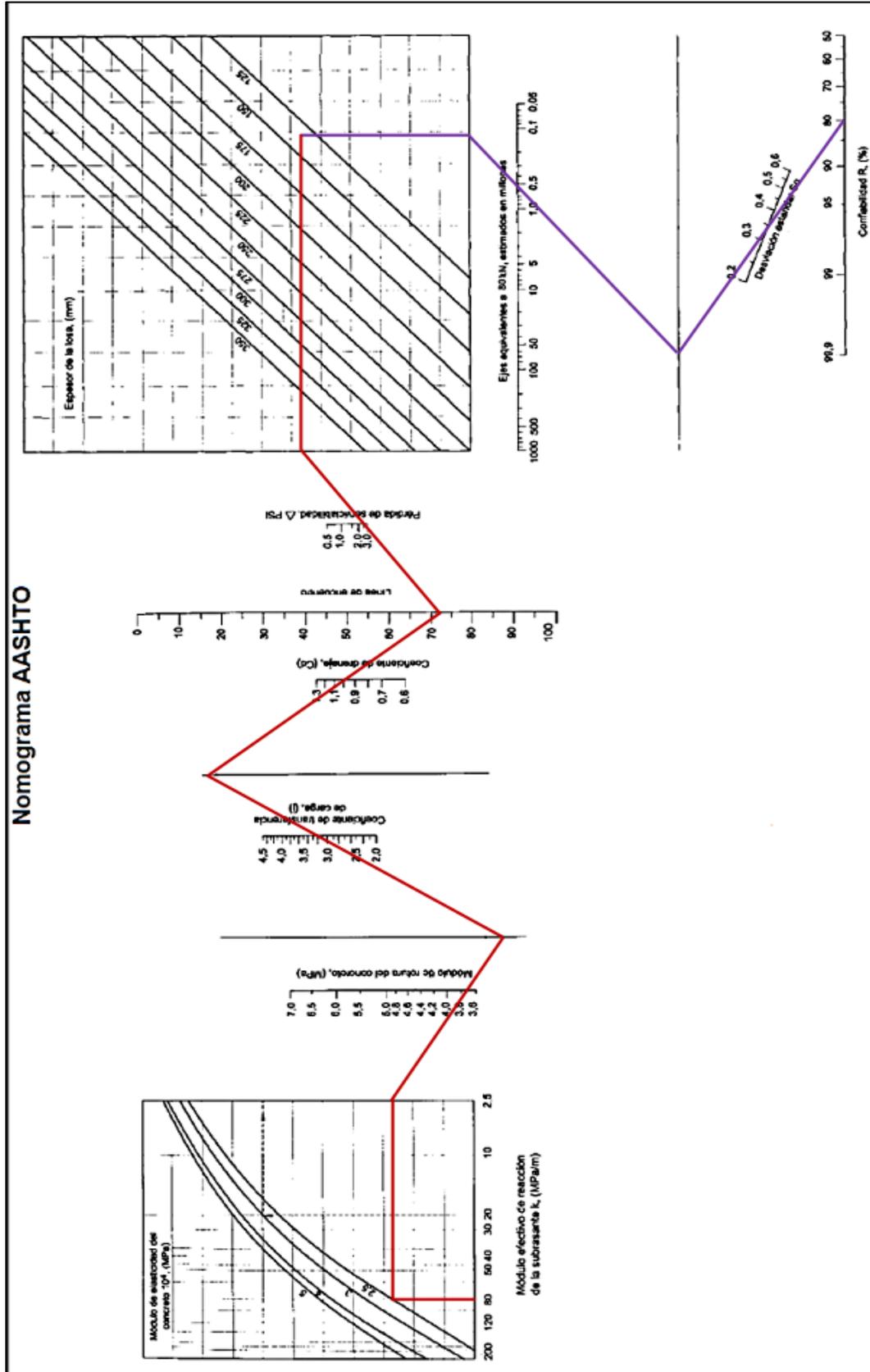
<b>K = 80,875</b> Mpa/m	<b>So = 0,35</b>
<b>Ec = 21478,341</b> Mpa	<b>R = 80%</b>
<b>S'c = Mr = 3,674</b> Mpa	<b>ZR = -0,842</b>
<b>J = 3,2</b>	<b>Pt = 2</b>
<b>Cd = 1,0</b>	<b>ΔPSI = 2,5</b>
	<b>E18 = 0,509</b> × 10 <sup>6</sup>
	<b>D = ???</b> mm por tanteo
	<b>D = 142,90</b> mm

**RESOLVIENDO:**

<b>1er miembro =</b>	<b>Segundo miembro</b>
5,71	= -0,2947 + 5,9717183 + -0,027905 + 0,061224
5,71	= 5,710 <b>OK</b>

Fuente: Propia

Figura 18: Espesor del pavimento hallado mediante ábacos



Fuente: AASHTO, 1993

Observando la figura 17, mediante la fórmula AASHTO 93 se tiene un espesor de losa de 142,90 mm, y en la figura 18, mediante los ábacos se tiene un espesor entre 125 mm y 150 mm (procedimiento adjunto en anexos). Por cuestiones de construcción, se usará un espesor de losa redondeado de 150 mm.

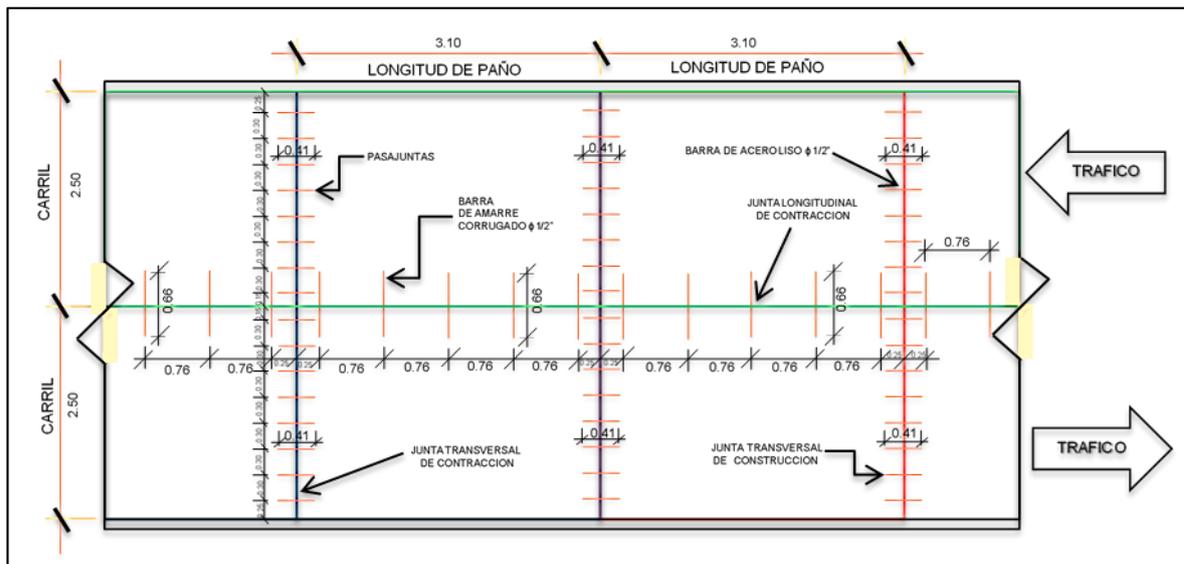
Figura 19: Estructura del pavimento rígido elegida



Fuente: Propia

Teniendo el espesor de losa, la subrasante que será considerará como el terreno natural y una subbase de 150 mm, por recomendaciones del Instituto del Cemento Portland Argentino y según el EMS (adjunto en anexos), tendremos en la figura 19 la estructura del pavimento rígido.

Figura 20: Distribución de barras de amarre y pasajuntas en la losa de concreto de 15 cm



Fuente: Propia

En la figura 20, se puede observar las dimensiones que tendrá la losa de concreto, además de la distribución de barras de amarre y pasajuntas. El ancho de carril es de 2.50m con una longitud de losa es de 3.10 m, las barras de amarre deben ser

corrugadas con un diámetro de 1/2” con una longitud de 66 cm y una separación entre barras de 76 cm y los pasadores deben ser barras lisas con un diámetro de 1/2” con una longitud de 410 mm, y una separación entre barras de 300 mm.

Del **Objetivo Especifico 2** se realizó la comparación de las distintas propiedades físicas que poseen los agregados reciclados y naturales usando los informes técnicos de todos los ensayos que se realizaron en el “Laboratorio Sergeo”, acorde a los requerimientos de las Normas Técnicas Peruanas y los Ensayos ASTM International, todo adjunto en anexos; detallándose:

*Tabla 4: Contenido de humedad de los agregados*

<b>Descripción</b>	<b>Contenido de Humedad (%)</b>
<b>Agregado Fino (AF)</b>	2.48
<b>Agregado Grueso (AG)</b>	0.70
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 20%)</b>	0.74
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 30%)</b>	0.80
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 40%)</b>	0.21

*Fuente: Propia*

En la tabla N° 04, podemos observar el contenido de humedad del AG, AF y los AGR (20%, 30% y 40%). Estos resultados se realizaron según el Ensayo ASTM C-566 y la Norma NTP 339.185. La humedad que contienen los agregados va a depender mucho del lugar de donde ha sido extraído, ya que estos resultados no son conocidos y mucho menos posee un rango establecido. Este valor va a influir mucho en la resistencia a compresión el cual hará variar a la relación a/c. El AG contiene un 0.70% de humedad, la cual es muy similar a la de los AGR (20%, 30% y 40%), ya que estos contienen 0,74%, 0.80% y 0.21% de humedad respectivamente, así también la humedad del AF será de 2.48%. Podemos observar que el AF contiene más humedad, por lo que esta va alterar la relación a/c en los distintos diseños de mezcla, además se puede observar que los AGR (20% y 30%) tiene una humedad muy similar respecto al agregado grueso y el AGR (40%) es mucho menor al agregado grueso. Estos pudieron aumentar debido a la porosidad que tiene el concreto gracias a la pasta de cemento, pero por el contrario los valores se mantuvieron en los parámetros requeridos.

Tabla 5: Peso unitario compactado de los agregados

Descripción	Peso Unitario Compactado gr/cm <sup>3</sup>
<b>Agregado Grueso (AG)</b>	1.519
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 20%)</b>	1.465
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 30%)</b>	1.454
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 40%)</b>	1.452

Fuente: Propia

En la tabla N° 05, se puede observar el peso unitario compactado del AG y los AGR (20%, 30% y 40%). Estos resultados se realizaron según el Ensayo ASTM C-29 y la Norma NTP 400.017. Se sabe que el peso unitario es un valor muy usado para los distintos diseños de mezcla, además también puede ser usado para convertir los pesos en volúmenes. Naturalmente, el peso unitario no tiene algún rango establecido; pero hay autores que acreditan que este valor varía de 1.200 gr/cm<sup>3</sup> a 1.760 gr/cm<sup>3</sup> aproximadamente. De la tabla N° 05, se puede observar que los pesos unitarios compactados de todos los agregados están dentro del rango establecido y los AGR (20%, 30% y 40%) son más livianos que el AG en 3.55%, 4.27% y 4.41% respectivamente.

Tabla 6: Peso unitario suelto de los agregados

Descripción	Peso Unitario Suelto (%)
<b>Agregado Fino (AF)</b>	1.515
<b>Agregado Grueso (AG)</b>	1.372
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 20%)</b>	1.299
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 30%)</b>	1.294
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 40%)</b>	1.291

Fuente: Propia

En la tabla N° 06, podemos observar el peso unitario suelto de los AG, AF y AGR (20%, 30% y 40%). Estos resultados se realizaron según el Ensayo ASTM C-29 y la Norma NTP 400.017. En la tabla N° 06 se puede ver que el peso unitario suelto de los AGR (20%, 30% y 40%) respecto al AG varían en 5.32%, 5.68% y 5.90% respectivamente. También se puede observar que todos los agregados están dentro del rango aceptable.

Tabla 7: Gravedad específica de los agregados

Descripción	Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		
	G.E. Seca	G.E. SSS	G.E. Aparente
<b>Agregado Fino (AF)</b>	2.50	2.58	2.70
<b>Agregado Grueso (AG)</b>	2.52	2.58	2.66
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 20%)</b>	2.26	2.32	2.40
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 30%)</b>	2.20	2.28	2.38
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 40%)</b>	2.16	2.24	2.35

Fuente: Propia

En la tabla N° 07, se puede observar la gravedad específica de los AG, AF y AGR (20%, 30% y 40%). Estos resultados se obtuvieron según el Ensayo ASTM C-127 y la Norma NTP 400.021 para agregados gruesos y el Ensayo ASTM C-128 y la Norma NTP 400.022 para agregados finos. La gravedad específica viene siendo un indicador de calidad para el diseño de mezcla, la cual permite una relación entre su peso y el peso de un volumen absoluto de agua, además se sabe que si el material es de una muy buena calidad, resultara un material más denso. La gravedad específica se clasifica en ligeros (menor a 2.5gr/cm<sup>3</sup>), normales (entre 2.50 gr/cm<sup>3</sup> a 2.75 gr/cm<sup>3</sup>) y pesados (mayor a 2.75 gr/cm<sup>3</sup>). En la tabla N° 07, se puede observar que la gravedad específica del AG y AF están en los parámetros para ser considerados agregados normales, a diferencia de los AGR (20%, 30% y 40%) que son mucho menores, considerándolos a estos como agregados ligeros, además se puede precisar que el material reciclado va a impedir el buen acomodamiento entre partículas y la porosidad hará que esta sea menos compacta.

Tabla 8: Porcentaje de absorción (%)

Descripción	Porcentaje de absorción (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>Agregado Grueso (AG)</b>	2.012
<b>Agregado Fino (AF)</b>	2.927
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 20%)</b>	2.582
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 30%)</b>	3.541
<b>AG + Agregado Grueso Reciclado (AGR 40%)</b>	3.825

Fuente: Propia

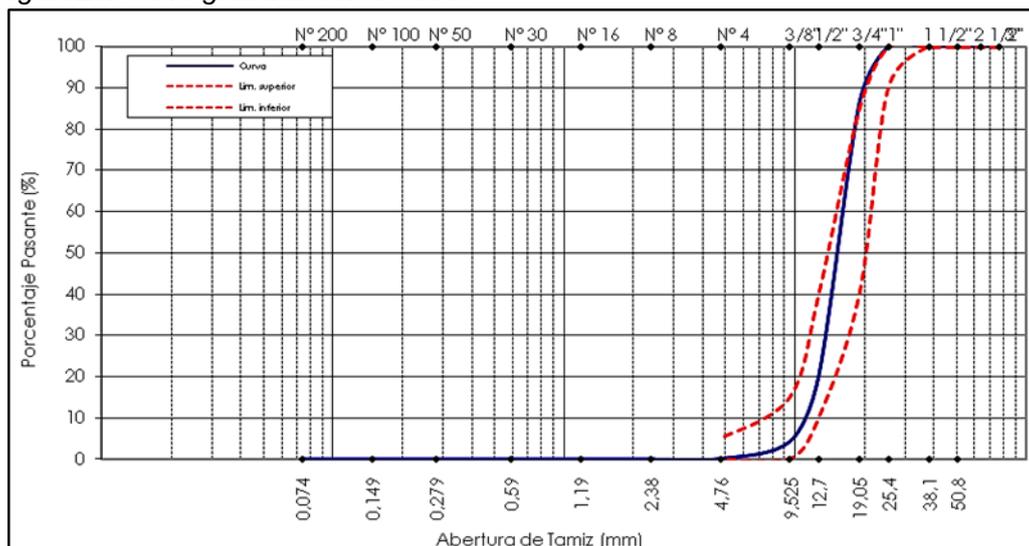
En la tabla N° 08, se puede observar el porcentaje de absorción del AG, AF y AGR (20%, 30% y 40%). Estos resultados se obtuvieron según el Ensayo ASTM C-127 y la Norma NTP 400.021 para agregados gruesos y el Ensayo ASTM C-128 y la Norma NTP 400.022 para agregados finos. La absorción, al igual que el contenido de humedad, va a definir el agua que será necesaria para el diseño de mezcla. Se sabe que el agregado mientras más elevada sea su absorción, se elevara más la proporción de agua, la cual influye directamente en la durabilidad del concreto. De la tabla N° 08, se observa que el AF tiene una absorción de 2.90%, el AG tiene una absorción de 2.012%, y los AGR (20%, 30% y 40%) tendrán una absorción de 2.582%, 3.541% y 3.825% respectivamente. Además, se puede apreciar que los AGR (20%, 30% y 40%) y el AF tienen una absorción muy elevada, por lo tanto será necesario realizar un ajuste en las proporciones de agua dentro de la mezcla, en otras palabras, debemos de mantener una cantidad de agua constante, ya que la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto podrían variar significativamente. También se puede ver que la porosidad del AGR (20%, 30% y 40%) es elevada, esto porque los valores que están por encima de 2% a 3% tienden a demostrar un índice alto de porosidad. Finalmente podemos concluir que los agregados con un bajo peso específico, tienden a tener una mayor absorción.

*Tabla 9: Análisis granulométrico del AG*

<b>Masa muestra total = 10422.0 gr (MF = 7.09)</b>						
<b>Designación alternativa tamiz</b>	<b>Designación estándar tamiz</b>	<b>Masa retenido (gr)</b>	<b>% retenido</b>	<b>% acumulado</b>	<b>% pasante</b>	<b>HUSO 56 1 in @ 3/8 in</b>
1 1/2 in	38.10	-	-	-	100.0	100
1 in	25.00	-	-	-	100.0	90 - 100
3/4 in	19.00	1390.0	13.3	13.3	86.7	40 - 85
1/2 in	12.50	6902.0	66.2	79.6	20.4	10 - 40
3/8 in	9.500	1680.0	16.1	95.7	4.3	0 - 15
No. 4	4.750	436.0	4.2	99.9	0.1	0 - 5
No. 8	2.360	14.0	0.1	100.0	0.0	-
Fondo	-	0.0	0.0	100.0	0.0	-

*Fuente: Propia*

Figura 21: Curva granulométrica del AG



Fuente: Propia

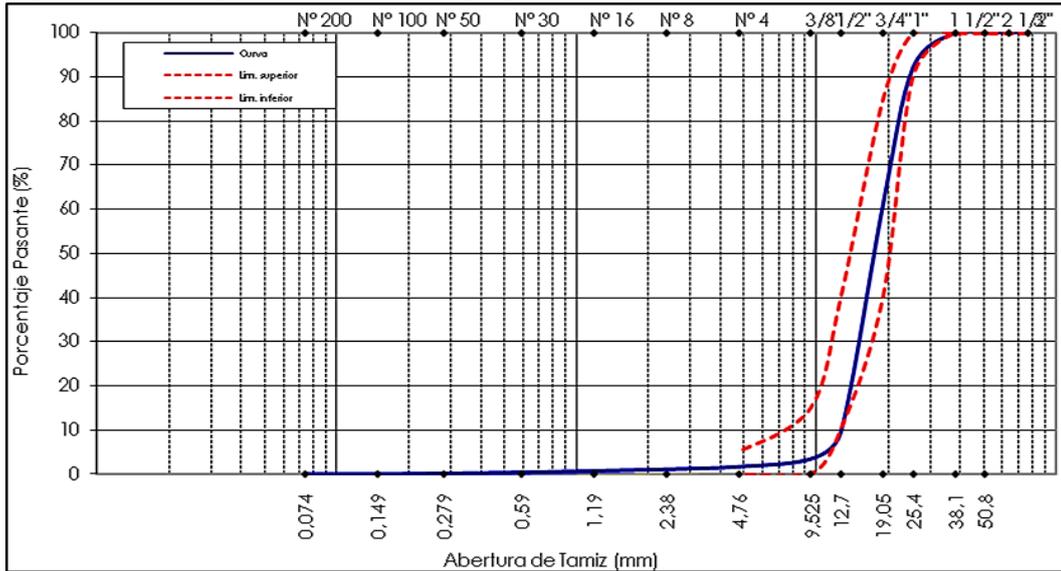
En la tabla Nº 09, se observa el análisis granulométrico del AG según el Ensayo ASTM C-136 y la Norma NTP 400.012. Además, en la figura 21, se puede observar la curva granulométrica junto a los límites establecidos. Esta granulometría está dentro de los parámetros del huso 57 que nos proporciona la NTP 400.037. Así mismo, se pudo obtener el módulo de fineza (MF), el cual es de 7.09, demostrando que es un material de buena calidad para su uso en la elaboración de concreto.

Tabla 10: Análisis granulométrico del agregado incorporando AGR 20%

Masa muestra total = 14847.0 gr (MF = 7.31)						
Designación alternativa tamiz	Designación estándar tamiz	Masa retenido (gr)	% retenido	% acumulado	% pasante	HUSO 56 1 in @ 3/8 in
1 1/2 in	38.10	-	-	-	100.0	100
1 in	25.00	1176.0	7.9	7.9	92.1	90 - 100
3/4 in	19.00	4625.0	30.9	38.8	61.2	40 - 85
1/2 in	12.50	7725.0	51.7	90.5	9.5	10 - 40
3/8 in	9.500	911.0	6.1	96.5	3.5	0 - 15
No. 4	4.750	266.0	1.8	98.3	1.7	0 - 5
No. 8	2.360	89.0	0.6	98.9	1.1	-
No. 16	1.180	56.0	0.4	99.3	0.7	-
No. 30	0.600	50.0	0.3	99.6	0.4	-
No. 50	0.300	32.0	0.2	99.8	0.2	-
No. 100	0.150	22.0	0.1	100.0	0.0	-
No. 200	0.075	1.0	0.0	100.0	0.0	-

Fuente: Propia

Figura 22: Curva granulométrica del agregado incorporando AGR 20%



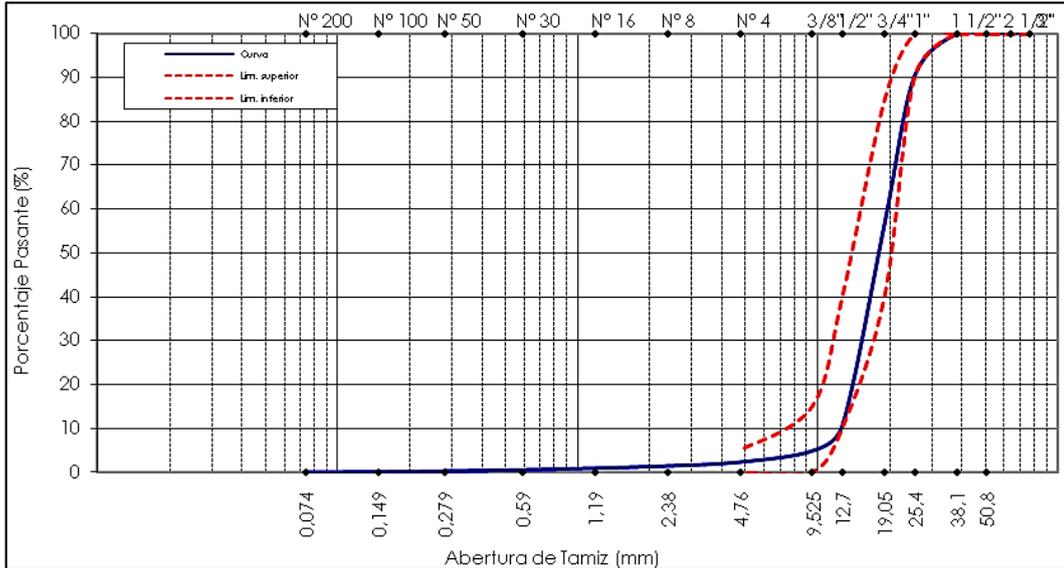
Fuente: Propia

Tabla 11: Análisis granulométrico del agregado incorporando AGR 30%

Masa muestra total = 14847.0 gr (MF = 7.33)						
Designación alternativa tamiz	Designación estándar tamiz	Masa retenido (gr)	% retenido	% acumulado	% pasante	HUSO 56 1 in @ 3/8 in
1 1/2 in	38.10	-	-	-	100.0	100
1 in	25.00	1427,0	9,6	9,6	90,4	90 - 100
3/4 in	19.00	4980,0	33,5	43,2	56,8	40 - 85
1/2 in	12.50	6856,0	46,2	89,3	10,7	10 - 40
3/8 in	9.500	859,0	5,8	95,1	4,9	0 - 15
No. 4	4.750	382,0	2,6	97,7	2,3	0 - 5
No. 8	2.360	130,0	0,9	98,6	1,4	-
No. 16	1.180	78,0	0,5	99,1	0,9	-
No. 30	0.600	55,0	0,4	99,5	0,5	-
No. 50	0.300	42,0	0,3	99,7	0,3	-
No. 100	0.150	23,0	0,2	99,9	0,1	-
No. 200	0.075	15,0	0,1	100,0	0,0	-

Fuente: Propia

Figura 23: Curva granulométrica del agregado incorporando AGR 30%



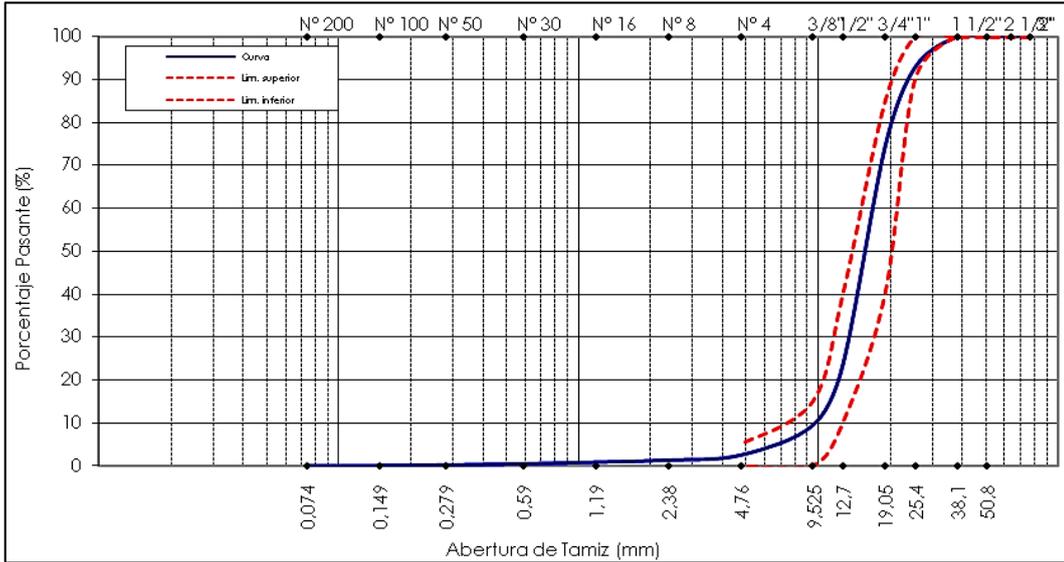
Fuente: Propia

Tabla 12: Análisis granulométrico del agregado incorporando AGR 40%

Masa muestra total = 14960.0 gr (MF = 7.11)						
Designación alternativa tamiz	Designación estándar tamiz	Masa retenido (gr)	% retenido	% acumulado	% pasante	HUSO 56 1 in @ 3/8 in
1 1/2 in	38.10	-	-	-	100.0	100
1 in	25.00	1065,0	7,1	7,1	92,9	90 - 100
3/4 in	19.00	2744,0	18,3	25,5	74,5	40 - 85
1/2 in	12.50	7612,0	50,9	76,3	23,7	10 - 40
3/8 in	9.500	2116,0	14,1	90,5	9,5	0 - 15
No. 4	4.750	1046,0	7,0	97,5	2,5	0 - 5
No. 8	2.360	180,0	1,2	98,7	1,3	-
No. 16	1.180	70,0	0,5	99,2	0,8	-
No. 30	0.600	55,0	0,4	99,5	0,5	-
No. 50	0.300	42,0	0,3	99,8	0,2	-
No. 100	0.150	24,0	0,2	100,0	0,0	-
No. 200	0.075	6,0	0,0	100,0	0,0	-

Fuente: Propia

Figura 24: Curva granulométrica del agregado incorporando AGR 40%



Fuente: Propia

En la tabla N° 10, tabla N° 11 y tabla N° 12, se muestran los análisis granulométricos del agregado incorporando AGR (20%, 30% y 40%). Además en las figura 21, figura 22 y figura 23 se muestran las curvas granulométricas de este material, para lo cual podemos observar que el agregado incorporando AGR (40%) está dentro de los parámetros del huso 57 de la norma NTP 400.037, a diferencia de los agregados incorporando AGR (20% y 30%), los cuales no cumplen algunos % pasantes del huso 57.

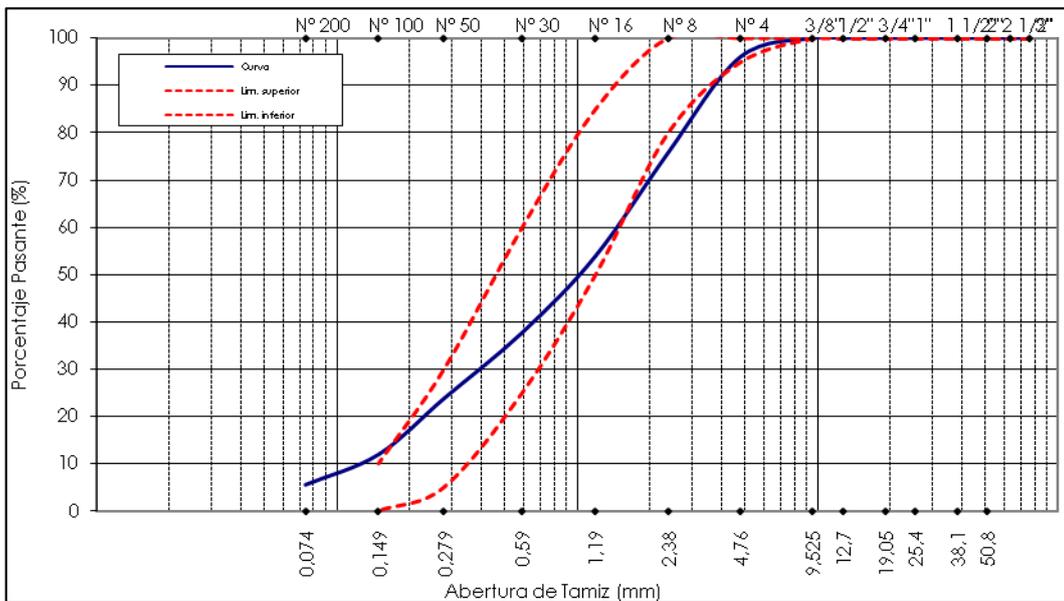
La NTP nos permite el uso del material siempre y cuando haya estudios que garanticen que se puede producir concretos de resistencias adecuadas. Además, se obtuvo los MF de los agregados incorporando AGR (20%, 30% Y 40%) que fueron de 7.31, 7.33 y 7.11, los cuales nos demuestran que el material es óptimo, esto siempre y cuando logremos garantizar que se llegara a una resistencia adecuada.

Tabla 13: Análisis granulométrico del AF

Masa muestra total = 935.22 gr (MF = 3.01)						
Designación alternativa tamiz	Designación estándar tamiz	Masa retenido (gr)	% retenido	% acumulado	% pasante	HUSO 56 1 in @ 3/8 in
3/8 in	9.500				100.0	100
No. 4	4.750	37,30	4,0	4,0	96,0	95 - 100
No. 8	2.360	189,90	20,3	24,3	75,7	80 - 100
No. 16	1.180	203,70	21,8	46,1	53,9	50 - 85
No. 30	0.600	151,20	16,2	62,2	37,8	25 - 60
No. 50	0.300	130,10	13,9	76,2	23,8	5 - 30
No. 100	0.150	110,90	11,9	88,0	12,0	0 - 10
No. 200	0.075	59,80	6,4	94,4	5,6	-

Fuente: Propia

Figura 25: Curva granulométrica del AF



Fuente: Propia

En la tabla N° 13, se muestra el análisis granulométrico del AF, además se puede observar que la granulometría del AF, el cual tiene un MF de 3.01, esta dentro de los parámetros (2.3 a 3.1) que nos asigna la NTP 400.037, y que además lo considera como AF con partículas de mayor tamaño. Mientras mayor sea el MF del AF, mayor será la fluidez y por ende se tendrá una menor exudación del concreto en su estado fresco. En la figura 25 observamos la curva granulométrica de este material, donde también se puede observar que está casi al límite, no llegando a cumplir algunos % pasantes según la norma NTP 400.037, pero se

considerara que el material es aceptable para trabajar ya que se lo adquirió de la Cantera de la “Empresa De Transportes y Servicios Múltiples Marón E.I.R.L. - El Chasqui Soy”, la cual posee unos agregados conocidos y muy usados por el sector de construcción para las distintas obras en la ciudad de Moquegua.

Del **Objetivo Especifico 3** se realizó la comparación de algunas de las propiedades del concreto de los distintos diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregados reciclados mediante los informes técnicos de los ensayos realizados por el “Laboratorio Sergeo”, acorde a los requerimientos de la NTP y los Ensayos ASTM International, todo adjunto en anexos; detallándose:

Teniendo los valores de las distintas propiedades físicas de los AG, AF y AGR (20%, 30% Y 40%), se realizó los distintos diseños de mezcla (adjunto en anexos), en los cuales se usó un diseño de mezcla patrón y otros tres diseños en los cuales se les incorporo 20%, 30% y 40% de AGR. Estos diseños se pueden observar adjuntos en los Anexos.

*Tabla 14: Resumen de dosificaciones de los diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado*

<b>Dosificación del diseño de mezcla por tanda de prueba en kg</b>				
<b>Materiales</b>	<b>% adición de Agregado Reciclado</b>			
	<b>0%</b>	<b>20%</b>	<b>30%</b>	<b>40%</b>
Cemento	1.953	1.953	1.953	1.953
Agua	1.169	1.190	1.232	1.272
AFN	3.230	2.868	2.811	2.732
AGN	4.966	3.833	3.331	2.855
AGR	0.000	0.958	1.427	1.903

*Fuente: Propia*

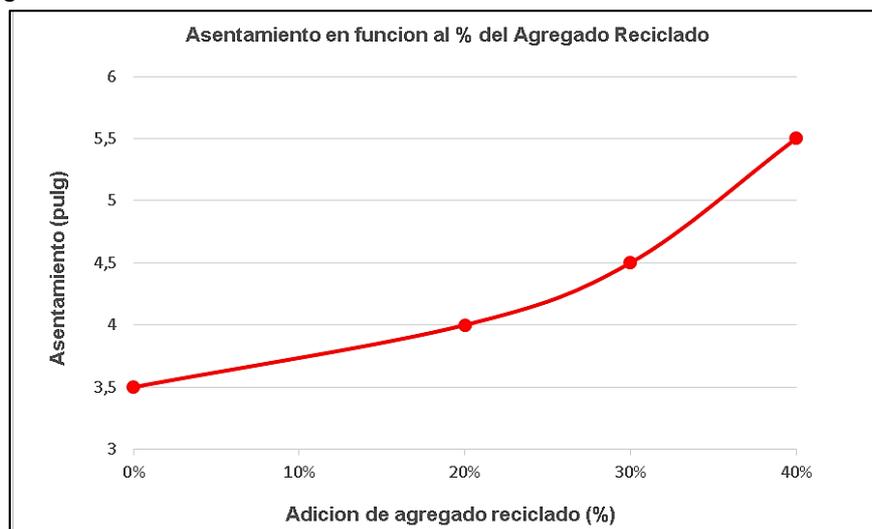
En la tabla N° 14, podemos observar las dosificaciones de los 4 diseños de mezcla por tanda de prueba, según el método ACI 211 y las propiedades físicas halladas de cada uno de los agregados. El total de cemento usado fue de 2.0 bolsas para 24 probetas incluyendo los ensayos del concreto fresco y desperdicios, de AF fue de 0.20 m<sup>3</sup>, de AG fue de 0.25 m<sup>3</sup> y de AGR fue de 0.10m<sup>3</sup>.

Tabla 15: Asentamiento del concreto incorporando AGR (20%, 30% y 40%)

Muestra	Tipo	Asentamiento
Muestra Patrón	Nº 1	3.5" ± 0.1
Dosificación (20%) Agregado Reciclado	Nº 2	4.0" ± 0.1
Dosificación (30%) Agregado Reciclado	Nº 3	4.5" ± 0.1
Dosificación (40%) Agregado Reciclado	Nº 4	5.5" ± 0.1

Fuente: Propia

Figura 26: Influencia del % de AGR en el asentamiento del concreto fresco



Fuente: Propia

De la tabla Nº 15 y la figura Nº 26 se puede observar los valores de consistencia del concreto en los distintos diseños de mezcla. Se puede observar que el asentamiento del diseño patrón y del diseño con AGR (20%), cumplen con la consistencia deseada según nuestros diseños (consistencia plástica con un asentamiento de 3" a 4"), además que cumplen los requisitos del Comité 211 del ACI. El diseño con AGR (30%) tiene un asentamiento mayor a 4" pero aun así está dentro de los parámetros permitidos, a diferencia del diseño con AGR (40%), el cual el asentamiento de 5.5" y por ende tiene una consistencia líquida (asentamientos mayores a 5"). Por lo tanto se considera que las dosificaciones incorporando agregado reciclado más idóneas son la de 20% y 30%, además que se puede observar que a mayor incorporación de AGR, mayor será el asentamiento del concreto y por ende se tendrá que corregir la relación a/c en el diseño de mezcla.

Figura 27: Asentamiento N° 1



Fuente: Propia

Figura 28: Asentamiento N° 2



Fuente: Propia

Figura 29: Asentamiento N° 3



Fuente: Propia

Figura 30: Asentamiento N° 4



Fuente: Propia

Ya que la trabajabilidad dependerá de la fluidez del concreto y sabiendo que no existe algún parámetro específico el cual nos ayude a medir este valor, usamos la inspección visual sistemática para identificar dicha propiedad. Por lo tanto, según la figura 27, figura 28, figura 29 y figura 30, se observa que el diseño patrón y el diseño con adición del 20% de agregado reciclado tienen una trabajabilidad satisfactoria, el diseño con adición del 30% de agregado reciclado también tiene una trabajabilidad satisfactoria, pero se debe de vigilar constantemente para evitar efectos indeseables y el diseño con adición del 40% de agregado reciclado tiene una trabajabilidad inadecuada.

Figura 31: Colocación del termómetro en el concreto fresco



Fuente: Propia

Figura 32: Medición de la temperatura del concreto en estado fresco



Fuente: Propia

De la figura 31, podemos observar cómo se acomodó el termómetro para calcular la temperatura adecuada. En la figura 32, podemos observar la temperatura del concreto fresco en el diseño patrón después de haber transcurrido los 2 minutos requeridos, el cual viene siendo de 28.3 °C. Con respecto a los diseños con adición del 20%, 30% y 40% de agregado reciclado, tuvimos temperaturas similares con una ligera variación de  $\pm 1.0$  °C, por lo tanto se considera que las diferentes temperaturas en el concreto en estado fresco, están dentro de los parámetros establecidos en el Perú, el cual viene siendo una temperatura como máximo de 32°C, lo cual no incrementara la demanda de agua y no habrá alguna disminución de resistencia.

Figura 33: Medición de las briquetas de concreto



Fuente: Propia

Figura 34: Rotura de las briquetas de concreto



Fuente: Propia

De la figura 33 y figura 34, se observa la preparación de la probeta de concreto para realizar el ensayo de resistencia a la compresión. Se tuvo en cuenta que las probetas no hayan sido secadas antes de realizar la prueba. Se midió el diámetro del cilindro en dos sitios distintos donde los ángulos fueran rectos entre sí a la mitad de la probeta, estos se promediaron para poder calcular el área de la sección, los cuales no deben de variar en más del 2%. Estas dimensiones de las probetas son tomadas para introducir estos datos en la maquina compresora. Los tipos de rotura que se observaron fueron del tipo 2, 5 y 6.

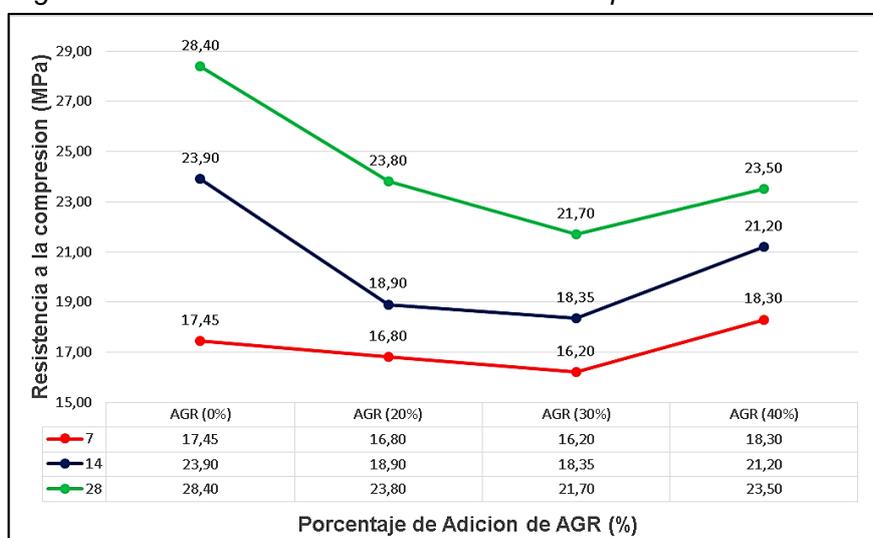
Tabla 16: Resistencia a la compresión de los distintos diseños de mezcla incorporando AGR (20%, 30% y 40%) a través del tiempo de curado

Tiempo de curado	Resistencia a la compresión de los distintos diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Muestra Patrón	AGR (20%)	AGR (30%)	AGR (40%)
7 días	17.45 (177.940)	16.80 (171.312)	16.20 (165.194)	18.30 (186.608)
14 días	23.90 (243.712)	18.90 (192.726)	18.35 (187.118)	21.20 (216.180)
28 días	28.40 (289.599)	23.80 (242.692)	21.70 (221.278)	23.50 (239.633)

Fuente: Propia

De la tabla N° 16, se observa los distintos resultados de la resistencia a la compresión a través del tiempo (7, 14 y 28 días de curado). Los datos fueron obtenidos mediante pruebas en condiciones normales según la NTP 339.034.

Figura 35: Resistencia de diseño a través del tiempo de curado



Fuente: Propia

La resistencia a la compresión del concreto patrón se comportó de acuerdo a lo esperado con un resultado de 28.40 MPa (289.599 kg/cm<sup>2</sup>) con un curado de 28 días. Además, se puede observar que en el curado a los 7 y 14 días el resultado varió de acuerdo a lo previsto (ver figura 35). También podemos observar que el AGR (40%) tuvo una resistencia inicial muy elevada respecto a los demás diseños, la cual va disminuyendo y nivelándose a las demás resistencias mientras va aumentando el tiempo de curado. El diseño con AGR que tuvo un mejor comportamiento fue el de 20%, ya que las resistencias obtenidas en cada uno de los días de curado son las más ideales con respecto a la resistencia de diseño.

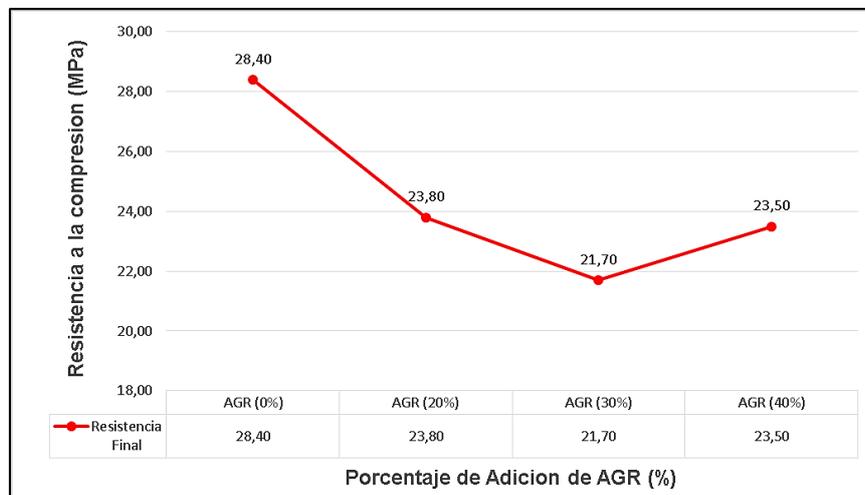
Tabla 17: Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de curado de los distintos diseños de mezcla incorporando AGR (20%, 30% y 40%)

F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión de los distintos diseños de mezcla incorporando AGR (20%, 30% y 40%) MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )			
	Muestra Patrón	20%	30%	40%
<b>210</b>	28.40 (289.599)	23.80 (242.692)	21.70 (221.278)	23.50 (239.633)

Fuente: Propia

De la tabla N° 16, se observa los distintos resultados a compresión promedio (dos muestras) para concretos. Estos fueron elaborados incorporando AGR (20%, 30% y 40%) y un diseño patrón. Estos valores fueron hallados en el concreto en estado endurecido a los 28 días de curado.

Figura 36: Resistencia a la compresión de los distintos diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado reciclado



Fuente: Propia

De la figura 36, se observa que el diseño patrón (0% de AGR) tiene una resistencia 37.86% mayor para la que fue diseñada ( $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ). Para los diseños con AGR (20%, 30% y 40%), los resultados son mucho menores, entre 5.34% a 15.53%, respecto a la resistencia final del concreto patrón. Se observa que el diseño con AGR (40%) tiene una resistencia mayor a los otros diseños con AGR (20% Y 30%), esto se puede deber al tipo de AGR que se usó, a las características de diseño con las cuales fue elaborado dicho AGR, y otros factores que requieren de un mayor estudio. También podemos apreciar que el concreto con AGR (20%) es el más ideal ya que se aproxima al valor de resistencia deseado, además que el costo de producción para él % de AGR no es muy elevado, por lo cual no será antieconómico. Por tanto, se establece que para la resistencia de diseño requerida es recomendable usar un concreto con AGR (20%) para no tener alteraciones, esto se asemeja a lo dicho por algunos autores que afirman que para tener un correcto desempeño en el concreto, la máxima sustitución de AGR que se debe de realizar en un 20%.

### **Contrastación de hipótesis**

Según la **Hipótesis General**: “El agregado grueso reciclado influye en el diseño de un pavimento rígido para el tránsito vehicular en el C.P. de Yacango”, y teniendo en cuenta que el proyecto es del tipo experimental, según los resultados que se obtuvieron se puede comprobar que el AGR influye de forma positiva en el diseño de un pavimento rígido, ya sea en el entorno ambiental como en el entorno económico. Según la **Hipótesis Específica 1**: “El buen diseño del pavimento rígido con incorporación de agregado grueso reciclado va a permitir que la vía cumpla los parámetros mínimos requeridos en sus dimensiones para mantenerla en óptimas condiciones”, se tiene que, según los resultados logrados, se puede realizar el diseño de pavimento con incorporación de AGR el cual cumple con las exigencias mínimas que nos pide el MTC para mantener una vía en óptimas condiciones. Según la **Hipótesis Específica 2**: “Las propiedades físicas de los agregados con incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado son similares a las propiedades físicas de los agregados naturales”, se tiene que los agregados con incorporación de AGR son muy similares, en algunas propiedades físicas,

respecto a los agregados naturales, además que a pesar de esta variación los agregados cumplen los requerimientos mínimos para ser usados. Según la **Hipótesis Específica 3**: “La adición de agregado grueso reciclado al diseño de mezcla, llega a influir en la resistencia a compresión que se requiere”, se tiene que los ensayos de compresión con adición de AGR, las resistencias de compresión bajan respecto al diseño patrón, de acuerdo a los porcentajes de incorporación en todas las edades, además que a más adición de AGR a la mezcla, al pasar el tiempo la resistencia final ira disminuyendo en crecimiento. También podemos observar que a mayor AGR en la mezcla, el asentamiento aumentara considerablemente.

### **Análisis estadísticos de resultados SPSS**

Para obtener el grado de agrupación se uso el procedimiento estadístico descrito en los anexos.

De la **Hipótesis Específica 1**: Hay evidencia estadística significativa para decir que las variables de diseño de pavimento rígido y el agregado grueso reciclado no tienen una correlación de manera directa, además de ser alto y tener un coeficiente positivo ( $r = 0.775$ ).

De la **Hipótesis Específica 2**: Existe evidencia estadística significativa para decir que la variables: PUS y el agregado grueso reciclado tienen una correlación de manera directa, además de ser muy alto y tener un coeficiente negativo ( $r = -1.000$ ), las variables PUC y % humedad, y el agregado grueso reciclado no tienen una correlación de manera directa, además de ser muy alto y moderado, respectivamente, y tener un coeficiente de (PUC:  $r = -0.944$ ) y (% humedad:  $r = -0.570$ ), y las variables Absorción y P.E., y el agregado grueso reciclado si tienen una correlación de manera directa, además de ser ambos muy altos y tener un coeficiente de (Absorción:  $r = 0.969$ ) y (P.E.:  $r = -0.958$ ).

De la **Hipótesis Específica 3**: Existe evidencia estadística significativa para decir que las variables de resistencia a la compresión y el agregado grueso reciclado no tienen una correlación de manera directa, además de ser alto y tener un coeficiente negativo ( $r = -0.851$ ).

## V. DISCUSIÓN

**Discusión N° 01:** Rodriguez (2021), nos propone la incorporación del AGR en distintos porcentajes para poder producir concretos que tengan una resistencia adecuada, teniendo en cuenta que el diseño debe cumplir con las especificaciones que se usaran en la construcción de este. Además, nos muestra que en un diseño de pavimento rígido al incorporar AGR, no tendrá alguna influencia considerable en la viabilidad al momento de construcción, más si influirá en otros factores como en lo ambiental, en lo económico y en él visto técnico. Con respecto a nuestro proyecto, se observa que se realizó el diseño del pavimento rígido, en el cual el AGR no ocasiono alguna variación respecto a los espesores del pavimento rígido, más si observamos que la incorporación de AGR en cierto porcentaje ayudara a reducir costos directos y tendremos un pavimento más eco-amigable.

### Discusión N° 02:

Tabla 18: Ensayos realizados a los agregados

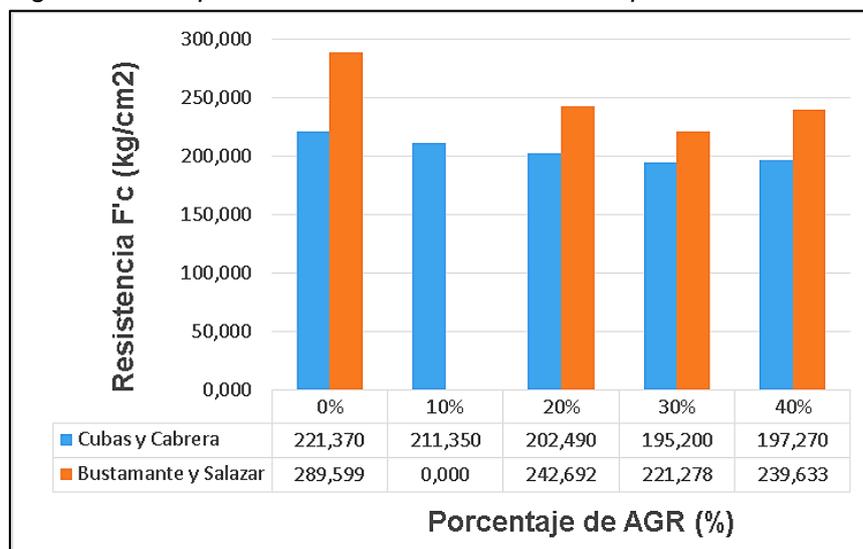
Propiedades Físicas	Casaño y Mego	Bustamante y Salazar		
<b>Agregado Grueso</b>				
PUS	1667 kg/m <sup>3</sup>	1372 kg/m <sup>3</sup>		
PUC	1723 kg/m <sup>3</sup>	1519 kg/m <sup>3</sup>		
Absorción	0.80%	2.012%		
% Humedad	1.68%	0.70%		
P.E.	2.64 gr/cm <sup>3</sup>	2.575 gr/cm <sup>3</sup>		
<b>Agregado Fino</b>				
PUS	1445 kg/m <sup>3</sup>	1515 kg/m <sup>3</sup>		
PUC	1588 kg/m <sup>3</sup>	-		
Absorción	1.11%	2.927%		
% Humedad	4.7%	2.48%		
P.E.	2.56 gr/cm <sup>3</sup>	2.578 gr/cm <sup>3</sup>		
MF	3.000	3.007		
<b>Agregado Grueso Reciclado</b>		<b>AG+AGR (20%)</b>	<b>AG+AGR (30%)</b>	<b>AG+AGR (40%)</b>
PUS	1086 kg/m <sup>3</sup>	1299 kg/m <sup>3</sup>	1294 kg/m <sup>3</sup>	1291 kg/m <sup>3</sup>
PUC	1163 kg/m <sup>3</sup>	1465 kg/m <sup>3</sup>	1454 kg/m <sup>3</sup>	1452 kg/m <sup>3</sup>
Absorción	2.24%	2.582%	3.541%	3.825%
% Humedad	2.55%	0.74%	0.80%	0.21%
P.E.	2.36 gr/cm <sup>3</sup>	2.318 gr/cm <sup>3</sup>	2.277 gr/cm <sup>3</sup>	2.241 gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: Propia

Casaño y Mego (2019) nos muestra los resultados de las propiedades de los agregados de su proyecto de investigación, las cuales compararemos con nuestros resultados, tal como se observa en la tabla 18, de la cual se puede observar que para nuestro proyecto calculamos las propiedades de los agregados con incorporación de AGR en distintos %, esto para tener un valor más exacto respecto a las cantidad de adición de AGR. Los pesos unitarios y compactados tienen valores muy variados, por lo que se puede ver que nuestros agregados son más livianos. Los resultados de absorción tienen variaciones notorias las cuales nos muestran que nuestros agregados son más porosos pero aun así se encuentran entre los límites admisibles de acuerdo a la normas NTP. El contenido de humedad en los agregados de Casaño y Mego, contienen más humedad que los nuestros. El peso específico de los agregados de Casaño y Mego es muy parecido a nuestros agregados, siendo los AGR livianos y los AG y AF medianos. Se observa que los agregados en los dos proyectos son muy diferentes a excepción del peso específico. Con esto podemos demostrar que demostrado que el % de adición de AGR, el tipo de material y sus características naturales influyen en sus propiedades físicas, y estas influyen en las propiedades del concreto.

### Discusión N° 03:

Figura 37: Comparación de la resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: Propia

Según la figura 37, Cubas y Cabrera (2019) nos indican que para una resistencia  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , el concreto patrón tiene una resistencia de  $221.37 \text{ kg/cm}^2$ , la cual es superior en 5.41% respecto a la resistencia de diseño. Con la incorporación de 10%, 20%, 30% y 40% de AGR se obtuvieron resistencias de diseño de  $211.35 \text{ kg/cm}^2$ ,  $202.49 \text{ kg/cm}^2$ ,  $195.2.46 \text{ kg/cm}^2$  y  $197.27 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, estos resultados son menores entre 4.53% a 10.89% respecto al concreto patrón. En nuestro proyecto, en el diseño patrón y en los diseños incorporando AGR (20%, 30% Y 40%) para alcanzar la resistencia de diseño  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se tuvieron las resistencias de  $290 \text{ kg/cm}^2$ ,  $243 \text{ kg/cm}^2$ ,  $221 \text{ kg/cm}^2$  y  $240 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Comparando estos resultados, se puede observar que nuestros diseños tienen resistencias a los 28 días de curado más altas respecto a los resultados de Cubas y Cabrera, esto pudo suceder porque las resistencias de nuestros AGR quizás fueron más elevadas comparadas con los AGR usados por Cubas y Cabrera, además de algunos otros factores como el clima y temperatura, o por los resultados de las propiedades físicas de los AGR, ya que nosotros calculamos estas propiedades para cada % de adición de AGR. Finalmente, se aprecia que los resultados en los diferentes proyectos de investigación son óptimos.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** Se concluyó que el diseño de un pavimento rígido con adición de AGR, si va a cumplir los parámetros mínimos requeridos en sus dimensiones para poder mantenerse en óptimas condiciones, en la cual las medidas de sus dimensiones, según ASHTO 93, serán de 150mm de subbase y 150 mm de carpeta de rodadura con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> por el bajo tránsito vehicular, las cuales nos permiten un nivel óptimo en la vía.

**Conclusión 2:** Las propiedades físicas de los agregados incorporando agregado grueso reciclado comparadas con los agregados naturales en el contenido de humedad obtuvo mayor porcentaje fue el AF con 2.48% mientras que el AG 0.70%, el AG+AGR 20% tiene 0.74% de contenido de humedad, el AG +AGR 30% tiene 0.80% y el AG+AGR 40% tubo 0.21% de contenido de humedad. En el peso unitario compactado el AG tubo un peso unitario compactado de 1.519 gr/cm<sup>3</sup>, el AG+AGR 20% tubo 1.465 gr/cm<sup>3</sup>, el AG+AGR 30% tubo un valor de 1.454 gr/cm<sup>3</sup> y el AG+AGR 40% TUBO 1.452 gr/cm<sup>3</sup> lo cual indica que a medida que aumenta el % de AGR disminuye el peso unitario compactado. La gravedad especifica S.S.S del AF fue de 2.58 gr/cm<sup>3</sup> y el AG 2.58 g/cm<sup>3</sup>, AG+AGR 20% fue de 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, AG+AGR 30% fue de 2.28 gr/cm<sup>3</sup> y AG +AGR 40% fue de 2.24 gr/cm<sup>3</sup> lo que significa que va disminuyendo a medida que él % de AGR aumenta. Por último, el porcentaje de absorción del AF es de 2.927gr/cm<sup>3</sup>, el AG es de 2.012 gr/cm<sup>3</sup>, el AG +AGR 20 es de 2.582 gr/cm<sup>3</sup>, el AG + AGR 30% es de 3.541 gr/cm<sup>3</sup> y el AG+AGR 40% es de 3.825 gr/cm<sup>3</sup> lo que nos dice que a medida que aumenta el agregado reciclado mayor es el % de absorción.

**Conclusión 3:** La carpeta de rodadura fue diseñada a  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en distintos diseños de mezcla donde la resistencia del diseño patron a 28 días de curado fue de  $f_c=289.599\text{ kg/cm}^2$ , con AG+AGR 20% a 28 días de curado fue de  $f_c=242.692\text{ kg/cm}^2$ , con AG +AGR 30% a 28 días de curado fue de  $f_c=221.278\text{ kg/cm}^2$  y con AG+ AGR 40% a 28 días de curado fue de  $f_c=239.633\text{ kg/cm}^2$ , estos fueron obtenidos con la ayuda de las propiedades físicas de los distintos agregados los cuales cumplieron los requerimientos de la NTP. Además se observa que los 3 diseños con adición de AGR, cumplieron con la resistencia requerida, sin embargo

se debe de considerar el costo de producción del AGR, lo que nos hace considerar como diseño más adecuado y conveniente al AG + AGR 20%.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Se recomienda que para un estudio más riguroso, en donde ya inicie la construcción de dicho pavimento con AGR, realizar el ensayo de Abrasión de los ángeles, para identificar el desgaste del mismo, además de la resistencia la flexión y tracción, ya que nos dará mayor información sobre el comportamiento de este material frente a distintas situaciones en un pavimento.

**Recomendación 2:** Para desarrollar un buen diseño se debe tener en cuenta la norma NTP 400.037, ya que así aseguraremos una buena calidad del concreto.

**Recomendación 3:** Se necesita realizar más estudios con distintos porcentajes de adición de AGR, ya que esto nos ayudara a obtener mayores rangos de estudio y datos más exactos con la finalidad de obtener menores variaciones en el diseño y obtener una resistencia más adecuada.

**Recomendación 4:** Se recomienda realizar más investigaciones sobre el uso del AGR, ya que este nos ayudara a poder mitigar los impactos ambientales y apoyar la construcción sostenible.

**Recomendación 5:** se recomienda a todas las autoridades a tener en consideración la implementación de plantas de acopio y procesamiento de estos materiales, ya que para obtener una granulometría uniforme, y por ende un agregado de buena calidad, es necesario realizar el proceso de trituración del AGR con máquinas trituradoras, ya que se obtendrá menores variaciones y se llegara a cumplir de mejor manera los huso granulométrico de la NTP.

## REFERENCIAS

- AASHTO. (2015). *MECHANISTIC EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN GUIDE (MEPDG)*. United States of America.
- ACI 363R-92. (1997). *State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete*.
- Agreda, G., & Moncada, G. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en Concreto usando agregados gruesos reciclados (tesis de pregrado)*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D.C.
- Alemán y Cantos (2016). "Evaluación del diseño de pavimentos con adoquines de concreto en las parroquias pertenecientes a la administración zonal Quitumbe en el sur de Quito". Casos de estudio: calles pertenecientes a las parroquias Chillo gallo y la ecuatoriana. Ecuador: Universidad Católica de Ecuador.
- Amaru, Vargas (2017) "Gestión ambiental para el aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de la construcción y demolición. Caso: distrito de San Bartolo". Tesis (Título Profesional).Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *AASHTO GUIDE for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.
- Asencio, Armando (2014) "Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f' c=210 \text{ kg/cm}^2$ " tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Perú: Universidad de Cajamarca 2014.
- Barroso L., Geneabel J., Gómez C., Carlos R. "Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales" tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Venezuela: Universidad de Oriente Núcleo Bolívar.
- Caicedo, Carlos (2016). "Diseño de un pavimento articulado de adoquines compuesto por reciclados de concreto con agregado fino y cenizas provenientes del bagazo de la caña de azúcar como reemplazo parcial al cemento portland". Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

- Cárdenas, y Hernández, (2014) *Caracterización de los agregados de concreto reciclado propiedades técnicas y uso*. Corporación Universitaria Minuto de Dios Colombia-Zipaquirá.
- Cárdenas, C. (2020). *Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil. Revisión Documental sobre Concretos Reciclados y su Resistencia a la Compresión*. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24961/1/TC.COD.506>. *Revisión documental sobre concretos reciclados C. Cardenas.pdf*
- Carrasco, Raúl. (2018) “*Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental.*” Tesis (Título de Magister). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura Diseño y Artes.
- Carrillo y López (2015), presentaron la tesis “*Diseño de concreto estructural ligero adicionando desperdicios de las ladrilleras del distrito de Santa - 2015*”, tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote – Perú.
- Castañeda y Vásquez (2014). “*Aplicación de concreto reciclado en la producción de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero en la ciudad de Chiclayo*”. Chiclayo – Perú. Universidad Señor de Sipán, Pimentel.
- Castillo, Viera, (2016) “*Influencia de la relación volumétrica de arena y confitillo sobre las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de concreto para la construcción de muros con carga viva.*” Universidad Nacional de Trujillo – Perú.
- Comisión de reglamentos técnicos y comerciales (1999). *Reciclaje de concreto de demolición N.T.P.400.053*. Lima, INDECOPI, Perú
- Condori, Yuri (2015) “*Reutilización de agregados en la producción del concreto para edificaciones en la ciudad de Juliaca*” tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- DATA. 2013. *Técnicas de Investigación Educactiva G38*. [En línea] 2013. <https://sites.google.com/site/tecnicasdeinvestigaciond38/metodos-estadisticos/1-1-analisisde-datos>.

- Girio J. (2015). *Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 kg/m<sup>2</sup>, empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus costos unitarios vs concreto con agregado natural, barranca - 2015.* Huaraz.
- Hernández, Jackeline, y otros. 2014. *Población, muestra, informantes clave, variable y de unidad de análisis.* Mérida : s.n., 2014.
- Huang, Y. H. (2004). *PAVEMENT ANALYSIS AND DESIGN (Segunda ed.).* United States of America: Pearson Prentice Hall.
- Morales, Ávila (2017), "Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines" *Universidad Politécnica Nacional Quito.*
- Martínez, Torres, Guzmán, Chávez, Hernández, Lara, Martínez, Pérez, Bedolla y González (2015). "Concreto Reciclado": Una revisión. *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción.* México.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Manejo de Residuos de construcción y demolición en obras menores.* Lima, Perú.
- Montañez, Edna (2018). "Pavimentos de adoquines de concreto una solución ambiental en la construcción de infraestructura vial colombiana". Colombia: *Universidad Militar de Nueva Granada.*
- NTP 400.037. (2014). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.* Lima.
- PAVEMENT DESINGS & ANALISIS: Created by Thomas P. Harman, M.S. C.E In Conjunction with Randell C. Riley. P.E & William Feltz. F.E. American Concrete Pavement Association. The Ohio Ready Mixed Concrete Association. <Versión 3.3><Copyright 1988>*
- Portland Cement Association. (1995). *Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements.* United States of America.
- PROFESIONALIZACIÓN. 2019. Cemex. [En línea] 2019. <http://cemexparaindustriales.com/trabajabilidad-concreto-normal/>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO (Primera ed.).* Lima.

- Revista Constructivo (Enero 2018). Suplemento Técnico. Año 20 Edición 125. Pág. 181-212.*
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y materiales del Concreto. Lima: ACI Perú.*
- Silvestre, A. (2017). Evaluación de las Propiedades del Concreto Reciclado como Agregado Pétreo, Procedente de las Demoliciones. Recuperado de: Evaluación de las propiedades del concreto reciclado como agregado pétreo, procedente de demoliciones (unilibre.edu.co)*
- Supo, J. (30 de noviembre de 2016). prueba de hipotesis en cada nivel investigativo. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=qkSSxqX513o>*
- Univesidad Nacional de Ingenieia. (2001). Manual de ensayos de Mecancia de Suelos. Lima: Uni.*
- UMACON. 2017. Umacon. Reutilizar materiales de construcción después de una demolición. [En línea] 13 de setiembre de 2017. <http://www.umacon.com/noticia.php/es/Reutilizar-materiales-de-construccion-despues-deuna-demolicion/440>.*
- Vega, A. (2019). Tesis para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil. Agregado de concreto Reciclado, su influencia en las Propiedades Mecánicas de Concreto 210, 280 y 350 Kg/cm<sup>2</sup> – Lima. Recuperado de: Agregado de concreto reciclado, su influencia en las propiedades mecánicas de concretos 210, 280 y 350 Kg/cm<sup>2</sup>, Lima – 2018 (ucv.edu.pe)*
- Vera, J. y Cuenca, C. Trabajo de Grado, presentado ante la Universidad Piloto de Colombia como Requisito para Optar al Título de Ingeniero Civil. Diagnóstico para la Elaboración de Concreto a Partir de la Utilización de Concreto Reciclado. Recuperado de: [repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5799/TRABAJO OIDE GRADO PILOTO FINAL CRISTIAN CUENCA Y JHON VERA – CONCRETO RECICLADO.pdf?sequence=1](https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5799/TRABAJO%20DE%20GRADO%20PILOTO%20FINAL%20CRISTIAN%20CUENCA%20Y%20JHON%20VERA%20-%20CONCRETO%20RECICLADO.pdf?sequence=1)*
- Wigodski, Jaqueline. 2010. Blogger. [En línea] 14 de julio de 2010. <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>.*

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VI Agregado grueso reciclado	Los agregados reciclados se obtienen de la trituración de hormigón de deshecho y la fracción gruesa de áridos triturados puede ser utilizada como reemplazo del agregado grueso natural en la producción de hormigón. (Ceñas y Priano, 2015)	El concreto extraído de las diferentes demoliciones de obra, después de un proceso de trituración, funcionara como agregado grueso en el diseño de mezcla, y se espera que obtenga resultados similares a un concreto convencional, con un menor costo de producción y aportando a la disminución de la contaminación del medio ambiente.	Diseño de mezcla	Peso Unitario (ASTM C29)	Ordinal
				Gravedad Especifica y Absorción (ASTM C127-C128)	Ordinal
				Contenido de humedad (ASTM C566)	Ordinal
				Análisis Granulométrico (ASTM C136)	Ordinal
				Proporcionamiento de mezcla (ACI)	Razón
				Resistencia a la compresión (ASTMC39-C39M-21)	Razón
VD Diseño de pavimento rígido	El diseño de pavimentos consiste en la determinación de los espesores de cada capa que constituye la sección estructural del pavimento, la cual permitirá soportar las cargas durante un periodo de tiempo determinado. El pavimento rígido se compone de dos capas primordialmente, losa y subbase. (Proccsa, 2016)	El diseño de Pavimento Rígido sirve para proveer básicamente las dimensiones de la losa de concreto, simple o armado, y la base o subbase. La losa absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento, por lo cual determinaremos un diseño de nivel óptimo.	Estudio de mecánica de suelos	Estudio de calicatas	Razón
				Clasificación SUCS y AASHTO (ASTM D2216-D421-D4318-D2487)	Ordinal
				CBR (NORMA MTC E-132)	Ordinal
			Estudio de trafico	Conteo vehicular	Razón
				ESAL de Diseño (AASHTO 93)	Razón
			Método de diseño para un pavimento rígido	Método AASHTO (AASHTO 93)	Razón

## ANEXO 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo lograra influir el agregado grueso reciclado en un diseño de pavimento rígido para tránsito vehicular en el Centro Poblado de Yacango?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p><b>PE1:</b> ¿Se podrá realizar un diseño de pavimento rígido adicionando agregado grueso reciclado, el cual pueda mantenerse en condiciones óptimas?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar como el agregado grueso reciclado influye en el diseño de un pavimento rígido para tránsito vehicular en el C.P. de Yacango.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p><b>OE1:</b> Realizar un diseño pavimento rígido con incorporación de agregado grueso reciclado que pueda mantener a la vía en condiciones óptimas.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Se lograra determinar la influencia del agregado grueso reciclado en el diseño de un pavimento rígido para el tránsito vehicular en el C.P. de Yacango.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <p><b>HI1:</b> El buen diseño del pavimento rígido incorporando agregado grueso reciclado va a permitir que la vía cumpla los parámetros mínimos requeridos para</p>	<p>VI</p> <p>Agregado grueso reciclado</p>	<p>Diseño de mezcla</p>	<p>Peso Unitario (ASTM C29)</p> <p>Gravedad Especifica y Absorción (ASTM C127-C128)</p> <p>Contenido de humedad (ASTM C566)</p> <p>Análisis Granulométrico (ASTM C136)</p> <p>Proporcionamiento de mezcla (ACI)</p> <p>Resistencia a la compresión (ASTMC39-C39M-21)</p>	<p>Se usaron formatos de laboratorio certificados para una adecuada recopilación de todos los datos concernientes a los objetivos planteados, además de un cuaderno de apuntes para recopilar información extra sobre los distintos ensayos que se les realizaron a los agregados y al concreto.</p> <p>También se usaron los</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Del tipo Aplicada</p> <p><b>Enfoque de investigación:</b></p> <p>Enfoque cuantitativo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Diseño experimental</p> <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>Nivel cuasi-experimental</p> <p><b>Población:</b></p> <p>Av. Santa Fortunata ubicada en el C.P. de Yacango, Distrito de Torata, Provincia de</p>

<p><b>PE2:</b> ¿Qué propiedades físicas de los agregados incorporando 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado serán similares a las del agregado natural?</p> <p><b>PE3:</b> ¿La incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado a la mezcla de concreto, lograra mantener la resistencia a compresión para la cual fue diseñada?</p>	<p><b>OE2:</b> Comparar las propiedades físicas de los agregados con incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado con los agregados naturales</p> <p><b>OE3:</b> Comparar la resistencia a la compresión del concreto de los distintos diseños de mezcla incorporando 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado.</p>	<p>mantenerse en condiciones óptimas.</p> <p><b>HI2:</b> Las propiedades físicas de los agregados con incorporación de 20%, 30% y 40% de agregado grueso reciclado son similares a las propiedades físicas de los agregados naturales</p> <p><b>HI3:</b> Con la adición de agregado grueso reciclado al diseño de mezcla, se puede llegar a obtener la resistencia a compresión que se requiere.</p>	<p>VD</p> <p>Diseño de pavimento rígido</p>	<p>Estudio de mecánica de suelos</p>	<p>Estudio de calicatas</p>	<p>distintos equipos de laboratorio y maquinas.</p>	<p>Mariscal Nieto, Región Moquegua</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>Comprende de un total de 24 briquetas de concreto.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>Muestreo probabilístico no intencional</p>
					<p>Clasificación SUCS y AASHTO (ASTM D2216-D421-D4318-D2487)</p>		
					<p>CBR (NORMA MTC E-132)</p>		
				<p>Estudio de trafico</p>	<p>Conteo vehicular</p>		
					<p>ESAL de Diseño (AASHTO 93)</p>		
				<p>Método de diseño para un pavimento rígido</p>	<p>Método AASHTO (AASHTO 93)</p>		









**METODO AASHTO**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO**

$$\log_{10} W_{ES} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{-5}}{(D + 25.4)^{4.5}}} + (1.22 - 0.32P) \times \log_{10} \left[ \frac{M_c C_d (0.09D^{0.75} + 1.132)}{1.59 \times J \left( 0.09D^{0.75} + \frac{7.38}{(E_c k)^{0.75}} \right)} \right]$$

En donde:

- $W_{ES}$  = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas<sup>2</sup>, a lo largo del período de diseño.
- $Z_r$  = Desviación normal estándar
- $S_o$  = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- $D$  = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- $\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- $P_1$  = Índice de serviciabilidad o servicio final
- $M_c$  = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (medido de carga en los tercios de la luz)
- $C_d$  = Coeficiente de drenaje
- $J$  = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- $k$  = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

**1. REQUISITOS DE DISEÑO**

**1.1. TRANSITO**

- PERÍODO DE DISEÑO (años)
- NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)

**1.2. SERVICIABILIDAD**

- SERVICIABILIDAD INICIAL (Po)
- SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)

**1.3. CONFIANZA**

- FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
- STANDARD NORMAL (Zr)
- OVERALL STANDARD DEVIATION (So)

**2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**3. CONCRETO**

- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (F'c)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E)
- MODULO DE ROTURA (S'c)
- TRANSFERENCIA DE CARGA (J)
- COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)
  - SUELO
- CBR SUBRASANTE
- CBR SUB BASE
- MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K)
- MODULO DE REACCION DE LA SUB BASE (Kb)
- MODULO DE REACCION COMBINADO (Kc)

kg/cm2	Psi
kg/cm2	Psi
kg/cm2	Psi
%	
%	
Mpa/m	Pci
Mpa/m	Pci
Mpa/m	Pci

**4. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Valor D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

D (pulg)	G <sub>r</sub>	N18 Nominal	N18 Calculo
...	...		

**5. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

- ESPESOR DE SUB BASE (Dd)  in  cm
- ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D)  in  cm



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO FINO ASTM C128

PROYECTO: TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POSLADO DE YACANCO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

UBICACIÓN: MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

Informe Ensayo: E No.

SOLICITANTE: RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FAB OLA SALAZAR DIAZ

ID LAB:

Fecha Informe:

ID cliente:

Muestreado por:

Carrera:

Presentación:

Fecha de muestreo:

Cantidad:

Identificación:

Fecha de recepción:

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)	
Masa Matraz + agua (g)	
Masa Matraz + agua + muestra (g)	
Masa de la muestra saturado y superficialmente seca (g)	
Seca (Gs) (g/cm <sup>3</sup> )	
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm <sup>3</sup> )	
Aparente (Gsa) (g/cm <sup>3</sup> )	

ABSORCION	
N° Tara	
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	
Masa material seco (g)	
% Absorción	



ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127

PROYECTO:	Tesis: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO FORJADO DE YACANCO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo N°:	
SOLICITANTE:	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	
Fecha Informe:		ID Cliente:	
Muestreado por:		Carrera:	
Fecha de muestreo:		Presentación:	
Identificación:		Cantidad:	
		Fecha de recepción:	

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	
Seca (Gsb) (g/cm <sup>3</sup> )	
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm <sup>3</sup> )	
Aparente (Gsa) (g/cm <sup>3</sup> )	

ABSORCIÓN	
N° Tora	
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	
Masa material seco (g)	
% Absorción	



ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

PROYECTO:	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECIKLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"	
UNICIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No.
SOLICITANTE:	RONY OLIVER BUSTAMANTE YILLANUEVA - NATALY FAB OLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:
Fecha Informe:		ID cliente:
Muestreado por:	Cartera:	Frecuencia:
Fecha de muestreo:		Cantidad:
Identificación:		Fecha de recepción:

Recipiente N°	
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	
Masa recipiente + suelo seco (g)	
Masa del recipiente (g)	
Masa de agua (g)	
Masa del suelo seco (g)	
Humedad (%)	



ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

PROYECTO	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO PUNZADO DE YAGUAYO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"	
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MIRISCAI WETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo R# No.
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - MATARY FAMILIA SALAZAR DIAZ	ID LAB:
Fecha Informe:		ID cliente:
Muestreado por:	Centro:	Presentación:
Fecha de muestreo:		Cantidad:
Identificación:		Fecha de recepción:

PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO COMPACTADO

Método	Verificado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	
Masa Molde (g)	
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	
Masa Muestra Seca (g)	
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	

PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Palada
Masa Molde + Muestra Seca (g)	
Masa Molde (g)	
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	
Masa Muestra Seca (g)	
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS ASTM C136

PROYECTO: TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANCO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

UBICACIÓN: MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

Informe Ensayo IE No.:

SOLICITANTE: ROYIV OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ

ID LAB:

Fecha Informe:

ID cliente:

Muestreado por:

Cantera:

Presentación:

Fecha de muestreo:

Cantidad:

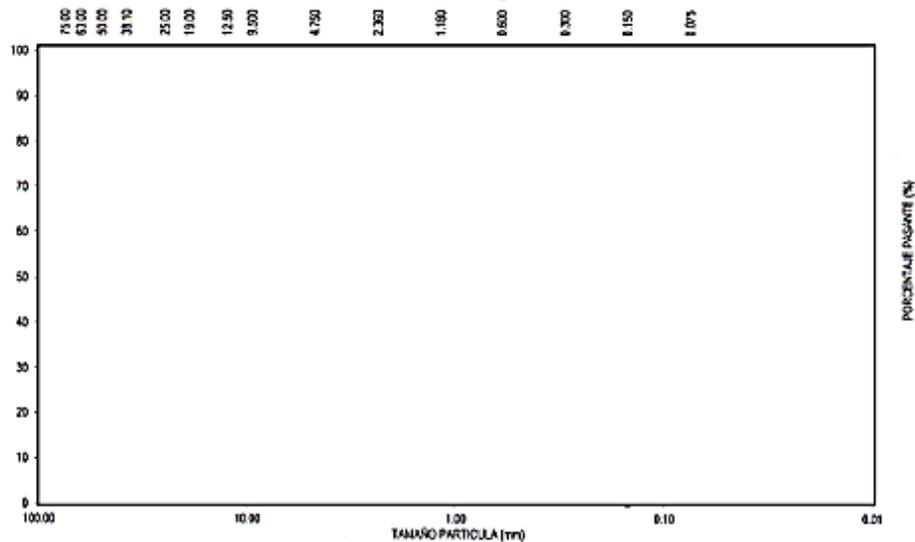
Identificación:

Fecha de recepción:

Masa Muestra Seca (g)

Designación Alternativa tamaño	Designación estándar (mm)	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33
3 in.	75.00						
2 1/2 in.	63.00						
2 in.	50.00						
1 1/2 in.	38.10						
1 in.	25.00						
3/4 in.	19.00						
1/2 in.	12.50						
3/8 in.	9.500						
No. 4	4.750						
No. 8	2.360						
No. 16	1.180						
No. 30	0.600						
No. 50	0.300						
No. 100	0.150						
No. 200	0.075						
						MODULO FINEZA	

ANALISIS GRANULOMETRICO







## ANEXO 4: Validez



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Víchez Zeballos, Johan Bruce
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Ingeniero Coordinador de la Unidad de Supervisión y Liquidación de Obras en el Instituto Vial Provincial IVP - Mariscal Nieto
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Fichas de Recolección de Datos para Ensayos en Laboratorio de los Agregados y Concreto
- 1.5. **Título de la investigación:** "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022"
- 1.6. **Autores del instrumento:** Bustamante Villanueva, Rony Oliver Salazar Diaz, Nataly Salazar

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y Especifico.				✓	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				✓	
4. Organización	Existe una organización lógica.				✓	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				✓	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				✓	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				✓	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				✓	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				✓	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				✓	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					80 %	



### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

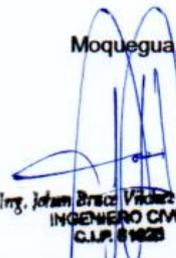
Variable Independiente: Agregados Reciclados

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Mediamente suficiente	Insuficiente
DISEÑO DE MEZCLA	Ensayo para determinar el peso unitario del agregado ASTM C29	✓		
	Ensayo para la determinación de la gravedad específica y la absorción del agregado grueso ASTM C127	✓		
	Ensayo para la determinación de la gravedad específica y la absorción del agregado fino ASTM C128	✓		
	Ensayo para determinar el contenido de humedad ASTM C566	✓		
	Análisis granulométrico de agregados ASTM C136	✓		
	Proporcionamiento de mezcla de concreto método ACI F'c = 210kg/cm <sup>2</sup>	✓		
	Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas ASTM C39 / C39M-21	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- (  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, 27 de SEPTIEMBRE del 2022

  
Ing. Johan Bruce Vidar Zeballo  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 81828

Firma del experto informante

DNI N°: 04439217



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: : Moron Lavado, Jorge Erik
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente General del Instituto Vial Provincial IVP - Mariscal Nieto
- 1.3. Especialidad del validador: Magister en Gerencia de la Construcción
- 1.4. Nombre del instrumento: Fichas de Recolección de Datos para Ensayos en Laboratorio de los Agregados y Concreto
- 1.5. Título de la investigación: "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022"
- 1.6. Autores del instrumento: Bustamante Villanueva, Rony Oliver Salazar Diaz, Nataly Salazar

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y Específico.					90
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90
4. Organización	Existe una organización lógica.				85	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						90



### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

↓ Variable Independiente: Agregados Reciclados

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
DISEÑO DE MEZCLA	Ensayo para determinar el peso unitario del agregado ASTM C29	95		
	Ensayo para la determinación de la gravedad específica y la absorción del agregado grueso ASTM C127	90		
	Ensayo para la determinación de la gravedad específica y la absorción del agregado fino ASTM C128	90		
	Ensayo para determinar el contenido de humedad ASTM C566	90		
	Análisis granulométrico de agregados ASTM C136	90		
	Proporcionamiento de mezcla de concreto método ACI F'c = 210kg/cm <sup>2</sup>	85		
	Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas ASTM C39 / C39M-21	90		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
(  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, 28 de Setiembre del 2022

Firma del experto informante

DNI N°: 45247242



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** Pando Vera, Dante Luis
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General de la Gerencia de Inversiones y Desarrollo Urbano Rural y Ambiental – Municipalidad de Torata
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Fichas de Recolección de Datos para Ensayos en Laboratorio de los Agregados y Concreto
- 1.5. **Título de la investigación:** "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022"
- 1.6. **Autores del instrumento:** Bustamante Villanueva, Rony Oliver Salazar Diaz, Nataly Salazar

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Aspecto	Descripción	1	2	3	4	5
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y Específico.					✓
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					✓
4. Organización	Existe una organización lógica.					✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					✓
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					✓
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						90



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

Variable Independiente: Agregados Reciclados

DESCRIPCIÓN	INDICADORES	Deficiente	Regular	Óptimo
DISEÑO DE MEZCLA	Ensayo para determinar el peso unitario del agregado ASTM C29	/		
	Ensayo para la determinación de la gravedad específica y la absorción del agregado grueso ASTM C127	/		
	Ensayo para la determinación de la gravedad específica y la absorción del agregado fino ASTM C128	/		
	Ensayo para determinar el contenido de humedad ASTM C566	/		
	Análisis granulométrico de agregados ASTM C136	/		
	Proporcionamiento de mezcla de concreto método ACI F'c = 210kg/cm2	/		
	Ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas ASTM C39 / C39M-21	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 90 %

- ( / ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, 27 de 09 del 2022

Firma del experto informante

DNI N°: 06556778



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y Nombres del validador:** : Vilchez Zeballos, Johan Bruce
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Ingeniero Coordinador de la Unidad de Supervisión y Liquidación de Obras en el Instituto Vial Provincial IVP - Mariscal Nieto
- 1.3. **Especialidad del validador:** Ingeniero Civil
- 1.4. **Nombre del instrumento:** Fichas de Recolección de Datos para Estudio de Trafico y Diseño de Pavimento Rígido
- 1.5. **Título de la investigación:** "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022"
- 1.6. **Autores del instrumento:** Bustamante Villanueva, Rony Oliver Salazar Diaz, Nataly Salazar

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y Especifico.				✓	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				✓	
4. Organización	Existe una organización lógica.				✓	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				✓	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				✓	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				✓	
8. Coherencia	Entre los indices, indicadores y dimensiones				✓	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				✓	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				✓	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>					80%	



### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

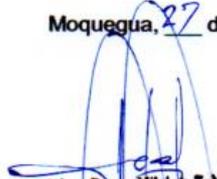
Variable Dependiente: Diseño de Pavimento Rígido

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Insuficiente	Insuficiente
Estudio de Trafico	Conteo vehicular	✓		
	ESAL de diseño	✓		
Método de diseño para un pavimento rígido	Método AASHTO	✓		

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 80 %

- (  ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.  
(  ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, 27 de SEPTIEMBRE del 2022

  
Ing. Johan Bryce Veloz Zeballo  
INGENIERO CIVIL  
C.I.F. 81428

Firma del experto informante

DNI N°: 94439217



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: : Moron Lavado, Jorge Erik
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente General del Instituto Vial Provincial IVP - Mariscal Nieto
- 1.3. Especialidad del validador: Magister en Gerencia de la Construcción
- 1.4. Nombre del instrumento: Fichas de Recolección de Datos para Estudio de Trafico y Diseño de Pavimento Rígido
- 1.5. Título de la investigación: "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022"
- 1.6. Autores del instrumento: Bustamante Villanueva, Rony Oliver Salazar Diaz, Nataly Salazar

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y Especifico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						<b>85.5</b>



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

↓ Variable Dependiente: Diseño de Pavimento Rígido

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Estudio de Trafico	Conteo vehicular	85		
	ESAL de diseño	87		
Método de diseño para un pavimento rígido	Método AASHTO	85		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85.6%

- ( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, 28 de Setiembre del 2022

Firma del experto informante

DNI N°: 45247242



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: : Pando Vera, Dante Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente General de la Gerencia de Inversiones y Desarrollo Urbano Rural y Ambiental – Municipalidad de Torata
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Civil
- 1.4. Nombre del instrumento: Fichas de Recolección de Datos para Estudio de Trafico y Diseño de Pavimento Rígido
- 1.5. Título de la investigación: "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022"
- 1.6. Autores del instrumento: Bustamante Villanueva, Rony Oliver Salazar Diaz, Nataly Salazar

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y Específico.					✓
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					✓
4. Organización	Existe una organización lógica.					✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					✓
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					✓
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						85



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

Variable Dependiente: Diseño de Pavimento Rígido

INDICADOR	INDICADOR	SE CUMPLE	SE CUMPLE	SE CUMPLE
Estudio de Trafico	Conteo vehicular	/		
	ESAL de diseño	/		
Método de diseño para un pavimento rígido	Método AASHTO	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 85 %

- ( / ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
- ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

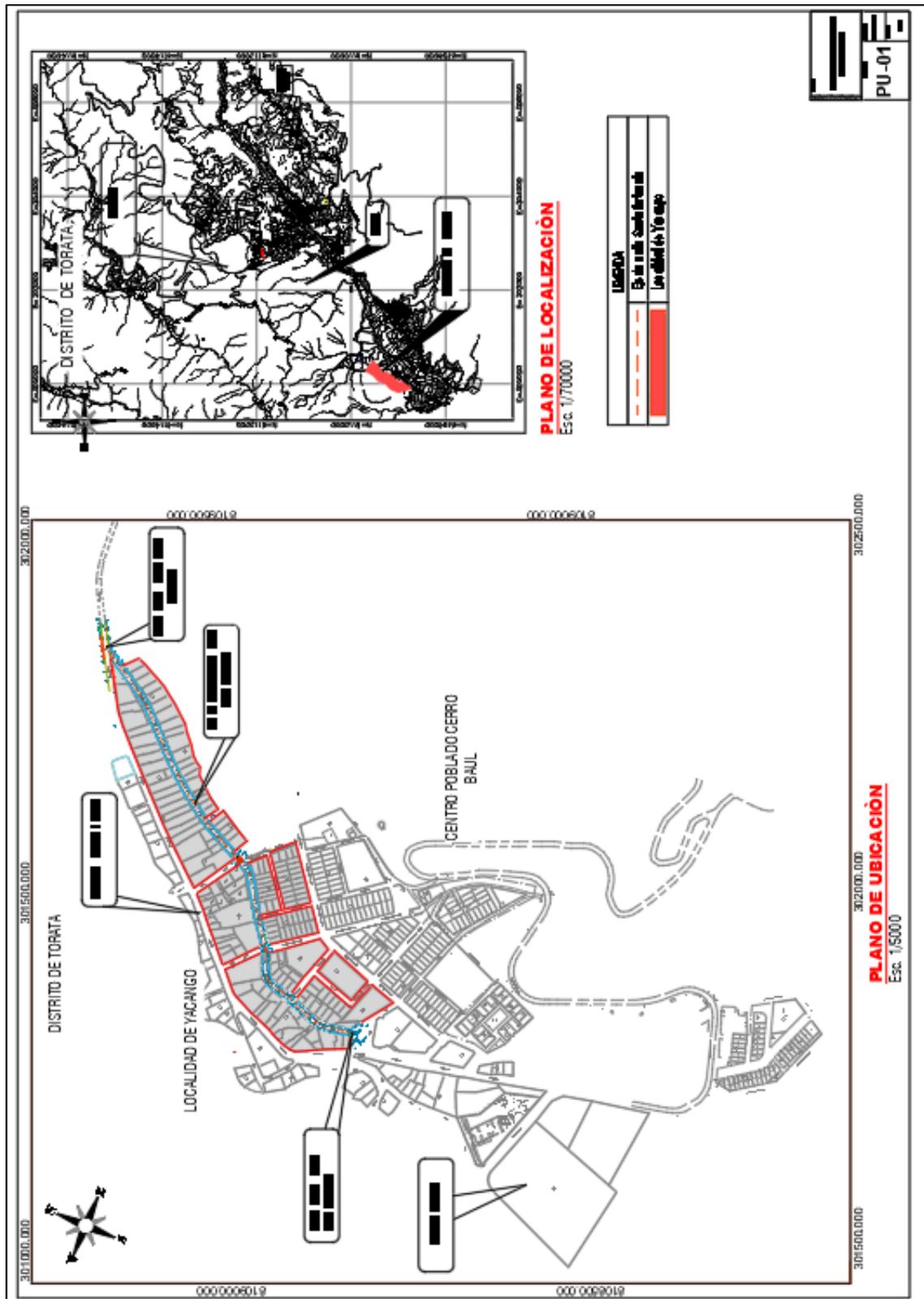
Moquegua, 27 de 09 del 2022

Firma del experto informante

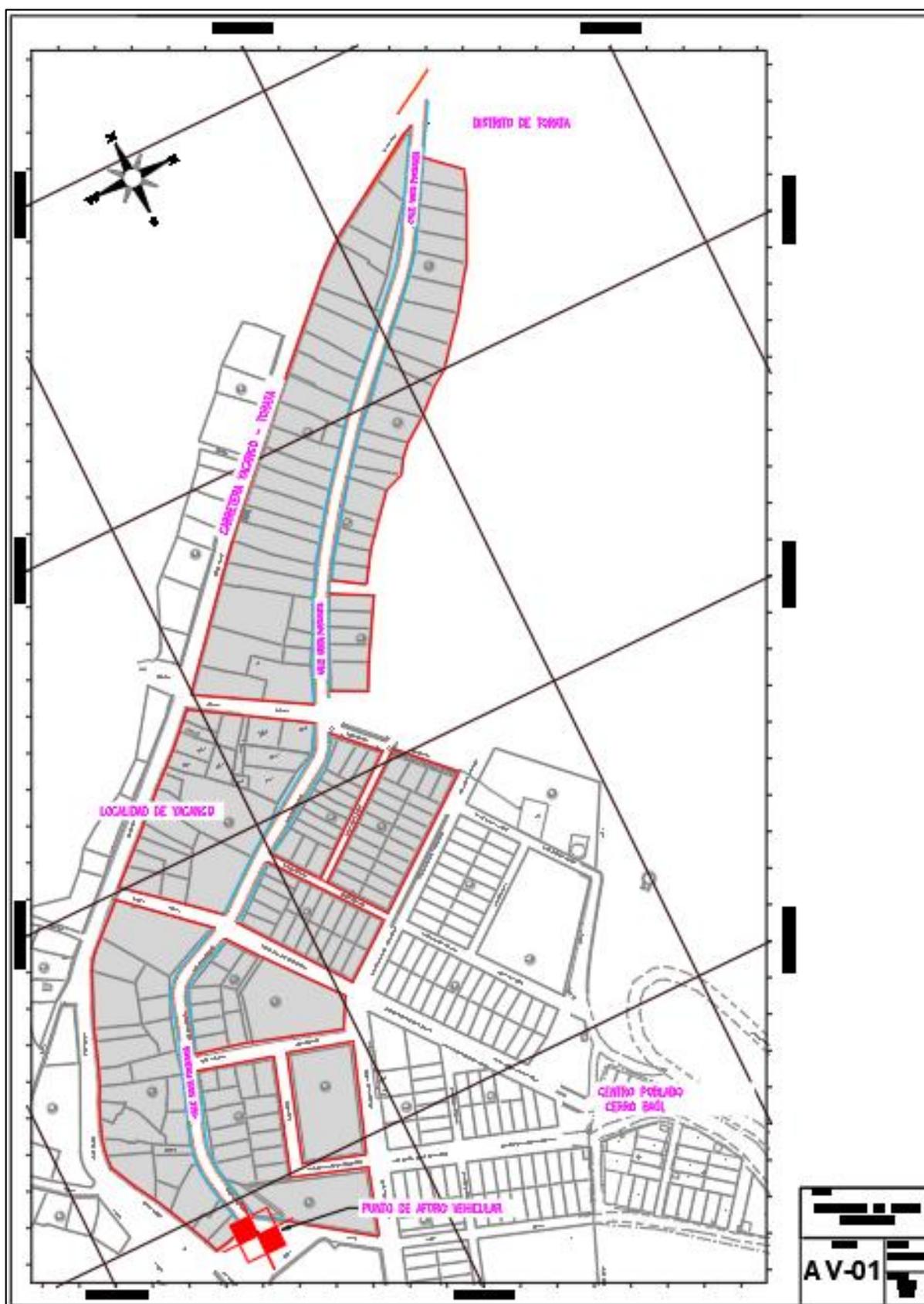
DNI N°: 06556778

# ANEXO 5: Mapas y planos

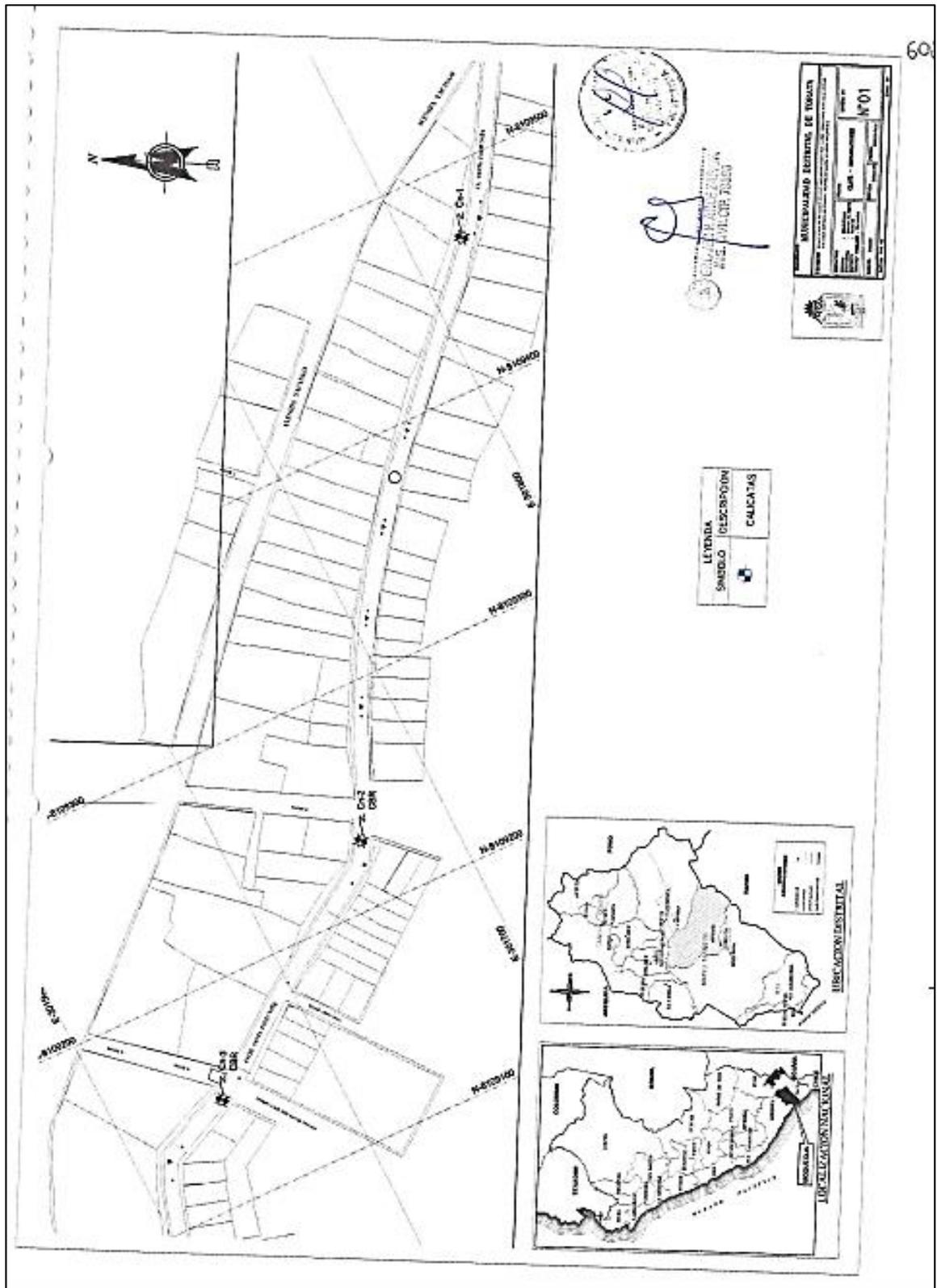
## Plano de Ubicación



**Plano de ubicación del punto de aforo vehicular**



**Plano de ubicación de calicatas**

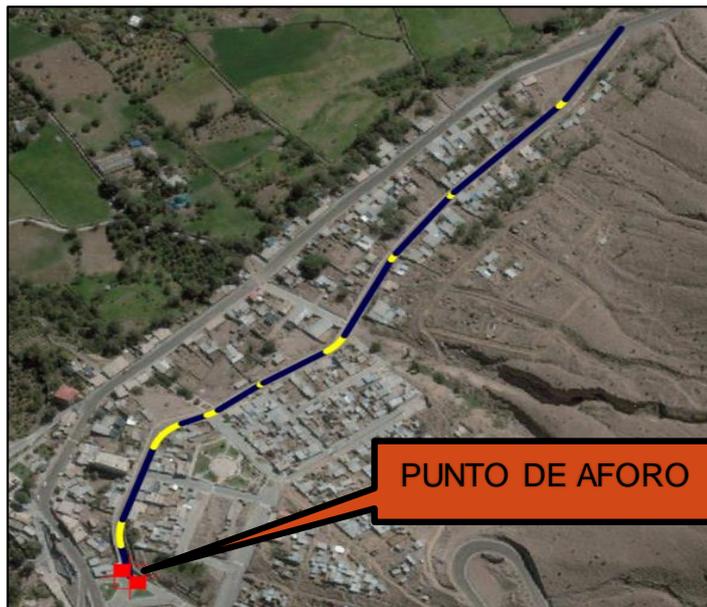


Fuente: M.D.T.

## ANEXO 5: Panel fotográfico



*Figura 1: Conteo vehicular para el estudio de trafico*



*Figura 2: Imagen satelital del punto de aforo vehicular*



*Figura 3: Calicata n° 01 y 02*



*Figura 4: Recolección de agregado reciclado en Torata y Yacango.*



*Figura 5: Recolección y transporte de agregados reciclados*



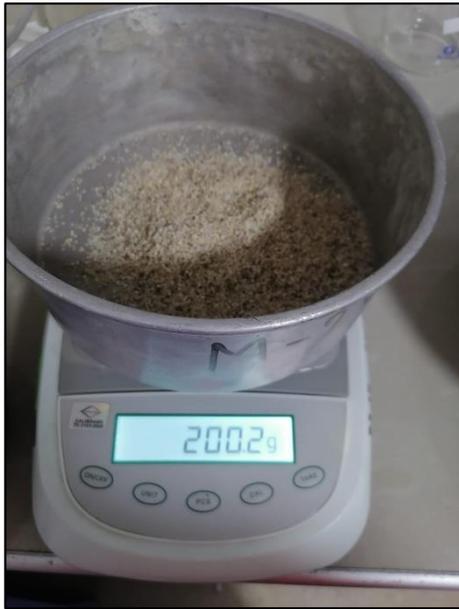
*Figura 6: Recolección de agregado natural de la cantera "MARON"*



*Figura 7: Transporte de agregados naturales al laboratorio "SERGEO"*



*Figura 8: Trituración y selección de agregado reciclado.*



*Figura 9: Contenido de humedad - laboratorio "SERGEO"*



*Figura 10: Análisis granulométrico del agregado grueso.*



*Figura 11: Peso unitario del agregado grueso*



*Figura 12: vaciado de concreto en dosificación AG+AGR20%.*



*Figura 13: Asentamiento del concreto*



*Figura 14: Briquetas de concreto de cada diseño de mezcla*



*Figura 15: toma de medidas de las briquetas*



*Figura 16: Rotura de briquetas*

## ANEXO 6: Solicitud y autorización por la empresa y/o entidad pública



### Sub Gerencia de Recursos Humanos y Bienestar Social

*"Año del Fortalecimiento de la Subemisión Nacional"*

Torata, 13 de setiembre del 2022

#### **CARTA N° 127- 2022 -SGRRHH- GAyR/MDT**

Señor (a):  
NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ  
Torata.-

ASUNTO : Autorizo Permiso para trabajo de Investigación.

REFERENCIA : Solicitud N° 001-2022/ROBV-NFSD

De mi mayor consideración:

Me es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Municipalidad Distrital de Torata y el mío propio, que mediante el documento de la referencia solicita se pueda autorizar para realizar el trabajo de Investigación de "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata – Moquegua 2022" con fines de obtener el Título Profesional de Ingeniera Civil.

En ese sentido, se otorga la autorización del ingreso a la Municipalidad Distrital de Torata, con el fin de realizar un trabajo de investigación presentado por su persona.

Agradeciendo la atención que le brinde a la presente; hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE TORATA

ABG. RENATO ARMANDO SALAS COAYLA

Sub Gerencia de Recursos Humanos y Bienestar Social

RASC/(\*) SGRRHH  
C.C. Archivo

Torata, 13 de setiembre del 2022

**CARTA N° 126- 2022 - SGRRH- GA/R/MDT**

Señor (a):  
RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA  
Torata. -

**ASUNTO** : Autorizo Permiso para trabajo de investigación.  
**REFERENCIA** : Solicitud N° 001-2022/ROBV-NFSD

De mi mayor consideración:

Me es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Municipalidad Distrital de Torata y el mío propio, que mediante el documento de la referencia solicita se pueda autorizar para realizar el trabajo de Investigación de "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022" con fines de obtener el Título Profesional de Ingeniera Civil.

En ese sentido, se otorga la autorización del ingreso a la Municipalidad Distrital de Torata, con el fin de realizar un trabajo de investigación presentado por su persona.

Agradeciendo la atención que le brinde a la presente; hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA

**ABG. RENATO ARMANDO SALAS COATLA**  
Sub Gerencia de Recursos Humanos y Bienestar Social

RAMC/D/SGRRH  
C.C. Archivo

# ANEXO 7: Hoja de cálculos

## Conteo vehicular



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

[OFFICIAL]

### CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 18/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	1	0	0	0	0	0	0	1	0.7%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.6%
2:00 - 3:00	E	1	1	0	0	0	0	0	2	1.4%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3:00 - 4:00	E	1	1	1	0	0	0	0	3	2.1%
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	0.6%
4:00 - 5:00	E	3	0	0	0	0	0	0	3	2.1%
	S	1	2	1	1	0	0	0	5	4.1%
5:00 - 6:00	E	3	1	2	0	0	0	0	6	4.3%
	S	4	2	1	0	2	0	0	9	7.3%
6:00 - 7:00	E	3	1	0	1	0	0	0	5	3.6%
	S	6	1	0	0	1	0	0	8	6.5%
7:00 - 8:00	E	3	1	1	0	1	0	0	6	5.7%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	3.3%
8:00 - 9:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	3.6%
	S	3	2	0	0	0	0	0	5	4.1%
9:00 - 10:00	E	3	1	0	1	0	0	0	5	3.6%
	S	6	2	1	1	0	0	0	10	8.1%
10:00 - 11:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	3.6%
	S	6	2	1	1	1	0	0	11	8.9%
11:00 - 12:00	E	4	1	0	1	0	0	0	6	4.3%
	S	3	1	1	0	0	0	0	5	3.6%
12:00 - 13:00	E	3	3	1	0	0	0	0	7	5.0%
	S	3	2	0	0	0	0	0	5	3.7%
13:00 - 14:00	E	3	3	1	0	0	0	0	7	5.7%
	S	4	2	2	0	1	0	0	9	7.3%
14:00 - 15:00	E	6	1	1	1	0	0	0	9	6.4%
	S	2	2	1	0	0	0	0	5	4.1%
15:00 - 16:00	E	3	1	0	1	0	0	0	5	3.6%
	S	4	2	1	0	0	0	0	7	5.7%
16:00 - 17:00	E	6	3	1	0	0	0	0	10	7.1%
	S	2	1	2	1	0	0	0	6	4.9%
17:00 - 18:00	E	4	2	1	1	0	0	0	8	5.7%
	S	4	1	0	0	0	0	0	5	4.1%
18:00 - 19:00	E	2	0	1	0	0	0	0	3	2.1%
	S	2	1	1	0	0	0	0	4	3.3%
19:00 - 20:00	E	3	0	2	0	0	3	0	8	5.7%
	S	2	0	1	0	0	2	0	5	4.1%
20:00 - 21:00	E	3	1	2	0	4	0	0	10	7.1%
	S	2	0	2	0	0	2	0	6	4.9%
21:00 - 22:00	E	1	1	1	0	0	0	0	3	2.1%
	S	2	0	0	0	0	2	1	5	4.1%
22:00 - 23:00	E	1	1	3	0	2	2	0	9	6.4%
	S	2	0	0	0	0	0	0	2	1.6%
23:00 - 00:00	E	2	0	1	0	3	0	2	8	5.7%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
PARCIAL	E	73	23	19	6	18	3	2	140	108.0%
	S	67	23	13	4	5	6	1	123	108.0%
TOTAL AMBOS SENT.		140	38	34	10	13	11	3	263	
		53.23%	19.81%	12.93%	3.80%	3.78%	4.18%	1.14%	100.0%	

*[Handwritten Signature]*  
70498384

*[Handwritten Signature]*  
71029853

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Juan Manuel Valdez Zeballos  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 81928



PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 14/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	1	0	0	0	0	1	0	2	1.6%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
2:00 - 3:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	3.2%
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	0.8%
3:00 - 4:00	E	1	1	1	0	0	0	0	3	2.4%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
4:00 - 5:00	E	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
	S	1	1	2	1	0	0	0	5	4.2%
5:00 - 6:00	E	0	2	0	0	0	0	0	2	1.6%
	S	4	1	0	0	2	0	0	7	5.6%
6:00 - 7:00	E	2	1	1	1	0	0	0	5	4.0%
	S	6	1	0	0	1	0	0	8	6.4%
7:00 - 8:00	E	5	1	3	0	1	0	0	10	7.6%
	S	4	0	0	1	0	0	0	5	4.2%
8:00 - 9:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	4.0%
	S	3	2	0	0	0	0	0	5	4.2%
9:00 - 10:00	E	0	1	1	1	0	0	0	3	2.4%
	S	6	0	2	0	0	0	0	8	6.4%
10:00 - 11:00	E	2	1	0	0	0	0	0	3	2.4%
	S	6	2	0	1	1	0	0	10	8.0%
11:00 - 12:00	E	3	1	0	1	0	0	0	5	4.0%
	S	5	1	2	0	0	0	0	8	6.4%
12:00 - 13:00	E	3	3	4	0	1	0	0	11	8.4%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
13:00 - 14:00	E	5	4	3	0	0	0	0	12	9.6%
	S	4	2	1	0	1	0	0	8	6.4%
14:00 - 15:00	E	2	1	2	0	0	0	0	5	4.0%
	S	3	2	1	0	0	0	0	6	5.1%
15:00 - 16:00	E	3	0	0	1	0	0	0	4	3.2%
	S	6	1	2	0	0	0	0	9	7.6%
16:00 - 17:00	E	6	3	1	0	0	0	0	10	7.6%
	S	2	1	2	1	0	0	0	6	5.1%
17:00 - 18:00	E	4	2	1	1	0	0	0	8	6.4%
	S	4	1	1	0	0	0	0	6	5.1%
18:00 - 19:00	E	4	0	1	0	0	0	0	5	4.0%
	S	2	0	1	0	0	0	0	3	2.5%
19:00 - 20:00	E	3	0	2	0	1	2	0	8	6.4%
	S	0	0	1	0	0	1	0	2	1.7%
20:00 - 21:00	E	3	1	1	0	0	0	0	5	4.0%
	S	3	0	1	1	0	2	0	7	5.6%
21:00 - 22:00	E	1	0	1	0	0	0	0	2	1.6%
	S	2	0	0	0	5	1	1	9	7.6%
22:00 - 23:00	E	3	1	1	0	2	0	1	8	6.4%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
23:00 - 00:00	E	1	0	1	0	2	0	1	5	4.0%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
PARCIAL	E	60	25	24	5	7	3	2	126	100.0%
	S	66	18	16	3	10	4	1	118	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		126	41	40	10	17	7	3	244	
		51.64%	16.80%	16.39%	4.10%	6.97%	2.87%	1.23%	100.0%	

70498387

71029853

Ing. Johan Bruce Viscor Zabala  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 14988



PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 20/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	1	0	0	0	0	2	0	3	2.1%
	S	0	0	1	0	0	0	0	1	0.6%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.6%
2:00 - 3:00	E	1	1	0	0	0	0	0	2	1.4%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3:00 - 4:00	E	1	1	0	0	0	0	0	2	1.4%
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	0.6%
4:00 - 5:00	E	2	0	0	0	0	0	0	2	1.4%
	S	1	1	2	1	0	0	0	5	4.1%
5:00 - 6:00	E	1	1	0	0	0	0	0	2	1.4%
	S	4	2	0	0	2	0	0	6	6.6%
6:00 - 7:00	E	3	0	0	0	0	0	0	3	2.1%
	S	4	1	1	0	1	0	0	7	5.0%
7:00 - 8:00	E	6	1	1	0	1	0	0	9	6.4%
	S	3	2	0	0	0	0	0	5	4.1%
8:00 - 9:00	E	4	1	2	0	0	0	0	7	5.0%
	S	0	2	0	0	0	0	0	2	1.7%
9:00 - 10:00	E	3	1	0	1	0	0	0	5	3.0%
	S	6	2	1	0	1	0	0	10	8.3%
10:00 - 11:00	E	4	3	3	0	0	0	0	10	7.1%
	S	6	2	1	1	1	0	0	11	9.1%
11:00 - 12:00	E	4	1	0	1	0	0	0	6	4.3%
	S	5	0	1	0	0	0	0	6	5.0%
12:00 - 13:00	E	3	3	2	0	0	0	0	8	5.7%
	S	6	2	1	0	1	0	0	10	8.3%
13:00 - 14:00	E	3	1	1	0	0	0	0	5	3.0%
	S	4	2	1	0	1	0	0	8	6.6%
14:00 - 15:00	E	6	1	1	1	0	0	0	9	6.4%
	S	2	0	1	3	0	0	0	6	5.0%
15:00 - 16:00	E	3	1	3	1	0	0	0	8	5.7%
	S	1	1	1	1	0	0	0	4	3.3%
16:00 - 17:00	E	6	3	1	0	0	0	0	10	7.1%
	S	2	1	0	1	0	0	0	4	3.3%
17:00 - 18:00	E	2	2	1	1	0	0	0	6	4.3%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	3.3%
18:00 - 19:00	E	2	3	1	0	0	0	0	6	4.3%
	S	6	1	1	0	0	0	0	8	6.6%
19:00 - 20:00	E	3	0	2	0	0	2	0	7	5.0%
	S	2	1	1	0	0	3	0	7	5.0%
20:00 - 21:00	E	3	1	2	0	3	0	0	9	6.4%
	S	2	1	2	0	0	1	0	6	5.0%
21:00 - 22:00	E	1	1	1	0	0	0	0	3	2.1%
	S	2	0	0	0	2	1	0	5	4.1%
22:00 - 23:00	E	1	2	1	0	2	2	0	8	5.7%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.6%
23:00 - 00:00	E	1	0	0	0	2	0	1	4	2.9%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.6%
PARCIAL	E	70	25	22	5	6	6	1	140	100.0%
	S	62	23	15	7	9	5	0	121	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		132	31	37	12	17	11	1	201	
		59.37%	19.54%	14.18%	4.80%	6.31%	4.21%	0.38%	100.00%	

7049838x

71029853

Ing. Juan Emilio VILLAN ZOLA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.R. 81983



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

[OFFICIAL]

PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 21/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	2	0	0	0	0	1	0	3	2.3%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	4	0	0	0	0	0	0	4	3.4%
2:00 - 3:00	E	2	0	0	0	0	0	0	2	1.5%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3:00 - 4:00	E	1	1	1	0	0	0	0	3	2.3%
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	0.9%
4:00 - 5:00	E	2	0	0	1	0	0	0	3	2.3%
	S	3	1	1	1	0	0	0	6	5.2%
5:00 - 6:00	E	3	0	0	0	0	0	0	3	2.3%
	S	0	2	1	0	2	0	0	5	4.3%
6:00 - 7:00	E	3	1	0	1	0	0	0	5	3.9%
	S	6	1	0	0	0	0	0	7	6.0%
7:00 - 8:00	E	0	1	1	0	1	0	0	3	2.3%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	3.4%
8:00 - 9:00	E	4	0	0	0	1	0	0	5	3.9%
	S	2	2	0	0	0	0	0	4	3.4%
9:00 - 10:00	E	5	0	0	0	0	0	0	5	3.9%
	S	6	2	0	1	0	0	0	9	7.5%
10:00 - 11:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	3.0%
	S	6	1	1	0	0	0	0	8	6.9%
11:00 - 12:00	E	4	1	0	1	0	0	0	6	4.9%
	S	6	3	1	0	0	0	0	10	8.6%
12:00 - 13:00	E	3	3	3	0	1	0	0	10	7.9%
	S	5	0	0	0	0	0	0	5	4.3%
13:00 - 14:00	E	4	3	1	0	0	0	0	8	6.0%
	S	4	1	1	0	1	0	0	7	6.0%
14:00 - 15:00	E	6	2	1	1	0	0	0	10	7.9%
	S	2	2	1	0	0	0	0	5	4.3%
15:00 - 16:00	E	5	1	3	1	0	0	0	10	7.9%
	S	4	0	0	0	0	0	0	4	3.4%
16:00 - 17:00	E	6	3	1	0	0	0	0	10	7.9%
	S	2	1	1	0	0	0	0	4	3.4%
17:00 - 18:00	E	4	1	1	1	0	0	0	7	5.3%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	3.4%
18:00 - 19:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	3.0%
	S	6	1	1	0	0	0	0	8	6.9%
19:00 - 20:00	E	3	0	0	1	0	1	0	5	3.9%
	S	2	0	1	0	0	2	0	5	4.3%
20:00 - 21:00	E	4	1	2	0	1	0	0	8	6.0%
	S	2	0	0	0	1	2	0	5	4.3%
21:00 - 22:00	E	1	1	1	0	0	0	4	7	5.3%
	S	3	0	0	1	0	1	0	5	4.3%
22:00 - 23:00	E	1	1	0	0	1	0	0	3	2.3%
	S	2	0	0	0	1	0	0	3	2.6%
23:00 - 00:00	E	2	0	2	0	4	0	1	9	6.9%
	S	3	0	0	0	0	0	0	3	2.6%
PARCIAL	E	71	22	17	7	9	2	5	133	100.0%
	S	74	20	9	3	5	5	0	116	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		145	42	26	10	14	7	5	249	
		58.23%	16.87%	10.44%	4.02%	5.62%	2.81%	2.01%	100.00%	

70498384

71029853

Ing. Juan Bruni Valdez Zedillo  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 11828



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

[OFFICIAL]

PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 22/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	1	0	0	0	0	0	0	1	0.9%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
2:00 - 3:00	E	3	0	0	0	0	0	0	3	2.6%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3:00 - 4:00	E	2	1	1	0	0	0	0	4	3.4%
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	0.9%
4:00 - 5:00	E	1	0	0	0	0	0	0	1	0.9%
	S	4	1	1	0	0	0	0	6	5.5%
5:00 - 6:00	E	0	1	0	0	0	0	0	1	0.9%
	S	4	2	1	0	1	0	0	8	7.3%
6:00 - 7:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	3.4%
	S	2	2	0	0	0	0	0	4	3.7%
7:00 - 8:00	E	5	1	1	0	0	0	0	7	6.0%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	3.7%
8:00 - 9:00	E	4	1	0	1	0	0	0	6	5.2%
	S	4	3	0	0	0	0	0	7	6.4%
9:00 - 10:00	E	5	1	0	1	0	0	0	7	6.0%
	S	6	2	2	1	0	0	0	11	10.1%
10:00 - 11:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	4.3%
	S	2	2	1	1	0	0	0	6	5.5%
11:00 - 12:00	E	4	1	0	1	1	0	0	7	6.0%
	S	5	2	1	0	0	0	0	8	7.3%
12:00 - 13:00	E	3	3	1	0	0	0	0	7	6.0%
	S	5	1	0	0	1	0	0	7	6.4%
13:00 - 14:00	E	5	3	3	0	0	0	0	11	9.5%
	S	4	2	0	0	1	0	0	7	6.4%
14:00 - 15:00	E	4	1	1	1	0	0	0	7	6.0%
	S	2	1	1	0	0	0	0	4	3.7%
15:00 - 16:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	3.4%
	S	4	2	0	0	0	0	0	6	5.5%
16:00 - 17:00	E	2	3	1	0	0	0	0	6	5.2%
	S	2	0	1	0	1	0	0	4	3.7%
17:00 - 18:00	E	4	2	0	1	0	0	0	7	6.0%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	3.7%
18:00 - 19:00	E	2	0	1	0	0	0	0	3	2.6%
	S	2	1	0	0	0	0	0	3	2.6%
19:00 - 20:00	E	2	0	2	0	0	0	0	4	3.4%
	S	2	1	1	0	0	1	0	5	4.6%
20:00 - 21:00	E	3	1	2	0	0	0	0	6	5.2%
	S	1	0	1	0	3	0	0	5	4.6%
21:00 - 22:00	E	1	0	1	0	0	0	0	2	1.7%
	S	4	0	0	0	0	1	0	5	4.6%
22:00 - 23:00	E	3	0	0	0	1	3	0	7	6.0%
	S	1	0	0	0	0	2	0	3	2.6%
23:00 - 00:00	E	2	0	1	0	2	0	1	6	5.2%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.9%
PARCIAL	E	66	22	15	5	4	3	1	116	100.0%
	S	61	25	10	2	7	4	0	109	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		127	47	25	7	11	7	1	225	
		56.44%	20.89%	11.11%	3.11%	4.89%	3.11%	0.44%	100.00%	

70498384

71029853

Ing. Johan Bruce Vidales Zabala  
INGENIERO CIVIL  
CLP 41021



PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 23/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	2	0	0	0	0	2	0	4	2.0%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	1	1	0.7%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.7%
2:00 - 3:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	2.0%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3:00 - 4:00	E	2	1	1	0	0	0	0	4	2.0%
	S	0	2	0	0	0	2	1	5	3.5%
4:00 - 5:00	E	2	0	0	0	2	3	0	7	4.9%
	S	2	2	1	0	0	3	0	8	5.0%
5:00 - 6:00	E	3	1	0	0	4	0	0	8	5.0%
	S	4	1	1	0	2	0	0	8	5.0%
6:00 - 7:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	2.5%
	S	6	3	0	0	4	0	0	13	9.0%
7:00 - 8:00	E	5	3	0	0	1	0	0	9	6.3%
	S	3	1	0	0	0	0	0	4	2.8%
8:00 - 9:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	2.8%
	S	5	2	0	0	0	0	0	7	4.9%
9:00 - 10:00	E	5	3	4	0	0	0	0	12	8.5%
	S	6	2	1	1	0	0	0	10	6.9%
10:00 - 11:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	3.5%
	S	4	1	1	0	1	0	0	7	4.9%
11:00 - 12:00	E	4	1	0	1	0	0	0	6	4.2%
	S	5	1	1	0	0	0	0	7	4.9%
12:00 - 13:00	E	3	2	1	0	0	0	0	6	4.2%
	S	6	1	0	0	0	0	0	7	4.9%
13:00 - 14:00	E	5	3	1	0	0	0	0	9	6.3%
	S	4	2	0	1	1	0	0	8	5.6%
14:00 - 15:00	E	6	1	1	0	0	0	0	8	5.6%
	S	3	2	1	0	0	0	0	6	4.2%
15:00 - 16:00	E	5	1	0	0	0	0	0	6	4.2%
	S	4	3	1	0	0	0	0	8	5.6%
16:00 - 17:00	E	2	3	1	0	0	0	0	6	4.2%
	S	2	1	2	1	0	0	0	6	4.2%
17:00 - 18:00	E	4	3	0	1	0	0	0	8	5.6%
	S	3	1	2	1	0	0	0	7	4.9%
18:00 - 19:00	E	2	0	1	0	0	0	0	3	2.1%
	S	2	2	1	1	0	0	0	6	4.2%
19:00 - 20:00	E	3	0	1	0	0	0	0	4	2.8%
	S	3	0	1	0	0	0	0	4	2.8%
20:00 - 21:00	E	3	1	2	0	2	0	0	8	5.6%
	S	2	2	2	0	0	0	0	6	4.2%
21:00 - 22:00	E	4	1	1	0	0	0	0	6	4.2%
	S	2	0	0	0	0	0	0	2	1.4%
22:00 - 23:00	E	1	2	1	0	0	2	0	6	4.2%
	S	3	0	0	0	3	0	0	6	4.2%
23:00 - 00:00	E	2	0	1	0	1	0	0	4	2.8%
	S	3	4	1	0	0	0	0	8	5.6%
PARCIAL	E	76	30	16	2	10	7	1	142	100.0%
	S	73	33	16	5	11	5	1	144	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		149	63	32	7	21	12	2	286	
		52.10%	22.03%	11.19%	2.45%	7.34%	4.20%	0.70%	100.00%	

70498387

71029853

Ing. Johan Bruni Valdez Zebado  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P.R. 81928



PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto  
Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata -  
Moquegua 2022

FECHA: 24/07/2022

UBICACION: TORATA

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
		Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E		
0:00 - 1:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
1:00 - 2:00	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	S	1	0	0	0	0	0	3	4	3.2%
2:00 - 3:00	E	2	1	0	0	0	0	0	3	2.2%
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
3:00 - 4:00	E	1	1	1	0	0	0	0	3	2.2%
	S	0	1	0	0	0	0	0	1	0.8%
4:00 - 5:00	E	2	0	2	0	0	0	0	4	2.9%
	S	1	2	0	0	0	0	0	3	2.4%
5:00 - 6:00	E	3	1	0	0	0	0	0	4	2.9%
	S	4	2	1	0	1	0	0	8	6.3%
6:00 - 7:00	E	1	1	0	1	0	0	0	3	2.2%
	S	6	3	0	0	1	0	0	10	7.9%
7:00 - 8:00	E	5	2	1	0	1	0	0	9	6.6%
	S	2	1	0	0	0	0	0	3	2.4%
8:00 - 9:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	3.7%
	S	5	2	0	0	0	0	0	7	5.6%
9:00 - 10:00	E	2	1	0	1	0	0	0	4	2.9%
	S	6	2	1	1	0	0	0	10	7.9%
10:00 - 11:00	E	4	1	0	0	0	0	0	5	3.7%
	S	3	2	1	1	1	0	0	8	6.3%
11:00 - 12:00	E	4	1	0	1	0	0	0	6	4.4%
	S	5	1	1	0	0	0	0	7	5.6%
12:00 - 13:00	E	4	3	1	0	0	0	0	8	5.9%
	S	5	1	0	0	0	0	0	6	4.0%
13:00 - 14:00	E	5	3	1	0	0	0	0	9	6.6%
	S	5	1	2	0	1	0	0	9	7.1%
14:00 - 15:00	E	6	1	1	1	0	0	0	9	6.6%
	S	2	2	1	0	0	0	0	5	4.0%
15:00 - 16:00	E	6	1	0	1	0	0	0	8	5.9%
	S	4	2	1	0	0	0	0	7	5.6%
16:00 - 17:00	E	5	3	1	0	0	0	0	9	6.6%
	S	4	1	2	0	0	0	0	7	5.6%
17:00 - 18:00	E	3	2	1	1	0	0	0	7	5.1%
	S	5	1	0	0	0	0	0	6	4.0%
18:00 - 19:00	E	3	0	1	0	0	0	0	4	2.9%
	S	2	1	1	0	0	0	0	4	3.2%
19:00 - 20:00	E	3	0	2	0	0	0	0	5	3.7%
	S	5	0	1	0	0	0	0	6	4.0%
20:00 - 21:00	E	3	1	2	0	3	0	0	9	6.6%
	S	2	0	1	0	0	0	0	3	2.4%
21:00 - 22:00	E	3	1	1	0	0	4	0	9	6.6%
	S	2	0	0	0	0	0	1	3	2.4%
22:00 - 23:00	E	1	1	1	0	2	0	0	5	3.7%
	S	6	0	0	0	0	0	2	8	6.3%
23:00 - 00:00	E	2	0	1	0	2	3	0	8	5.9%
	S	1	0	0	0	0	0	0	1	0.8%
PARCIAL	E	72	26	17	6	6	7	0	130	100.0%
	S	76	25	13	2	4	0	6	126	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		148	51	30	8	12	7	6	262	
		56.49%	19.47%	11.45%	3.05%	4.58%	2.67%	2.29%	100.00%	

70498384

71029853

Ing. Juan Braco Viquez Zabala  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 49828



### RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

PROYECTO: Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022 K = 1

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS				TOTAL	%
	Autos	Pick up	Camioneta	C. Rural	2E	3E	4E			
E	488	178	130	36	56	33	12	933	52,1%	
S	479	167	94	28	51	29	9	857	47,9%	
<b>TOTAL</b>	<b>967</b>	<b>345</b>	<b>224</b>	<b>64</b>	<b>107</b>	<b>62</b>	<b>21</b>	<b>1790</b>		
%	54,02%	19,27%	12,51%	3,58%	5,98%	3,46%	1,17%	100,00%		
IMD	138	49,286	32,000	9,143	15,286	8,857	3,000	256		
K	1	1	1	1	1	1	1			
IMD	138,143	49,286	32,000	9,143	15,286	8,857	3,000			
IMD	138	49	32	9	15	4	3	250		

INDICE MEDIO DIARIO 250

  
710021853

  
70418384

  
Ing. Juan José Velásquez Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.U. 11028

## Calculo de ESAL de diseño



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

[OFFICIAL]

### CALCULO DE ESAL DE DISEÑO

#### **Periodo de diseño**

Para calcular el periodo de diseño tendremos que tener en consideración el método AASHTO, para lo cual la carretera a analizar es una vía rural con bajo volumen de tránsito, por lo tanto según nuestra tabla el dato de periodo de diseño estará comprendido entre los 15 a 25 años. Para fines de este proyecto se usara un periodo de diseño de **20 años**.

Tabla 1: Periodos típicos de diseño

Condiciones de Carreteras	Periodo de Análisis
Vías urbanas con alto volumen	30 – 50
Vías rurales con alto volumen	20 – 50
<b>Pavimentadas con bajo volumen</b>	<b>15 – 25</b>
Superficie granular con bajo volumen	10 – 20

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993

#### **Carril de diseño (Factor Ponderado)**

La carretera que analizaremos es de 2 carriles en ambos sentidos (1 carril por cada dirección). Según AASHTO, nos recomienda usar el dato de factor direccional ( $F_d = 0.50$ ), un factor carril ( $F_c = 1.00$ ) y un %ESAL en el carril de diseño ( $W_{18} = 100\%$ ).

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Juan Pablo Víctor Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
CLUF 61928



Tabla 2: Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Numero de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
<b>1 calzada</b> (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
<b>2 calzadas con separador central</b> (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0,80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2014

Tabla 3: Factor de distribución por carril

N° carriles en 1 dirección	% ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993

### Factor de crecimiento (F.C.)

Este factor anticipa el crecimiento del tránsito según el periodo de diseño. Se tomara una proyección en la cual los vehículos de pasajeros crecen aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población ( $r_{vp}$ ) y los vehículos de carga con la tasa de crecimiento de la economía regional ( $r_{vc}$ ).

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Johan Bruce Vidales Zabala  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 81928



Tabla 4: Tasa de crecimiento de la región Moquegua (%)

<b>Tasa de Crecimiento de la Región Moquegua en %</b>	$r_{vp} = 0,80$	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (vehículos de pasajeros)
	$r_{vc} = 4,08$	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (vehículos de carga)

Fuente: Propia

Considerando un periodo de diseño (n) de 20 años hallaremos el dato (F.C.).

$$F.C._{vp} = \frac{(1 + r_{vp})^n - 1}{r} = \frac{(1 + 0.008)^{20} - 1}{0.008} = 21,595505$$

$$F.C._{vc} = \frac{(1 + r_{vc})^n - 1}{r} = \frac{(1 + 0.0408)^{20} - 1}{0.0408} = 30,026476$$

Dónde:

r = tasa de crecimiento anual, %

n = periodo de diseño en años

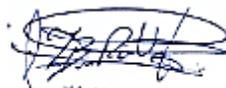
### Índice de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)

Es la capacidad de un pavimento para prestar un buen servicio al usuario durante su vida útil. Esta se clasifica en una escala de 0 a 5, en donde 0 significa que el pavimento se encuentra en condiciones intransitables y 5 cuando el pavimento se encuentra en excelentes condiciones. Este índice se obtiene de la variación del índice de servicio inicial ( $P_o$ ) y el final ( $P_t$ ). Usaremos los valores de acuerdo al tipo de pavimento y el tránsito.

Tabla N° 04: Índice de serviciabilidad inicial

Índice de serviciabilidad inicial	
<b><math>P_o = 4.5</math></b>	Para pavimentos rígidos
<b><math>P_o = 4.2</math></b>	Para pavimentos flexibles

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993



70498387



71029853



Ing. Juan Bosco Víctor Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 41928



Tabla 5: Índice de serviciabilidad final

Índice de serviciabilidad final	
Pt = 2.5 o mas	Para caminos muy importantes
Pt = 2.0	Para caminos de transito menor

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993

Teniendo los valores de las tablas, obtendremos el dato del índice de serviciabilidad:

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4.5 - 2 = 2.5$$

### Código de eje cargado (L2)

Este valor estará relacionado al tipo de eje en contacto con el pavimento.

Tabla 6: Código de eje cargado

Tipo de eje	Código de eje cargado
Eje simple	L2 = 1
Eje tandem	L2 = 2
Eje tridem	L2 = 3

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993

### ESAL de diseño

Con los valores obtenidos, podremos calcular el ESAL de diseño, el cual se obtendrá el dato siguiendo el método AASHTO.

El ESAL de diseño será de **508'312,214** ejes equivalentes de 80 KN o 8.2 Ton.

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Juan José Vázquez Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 11928



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESAL DE DISEÑO

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022

DATOS:	T=	20	años
esp =	200		mm (asumido)
PI =	2.9		serviciabilidad final
Fd =	0.5		factor direccional
Fc =	1		factor carril
WTB =	100%		

Se usaran las siguientes formulas:

$$F_{ec} = \frac{W_{18}}{W_8}$$

$$F_{ec} = \frac{1.45 \log \left( \frac{10^{10} - 42.22 W_8}{10^{10} - 42.22 W_{18}} \right) + 4.22 \log W_8 + 1.22 \log W_{18}}{K_1 + K_2}$$

$$S_1 = \frac{4.5 - P_1}{4.5 - 1.5} \quad K_1 = \frac{1.01 W_8 + 1.01 W_{18}}{(0.1 + 1) W_8 + 1.01 W_{18}}$$

En donde:  
 S<sub>1</sub> = Factor de carga relativa a base de tiempo  
 K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> = Ajustadores de logaritmos a fin de tiempo

ESAL = (noI) \* (Fec) \* (Fd) \* (Fc) \* (F.C.)

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS												CAMIONES UNITARIOS																							
	Autos				Pick up				Camionetas				C. Rural				ZE				ZE				4E											
	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.	delect.	post.										
CARGA	1	0.0	1.2	1.5	1.5	2	1.5	2	1.5	2	1.5	2	1.5	2	7	11	7	10	7	10	7	10	7	10	7	23										
Lx (Mpd)	2.2059	1.76472	2.64700	3.30855	3.30855	4.4110	3.30855	4.4110	3.30855	4.4110	3.30855	4.4110	3.30855	4.4110	13.4413	24.2649	13.4413	24.2649	13.4413	24.2649	13.4413	24.2649	13.4413	24.2649	13.4413	50.7337										
no	130	130	49	43	32	32	9	9	9	9	9	9	9	9	15	15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3										
P%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400										
Gr	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812	-0.0791812										
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3										
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										
Hgt (Wtx / Wt)	3.57033277	3.0674133	3.3110544	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	2.97709200	0.29021661	-0.3717696	0.29021661	-0.3717696	0.29021661	-0.3717696	0.29021661	-0.3717696	0.29021661	-0.3717696	0.29021661	-0.3717696										
Fcu = Wt / Wtx	0.00028693	0.0001357	0.00040792	0.00105410	0.00105410	0.00332132	0.00105410	0.00332132	0.00105410	0.00332132	0.00105410	0.00332132	0.00105410	0.00332132	0.51260566	3.73069373	0.51260566	3.73069373	0.51260566	3.73069373	0.51260566	3.73069373	0.51260566	3.73069373	0.51260566	3.73069373										
F.C.	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	21.596	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020	30.020										
ESAL	146.26909	73.8000004	94.22233056	203.3777710	132.940714	381.042497	37.3910257	107.160202	42134.8910	306053.615	11235.9712	83297.0610	6426.97637	54363.6959																						
PARCIAL	1776.425483												509488.643541												308312.214048											
TOTAL																																				

Ing. Marco Antonio Villarza Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 C.A.P. 00008

7049.8387

7100.9853

## Diseño del Pavimento Rígido



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

[OFFICIAL]

### DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Para el diseño del pavimento rígido se seguirá el procedimiento del método AASHTO. Este puede ser determinado mediante el empleo de la fórmula de diseño o mediante el uso de ábacos de diseño.

Figura 01: Fórmula para el cálculo de Pavimento Rígido por el método AASHTO

$$\log_{10}(E18) = \left\{ \begin{array}{l} \text{Desviación normal estándar} \uparrow \\ Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.006 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{0.46}}} \\ \text{Error estándar combinado} \uparrow \\ \text{Espesor} \uparrow \\ \text{Serviciabilidad final} \leftarrow \\ + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10} \left[ \frac{\text{Módulo de ruptura} \uparrow \times \text{Coeficiente de drenaje} \uparrow \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right] \\ \text{Tráfico} \downarrow \\ \text{Módulo de transferencia de carga} \uparrow \quad \text{Módulo de elasticidad} \uparrow \quad \text{Módulo de reacción} \uparrow \end{array} \right\}$$

Fuente: Arroyo, 2010

#### **Espesor (D)**

El espesor del pavimento de concreto es la variable que se pretende determinar en el presente proyecto de investigación.

#### **Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

La serviciabilidad es la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico que circulara en la vía. Según valores obtenidos anteriormente tenemos como dato:

$$\Delta PSI = P_o - P_t = 4.5 - 2 = 2.5$$

  
70498384

  
71029853

  
Ing. Johan Bruce Vidales Zaldívar  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. # 11581



### Tránsito (W18)

El tránsito viene siendo el número de repeticiones de ejes equivalentes de 18 kips (80 KN) o ESALs. Según los cálculos realizados tenemos como dato:

$$W18 = 509'488,644 \approx 0.509 \times 10^6 \text{ ESALs}$$

### Transferencia de carga (J)

Conocido también como coeficiente de transmisión de carga, es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objetivo de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. La efectividad de la transferencia de carga entre las losas adyacentes depende de varios factores pero uno de los más importantes es la utilización de pasadores, los cuales se recomienda usar cuando el tráfico pesado es mayor al 25% del tráfico total y cuando el número de ejes equivalentes de diseño sea mayor de 5.0 millones de ESAL's. Consideraremos el uso de pasadores por cuestiones de seguridad y por el incremento de tránsito vehicular pesado en 20 años. El valor de transferencia de carga será, considerando una berma de material granular, un promedio de 3.2.

Tabla 7: Valores de coeficiente de transmisión de carga J

Tipo de Berma	J			
	Granular o Asfáltico		Concreto Hidráulico	
Valores de J	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
	3.2	2.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

  
70498384

  
71029853

  
Ing. Juan Bruni Valdez Zaldívar  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 8122



### Resistencia a la flexotracción del concreto (S'c)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera resistencia del concreto trabajando a flexión, que se conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) o Módulo de ruptura (MR), el cual esta normalizado por ASTM C – 78.

Tabla 8: Factor de distribución por camil

Rangos de tráfico pesado expresado en EE	Resistencia mínima a la flexotracción del concreto (S'c)	Resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
≤ 5'000,000 EE ≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
> 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

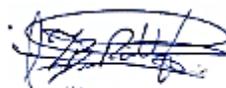
Además, este se correlaciona con el módulo de compresión (f'c) del concreto mediante la regresión:  $S'c = a \times (f'c)^{0.5}$ , según el ACI 363. En nuestro proyecto hemos considerado un  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , ya que el tráfico pesado (ESAL de diseño) es mucho menor a los de la tabla, por ende:

$$S'c = (1.99 - 3.18) \times (F'c)^{0.5} = 37,46 \text{ kg/cm}^2 = 532.806 \text{ PSI} = 3,674 \text{ MPa}$$

### Módulo elástico del concreto (Ec)

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotracción, a través de correlaciones establecidas.

AASHTO'93 indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI:  $E = 57,000 \times (F'c)^{0.5}$ ; (F'c en PSI). Entonces tenemos que nuestro módulo de elasticidad del concreto será:

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Juan Braci Vaziri Zeballo  
INGENIERO CIVIL  
C.L.P. # 1928



E = 57,000 x (F'c) ^ 0.5 = 3115170 PSI = 219018.126 kg/cm2 = 21478.341 MPa

Resistencia a la subrasante (k)

El módulo de reacción del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se soportará el cuerpo del pavimento. Este valor se puede obtener mediante la prueba de placa ASTM D1195 Y D1196. Para nuestro trabajo hemos utilizado la alternativa que da AASHTO de las correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción k en función al CBR (si CBR ≤ 10%, K = 2,55 + 52,5 x log (CBR), de lo contrario K = 46 + 9,08 x [log (CBR)] ^ 4,34). Como el CBR que usaremos es de 19%, nuestro valor K será de 72.396 Mpa/m.

El valor de K va aumentar debido a la presencia de una subbase granular, por lo cual nos guiaremos de la tabla de AASHTO. Se ha considerado un espesor de subbase granular de 150 mm, estando este valor entre los límites del espesor de una subbase granular según el Instituto del Cemento Portland Argentino. Usando la interpolación obtendremos un valor K = 80,875.

Tabla 9: Valores de K

Table with 2 main sections: 'Capa granular no tratada' and 'Capa estabilizada con cementante hidráulico'. Each section has columns for 'K subrasante' (MPa/m, pci) and thicknesses (10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm).

Fuente: AASHTO, 1993

[Signature] 70498387

[Signature] 71029853

[Signature] Ing. Juan Carlos VASCO Zeballos INGENIERO CIVIL CUP # 1988

**Drenaje (Cd)**

El drenaje es un factor importante en el comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil. Se puede evaluar mediante el coeficiente de drenaje el cual depende de la calidad del drenaje y la exposición a la saturación.

Tabla 10: Calidad de drenaje

Calidad de drenaje	50% de saturación	85% de saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Mediano	1 semana	5 a 10 horas
Malo	1 mes	Más de 10 horas
Muy malo	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

Tabla 11: Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd

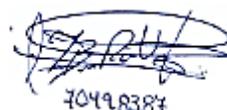
Calidad de drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Mediano	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Malo	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy malo	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

Ya que el pavimento está expuesto a niveles de humedad mayores al 25%, entonces el valor Cd será de 1.00, por lo que el drenaje es de buena calidad.

**Confiabilidad (R) y desviación estándar (So)**

La confiabilidad es la probabilidad de que el sistema de pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil de una forma adecuada. El rango típico sugerido por AASHTO está entre  $0.30 < So < 0.40$ . Asumiremos un valor de  $So = 0.35$ , esto según recomendación del Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos. Esta puede relacionarse con un Factor de Seguridad y se asocia a la

  
70498387  
71029853  
Ing. Juan José VÁSQUEZ Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 1028



desviación estándar ( $S_o$ ). Según la tabla hemos obtenido el valor de confiabilidad ( $R = 80\%$ ) y una desviación estándar normal ( $Z_r = -0.842$ )

Tabla 12: Valores recomendados de nivel de confiabilidad ( $R$ ) y desviación estándar normal ( $Z_r$ ) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico

Tipo de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados		Nivel de confiabilidad ( $R$ )	Desviación estándar normal ( $Z_r$ )
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp <sub>0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	Tp <sub>1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	Tp <sub>2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	Tp <sub>3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	Tp <sub>4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de caminos	Tp <sub>5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	Tp <sub>6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	Tp <sub>7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	Tp <sub>8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	Tp <sub>9</sub>	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	Tp <sub>10</sub>	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	Tp <sub>11</sub>	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	Tp <sub>12</sub>	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	Tp <sub>13</sub>	20,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	Tp <sub>14</sub>	20,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	Tp <sub>15</sub>		> 30,000,000	95%	-1.645

Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

Con estos valores podremos realizar el diseño de pavimento rígido correspondiente:

  
70498384

  
71029853

  
Ing. Juan José Velásquez Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. 1922



**METODO AASHTO**  
**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO**

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{18}}{(D + 25.4)^{4.75}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left[ \frac{M_i C_{dr} (0.0007^{P_i} + 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.0007^{P_i} - \frac{7.38}{(E_c M_i)^{0.25}} \right)} \right]$$

En donde:

- $W_{18}$  = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas<sup>2</sup>, a lo largo del período de diseño.
- $Z_r$  = Desviación normal estándar
- $S_o$  = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- $D$  = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- $\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- $P_i$  = Índice de serviciabilidad o servicio final
- $M_i$  = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (mercado de carga en los tercios de la luz)
- $C_{dr}$  = Coeficiente de drenaje
- $J$  = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- $k$  = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Juan Bruce Víctor Zaldívar  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.R. 41928

**1. REQUISITOS DE DISEÑO**

**1.1. TRANSITO**

- PERIODO DE DISEÑO (años)
- NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)

20 años
5.509 x 10 <sup>6</sup>

**1.2. SERVICIABILIDAD**

- SERVICIABILIDAD INICIAL (P<sub>o</sub>)
- SERVICIABILIDAD FINAL (P<sub>t</sub>)

4.5
2.0

**1.3. CONFIANZA**

- FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
- STANDARD NORMAL (Z<sub>r</sub>)
- OVERALL STANDARD DEVIATION (S<sub>o</sub>)

80 %
-0.842
0.35

*[Handwritten Signature]*  
 41009853

**2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

**3. CONCRETO**

- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (F<sub>c</sub>)
- MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (E)
- MODULO DE ROTURA (S<sub>c</sub>)
- TRANSFERENCIA DE CARGA (J)
- COEFICIENTE DE DRENAJE (C<sub>d</sub>)
  - SUELO
- CBR SUBRASANTE
- CBR SUB BASE
- MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (K)
- MODULO DE REACCION DE LA SUB BASE (K<sub>b</sub>)
- MODULO DE REACCION COMBINADO (K<sub>c</sub>)

210	kg/cm <sup>2</sup>	-	Psi
219018.12	kg/cm <sup>2</sup>	-	Psi
37.46	kg/cm <sup>2</sup>	-	Psi
3.2			
1.0			
19	%		
-	%		
72.396	Mpa/m	-	Pci
-	Mpa/m	-	Pci
80.879	Mpa/m	-	Pci

*[Handwritten Signature]*  
 40498387

**4. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA** (Verificar Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

D (pulg)	G <sub>1</sub>
142.90 mm (5.626")	

N18 Nominal	N18 Calculo
5.71	5.710

**5. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

- ESPESOR DE SUB BASE (D<sub>d</sub>)
- ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D)

5.906	in	15.00	cm
5.906	in	15.00	cm



Figura 2: Estructura del pavimento rígido



Fuente: Propia

### Modulación de las losas de concreto

El tamaño de las losas determinara la disposición de las juntas transversales y longitudinales. Para nuestro proyecto se tendrá un ancho de carril de **2.5 m**, y considerando que según la norma la longitud de losa no debe ser mayor a 1.25 veces el ancho de losa y que no debe ser mayor a 4.5m, entonces la longitud de losa será **3.10 m**.

### Diseño de barras de amarre

Son Barras de acero colocadas en las juntas longitudinales, para evitar el desplazamiento lateral de las losas. Las barras deben ser corrugadas, con un límite de fluencia mínimo de  $f_s=280$  MPa. El área de acero de anclaje requerida por pie de longitud de la junta se obtiene con la expresión:

$$A_s = W * \frac{b * f_a}{f_s} = \left( \frac{12.5 * 5.9 * 8.2 * 1.5}{42000} \right) = 0.022 \frac{\text{pulg}^2}{\text{pie de junta}}$$

Donde:

- W = peso del pavimento (lb/pie<sup>2</sup>) (12.5\*espesor de la losa en pulgadas)
- b = distancia entre la junta en estudio y la siguiente junta libre o el borde del pavimento (pies)
- $f_a$  = Coeficiente de fricción (1.5)
- $f_s$  = Esfuerzo admisible en el acero (psi)

### Espaciamiento entre varillas

El espaciamiento centro a centro entre varillas de anclaje se determina mediante la expresión:

70498384

71029853

Ing. Johan Briceo Villan Zabala  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. 01028



$$S = A * \frac{12}{As} = 0.2 * \frac{12}{0.022} = 109.09 \text{ pulg}$$

Donde:

A = Área de la sección transversal de la varilla escogida. Generalmente se usan varillas de 3/8" y 1/2".

As = Área de acero requerida por pie de junta

#### Longitud de la varillas de anclaje

Debe ser por lo menos el doble de la requerida para desarrollar una resistencia adherente igual al esfuerzo de trabajo en el acero (se recomienda que la longitud así calculada se incremente en 2 pulgadas)

$$L = \left( 2 * f_s * \frac{A}{350P} \right) + 2 = \left( 2 * 42000 * \frac{0.2}{350 * 1.571} \right) + 2 = 32.55 \text{ pulg}$$

Donde:

L=Longitud de la varilla, en pulgadas

P= Perímetro de la varilla, pulgadas

Para nuestro proyecto consideramos el manual de carreteras. Sabiendo que el espesor de la losa es de 150 mm, se usaran barras de amarre de 1/2", con una longitud de 66 cm y una separación entre barras de 76 cm.

Tabla 13: Diámetros y longitudes recomendadas en barras de amarre

Espesor de losa (mm)	Tamaño de varilla (cm) Diam. X Long.	Distancia de la junta al extremo libre	
		3.00 m	3.60 m
150	1.27 x 66	@ 76 cm	@ 76 cm
160	1.27 x 69	@ 76 cm	@ 76 cm
170	1.27 x 70	@ 76 cm	@ 76 cm
180	1.27 x 71	@ 76 cm	@ 76 cm
190	1.27 x 74	@ 76 cm	@ 76 cm
200	1.27 x 76	@ 76 cm	@ 76 cm
210	1.27 x 78	@ 76 cm	@ 76 cm
220	1.27 x 79	@ 76 cm	@ 76 cm
230	1.59 x 76	@ 91 cm	@ 91 cm
240	1.59 x 79	@ 91 cm	@ 91 cm

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

Ing. Johan Bruce Víctor Zeballos  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 61928

70498387

71029853



### Diseño de pasadores

Los pasadores son barras de acero colocadas en las juntas transversales para absorber los esfuerzos de las cargas vehiculares. Se pueden obviar en pavimentos con losas cortas y tráfico liviano, y deben ser barras lisas con límite de fluencia mínimo de 280 MPa. Debe evitarse su adherencia con el concreto. Para nuestro proyecto, usaremos un pasador de 1/2" por el tipo de tráfico, pero sabiendo que el espesor de losa es 150 mm, usaremos la siguiente tabla donde tendremos una longitud de 410 mm, y una separación entre barras de 300 mm.

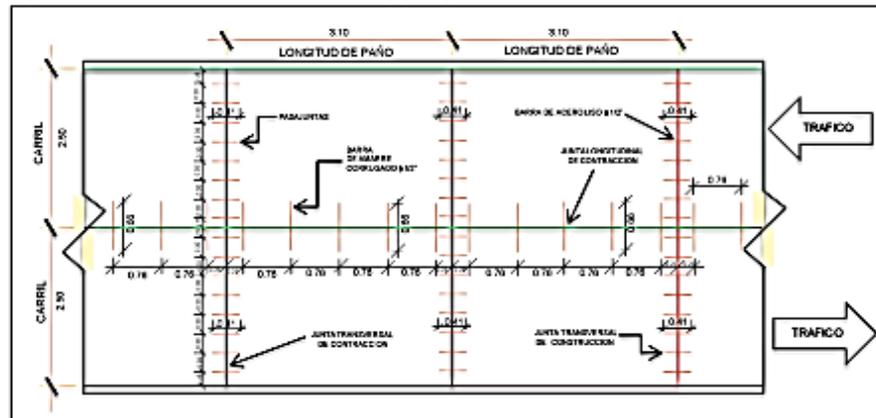
Tabla N° 04: Diámetros y longitudes recomendadas en pasadores

Rango de espesor de losa (mm)	Diámetro mm	Pulg.	Longitud del pasador o dowells (mm)	Separación entre pasadores (mm)
150 – 200	25	1"	410	300
200 – 300	32	1 1/4"	460	300
300 – 430	38	1 1/2"	510	380

Fuente: Manual de Carreteras: Sección suelos y Pavimentos R.D. N°10 - 2014 - MTC/14

### Finalmente se tendrá la siguiente distribución:

Figura 3: Distribución de barras de amarre y pasajuntas en la losa de concreto de 15 cm



Fuente: Propia

70498387

71029853

Ing. Juan Carlos Vela Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. # 11282

## Análisis estadísticos de resultados SPSS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

[OFFICIAL]

### Análisis estadísticos de resultados SPSS

#### De la Hipótesis Específica 1:

##### **1. Planteamiento de normalidad**

Ho: Los datos de la variable x (diseño de pavimento rígido) tienen normalidad

H1: Los datos de la variable x (diseño de pavimento rígido) no tienen normalidad

##### **2. Nivel de significancia:**

$\alpha = 5\%$  (0.05)

##### **3. Elección de la prueba estadística:**

Ya que la muestra:  $n \leq 50$ , entonces usamos Shapiro-Wilk.

Tabla 1: Prueba de normalidad diseño de pavimento rígido

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
%_de_adicion_de_AGR	,192	4	.	,971	4	,850
Diseño_de_pavimento_rigido	,441	4	.	,630	4	,001

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

##### **4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq 0.05$ ", entonces se rechaza la hipótesis nula.

$\therefore$  p-valor = 0.01, por consiguiente se admite la hipótesis alterna (H1)

##### **5. Conclusión:**

Sabiendo que la variable Diseño de pavimento rígido no tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%, se usará la correlación de Spearman.

**Ahora calcularemos el grado de asociación por coeficiente de Correlación "r" de Spearman:**

  
70498387

  
7029853

  
Ing. Johan Briceo Vallejo Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 10232



**1. Planteamiento del problema:**

Ho: Datos de la variable x no están relacionados (El diseño de pavimento rígido no está relacionado con el % de adición de AGR)

H1: Datos de la variable x guardan relación (El diseño de pavimento rígido si está relacionado con el % de adición de AGR)

**2. Nivel de significancia:**

$\alpha = 5\%$  (0.05)

**3. Elección de prueba estadística:**

Tabla 2: Prueba de correlaciones diseño de pavimento rígido

Rho de Spearman		%_de_adicion_de_AGR	Diseño_de_pavimento_rigido
%_de_adicion_de_AGR	Coefficiente de correlación	1,000	,775
	Sig. (bilateral)	.	,225
	N	4	4
Diseño_de_pavimento_rigido	Coefficiente de correlación	,775	1,000
	Sig. (bilateral)	,225	.
	N	4	4

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

**4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq$  0.05", entonces se rechaza la hipótesis nula.

$\therefore$  p-valor = 0.225, por consiguiente se acepta la hipótesis nula (Ho)

**5. Conclusión:**

Existe evidencia estadística significativa para decir que las variables de diseño de pavimento rígido y el agregado grueso reciclado no tienen una correlación de manera directa, además de ser alto y tener un coeficiente positivo ( $r = 0.775$ ).

**De la Hipótesis Específica 2:**

**1. Planteamiento de normalidad**

Ho: Los datos de la variable x (PUS, PUC, absorción, % humedad y P.E.) tienen normalidad

  
70498384

  
71029853

  
Ing. Johan Briceo Villalobos Zeballos  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P.A. # 1928



H1: Los datos de la variable x (PUS, PUC, absorción, % humedad y P.E.) no tienen normalidad

**2. Nivel de significancia:**

$\alpha = 5\%$  (0.05)

**3. Elección de la prueba estadística:**

Ya que la muestra:  $n \leq 50$ , entonces usamos Shapiro-Wilk.

Tabla 03: Prueba de normalidad PUS, PUC, absorción, % humedad y P.E.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de adición de AGR	,192	4	.	,971	4	,850
P.U.S	,400	4	.	,707	4	,014
P.U.C	,344	4	.	,769	4	,057
Absorción	,441	4	.	,630	4	,595
% humedad	,376	4	.	,768	4	,056
P.E	,341	4	.	,812	4	,125

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

**4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq 0.05$ ", entonces se rechaza la hipótesis nula.

- ∴ p-valor = 0.014, por consiguiente se acepta la hipótesis alterna (H1)
- ∴ p-valor = 0.057, por consiguiente se acepta la hipótesis nula (Ho)
- ∴ p-valor = 0.595, por consiguiente se admite la hipótesis nula (Ho)
- ∴ p-valor = 0.056, por consiguiente se admite la hipótesis nula (Ho)
- ∴ p-valor = 0.125, por consiguiente se admite la hipótesis nula (Ho)

**5. Conclusión:**

Sabiendo que la variable PUS no tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%, se usará la correlación de Spearman. En los demás casos (PUC, absorción, % humedad y P.E.), sabiendo que tienen una normalidad con un nivel de significancia de 5%, se usará la correlación de Pearson.

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Johan Bruce Valdez Zeballo  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. # 1828



**Ahora calcularemos el grado de asociación por coeficiente de Correlación "r" para la variable PUS:**

**1. Planteamiento del problema:**

H<sub>0</sub>: Datos de la variable x no están relacionados (El PUS no está relacionado con el % de adición de AGR)

H<sub>1</sub>: Datos de la variable x guardan relación (El PUS si está relacionado con el % de adición de AGR)

**2. Nivel de significancia:**

$\alpha = 5\%$  (0.05)

**3. Elección de prueba estadística:**

Tabla 4: Prueba de correlaciones PUS

Rho de Spearman	%_de_adicion_de_AGR	PUS
%_de_adicion_de_AGR	Coefficiente de correlación n	1,000
	Sig. (bilateral)	-1,000**
	N	4
PUS	Coefficiente de correlación n	-1,000**
	Sig. (bilateral)	1,000
	N	4

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

**4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq$  0.05", entonces se rechaza la hipótesis nula.

$\therefore$  p-valor = 0.01, por consiguiente se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>)

**5. Conclusión:**

Existe evidencia estadística significativa para decir que la variable PUS y el agregado grueso reciclado tienen una correlación de manera directa, además de ser muy alto y tener un coeficiente negativo ( $r = -1.000$ ).

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Juan Briceo Viquez Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 81928



**Ahora calcularemos el grado de asociación por coeficiente de Correlación "r" para las variables PUC, absorción, % humedad y P.E:**

**1. Planteamiento del problema:**

Ho: Datos de la variable x no están relacionados (El PUC, absorción, % humedad y P.E., no están relacionados con el % de adición de AGR)

H1: Datos de la variable x guardan relación (El PUC, absorción, % humedad y P.E., están relacionados con el % de adición de AGR)

**2. Nivel de significancia:**

$\alpha = 5\%$  (0.05)

**3. Elección de prueba estadística:**

Tabla 5: Prueba de correlaciones PUC, absorción, % humedad y P.E.

r de Pearson		%_de_adicion_de_AGR
	Correlación de Pearson	1
%_de_adicion_de_AGR	Sig. (bilateral)	
	N	4
	Correlación de Pearson	-.944
PUC	Sig. (bilateral)	.056
	N	4
	Correlación de Pearson	.969
Absorción	Sig. (bilateral)	.031
	N	4
	Correlación de Pearson	-.570
%_humedad	Sig. (bilateral)	.430
	N	4
	Correlación de Pearson	-.958
P.E	Sig. (bilateral)	.042
	N	4

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

**4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq 0.05$ ", entonces se rechaza la hipótesis nula.

  
70498387

  
71029853

  
Ing. Juan Briceo Vázquez Zeballos  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. # 1922



- ∴ p-valor = 0.056, por consiguiente se acepta la hipótesis nula (H1)
- ∴ p-valor = 0.031, por consiguiente se acepta la hipótesis alterna (H1)
- ∴ p-valor = 0.430, por consiguiente se acepta la hipótesis nula (H1)
- ∴ p-valor = 0.042, por consiguiente se acepta la hipótesis alterna (H1)

### 5. Conclusión:

Existe evidencia estadística significativa para decir que las variables las variables PUC y % humedad, con el agregado grueso reciclado no tienen una correlación de manera directa, además de ser muy alto y moderado, respectivamente, y tener un coeficiente de (PUC:  $r = -0.944$ ) y (% humedad:  $r = -0.570$ ), y las variables Absorción y P.E., con el agregado grueso reciclado si tienen una correlación de manera directa, además de ser ambos muy altos y tener un coeficiente de (Absorción:  $r = 0.969$ ) y (P.E.:  $r = -0.958$ ).

### De la Hipótesis Específica 3:

#### 1. Planteamiento de normalidad

H<sub>0</sub>: Los datos de la variable x (resistencia a compresión) tienen normalidad

H<sub>1</sub>: Los datos de la variable x (resistencia a compresión) no tienen normalidad

#### 2. Nivel de significancia:

$\alpha = 5\%$  (0.05)

#### 3. Elección de la prueba estadística:

Ya que la muestra:  $n \leq 50$ , entonces usamos Shapiro-Wilk.

Tabla 1: Prueba de normalidad diseño de pavimento rígido

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de adición de AGR	,192	4	.	,971	4	,850
Resistencia a compresion	,326	4	.	,886	4	,365

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

  
70498384

  
71029853

  
Ing. Johan Braci Valdez Zelaño  
INGENIERO CIVIL  
C.U.P. # 1922



**4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq$  0.05", entonces se rechaza la hipótesis nula.

$\therefore$  p-valor = 0.365, por consiguiente se admite la hipótesis nula ( $H_0$ )

**5. Conclusión:**

Sabiendo que la variable Diseño de pavimento rígido tiene normalidad con un nivel de significancia de 5%, se usara la correlación de Pearson.

**Ahora calcularemos el grado de asociación por coeficiente de Correlación "r" de Pearson:**

**1. Planteamiento del problema:**

$H_0$ : Datos de la variable x no están relacionados (La resistencia a compresión no está relacionado con el % de adición de AGR)

$H_1$ : Datos de la variable x guardan relación (La resistencia a compresión si está relacionado con el % de adición de AGR)

**2. Nivel de significancia:**

$\alpha$  = 5% (0.05)

**3. Elección de prueba estadística:**

Tabla 2: Prueba de correlaciones diseño de pavimento rígido

	r de Pearson	% de adición de AGR	Resistencia a compresion
% de adición de AGR	Coefficiente de correlación	1,000	-.851
	Sig. (bilateral)	.	,149
	N	4	4
Resistencia a compresion	Coefficiente de correlación	-.851	1,000
	Sig. (bilateral)	,149	.
	N	4	4

Fuente: IBM SPSS Statistics Visor

70498387

71029853

Ing. Juan Carlos VILLAN VALLEJO  
INGENIERO CIVIL  
CLP 41928



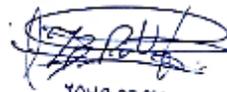
**4. Regla de decisión:**

Si "p-valor  $\leq$  0.05", entonces se rechaza la hipótesis nula.

$\therefore$  p-valor = 0.149, por consiguiente se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ )

**5. Conclusión:**

Existe evidencia estadística significativa para decir que las variables de resistencia a la compresión y el agregado grueso reciclado no tienen una correlación de manera directa, además de ser alto y tener un coeficiente negativo ( $r = -0.851$ ).



70498384



71029853



Ing. John Briceo Vázquez Zúñiga  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 81928

## ANEXO 8: Certificados de laboratorio de los ensayos

### Análisis Granulométrico [Agregado Fino]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe

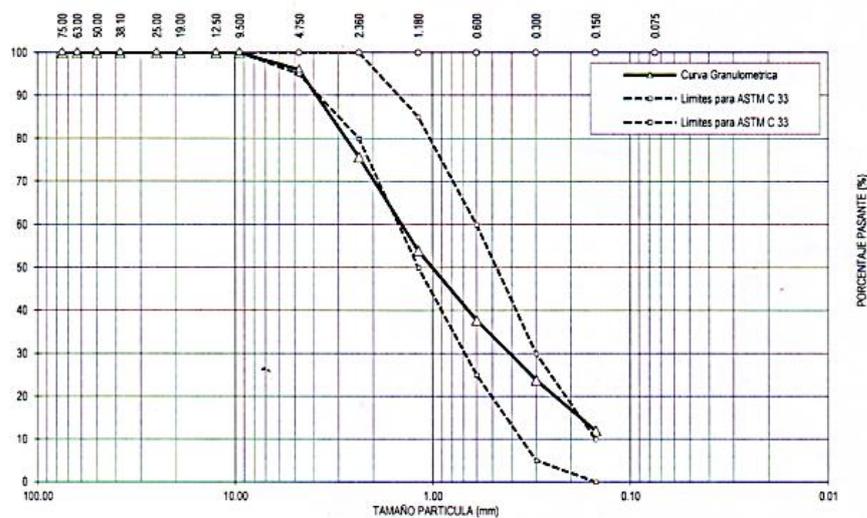


#### ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS ASTM C136

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.1.1-2022	
<b>SOLICITANTE</b>	RDNY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.1
<b>Fecha Informe:</b>	2022-08-18	ID cliente:	-
<b>Muestreado por:</b>	Nataly F. Salazar D.-R Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	Presentación: Sacos (04)	
<b>Identificación:</b>	Agregado Fino	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción: 13/08/2022	
<b>Masa Muestra Seca (g)</b>	935.22		

Designación Alternativa tamiz	Designación estándar (mm)	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33	
3 in.	75.00	-	-	-	-	100.0	-	
2 1/2 in.	63.00	-	-	-	-	100.0	-	
2 in.	50.00	-	-	-	-	100.0	-	
1 1/2 in.	38.10	-	-	-	-	100.0	-	
1 in.	25.00	-	-	-	-	100.0	-	
3/4 in.	19.00	-	-	-	-	100.0	-	
1/2 in.	12.50	-	-	-	-	100.0	-	
3/8 in.	9.500	-	-	-	-	100.0	100	
No. 4	4.750	37.3	4.0	4.0	4.0	96.0	95-100	
No. 8	2.360	189.9	20.3	24.3	24.3	75.7	80-100	
No. 16	1.180	203.7	21.8	46.1	42.1	53.9	50-85	
No. 30	0.600	151.2	16.2	62.2	37.9	37.8	25-60	
No. 50	0.300	130.1	13.9	76.1	30.1	23.9	5-30	
No. 100	0.150	110.9	11.9	88.0	25.8	12.0	0-10	
No. 200	0.075	59.8	6.4	94.4	18.3	5.6	-	
		94.40		300.72		100.00	MODULO FINEZA	3.01

#### ANALISIS GRANULOMETRICO



#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
 ROSSANA NELLY QUISEP VALENZIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Análisis Granulométrico [Agregado Grueso]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS ASTM C136

**PROYECTO** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IÉ No. 211.2.1-2022

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.2

**Fecha Informe:** 2022-08-18 ID cliente: -

**Muestreado por:** Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V. Cantera: Chasqui Soy Presentación: Sacos (04)

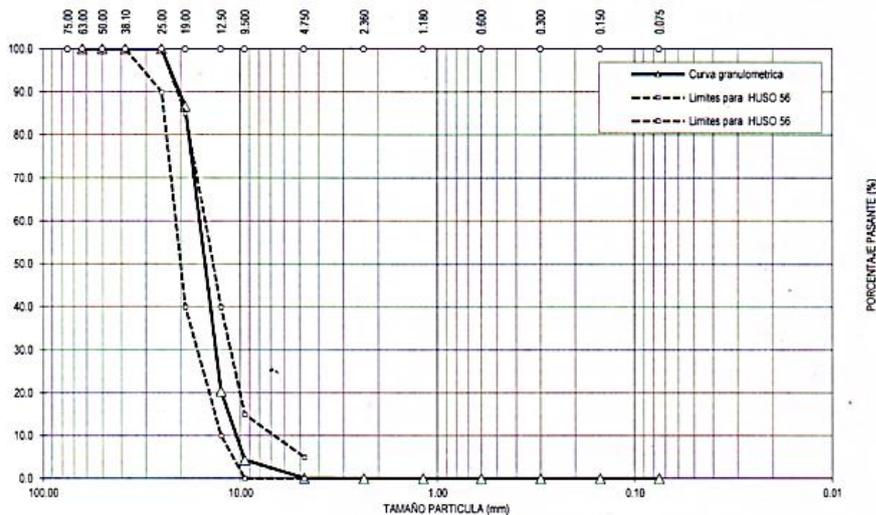
**Fecha de muestreo:** 2022-08-13 Cantidad: Aprox. 40 kg

**Identificación:** Agregado Grueso Fecha de recepción: 2022-08-13

**Masa Muestra Total (g)** 10422.0

Designación Alternativa tam <sub>z</sub>	Designación estándar (mm)	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33
3 in.	75.00	-	-	-	-	100.0	-
2 1/2 in.	63.00	-	-	-	-	100.0	-
2 in.	50.00	-	-	-	-	100.0	-
1 1/2 in.	38.10	-	-	-	-	100.0	100
1 in.	25.00	-	-	-	-	100.0	90-100
3/4 in.	19.00	1390.0	13.3	13.3	13.3	86.7	40-85
1/2 in.	12.50	6902.0	66.2	79.6	79.6	20.4	10-40
3/8 in.	9.500	1680.0	16.1	95.7	82.3	4.3	0-15
No. 4	4.750	436.0	4.2	99.9	20.3	0.1	0-5
No. 8	2.360	14.0	0.1	100.0	4.3	0.0	-
No. 16	1.180	-	-	100.0	-	0.0	-
No. 30	0.600	-	-	100.0	-	0.0	HUSO 56
No. 50	0.300	-	-	100.0	-	0.0	1 in. @ 3/8 in.
No. 100	0.150	-	-	100.0	-	0.0	-
No. 200	0.075	-	-	-	-	0.0	-
						<b>MODULO FINEZA</b>	-

#### ANALISIS GRANULOMETRICO



**OBSERVACIONES**

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
 ROSSANA NELLY QUIJSTE VALENCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

# Análisis Granulométrico [Agregado Grueso + AGR (20%)]

UIC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS ASTM C136

PROYECTO: TES S: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGÓ, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

UBICACIÓN: MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IE No. 211.2.1-2022

SOLICITANTE: RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.2

Fecha Informe: 2022-08-18 ID cliente: -

Muestreado por: Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V. Presentación: Sacos (04)

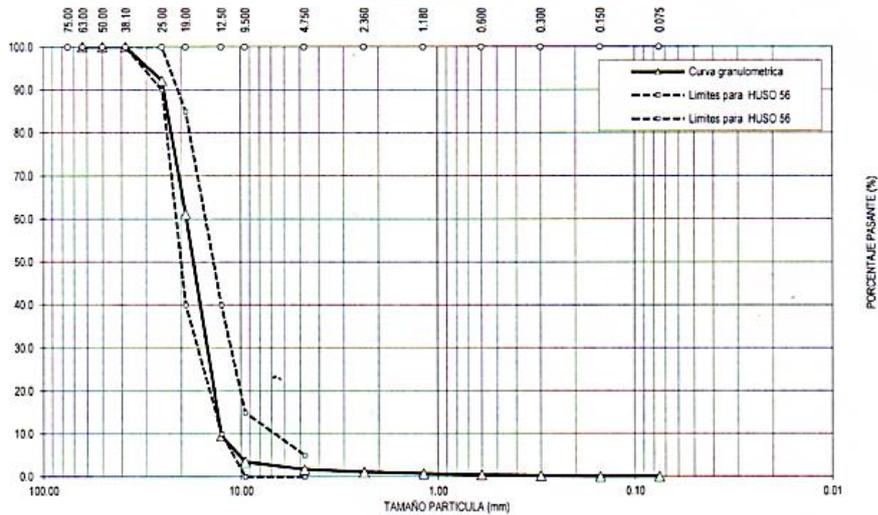
Fecha de muestreo: 2022-08-13 Cantidad: Aprox. 40 kg

Identificación: Agregado Grueso Fecha de recepción: 2022-08-13

Masa Muestra Total (g) 14953.0

Designación Alternativa tamiz	Designación estándar (mm)	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33
3 in.	75.00	-	-	-	-	100.0	-
2 1/2 in.	63.00	-	-	-	-	100.0	-
2 in.	50.00	-	-	-	-	100.0	-
1 1/2 in.	38.10	-	-	-	-	100.0	100
1 in.	25.00	1176.0	7.9	7.9	7.9	92.1	90-100
3/4 in.	19.00	4625.0	30.9	38.8	38.8	61.2	40-85
1/2 in.	12.50	7725.0	51.7	90.5	82.6	9.5	10-40
3/8 in.	9.500	911.0	6.1	96.5	57.8	3.5	0-15
No. 4	4.750	266.0	1.8	98.3	7.9	1.7	0-5
No. 8	2.360	89.0	0.6	98.9	2.4	1.1	-
No. 16	1.180	56.0	0.4	99.3	1.0	0.7	-
No. 30	0.600	50.0	0.3	99.6	0.7	0.4	HUSO 56
No. 50	0.300	32.0	0.2	99.8	0.5	0.2	1 in. @ 3/8 in.
No. 100	0.150	22.0	0.1	100.0	0.4	0.0	-
No. 200	0.075	1.0	0.0	100.00	0.2	0.0	-
<b>MODULO FINEZA</b>							-

### ANALISIS GRANULOMETRICO



**OBSERVACIONES**

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
 ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

# Análisis Granulométrico [Agregado Grueso + AGR (30%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio – Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS ASTM C136

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IE No. 211.2.1-2022

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.2

**Fecha Informe:** 2022-08-18 ID cliente: -

**Muestreado por:** Nataly F. Salazar D.-ñ Rony O. Bustamante V. Presentación: Sacos (04)

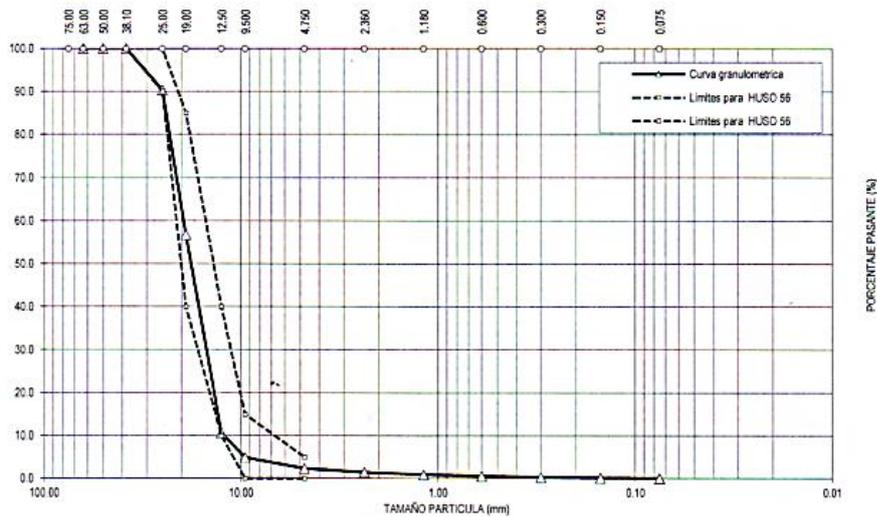
**Fecha de muestreo:** 2022-08-13 Cantidad: Aprox. 40 kg

**Identificación:** Agregado Grueso Fecha de recepción: 2022-08-13

**Masa Muestra Total (g):** 14847.0

Designación Alternativa tamiz	Designación estándar (mm)	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33
3 in.	75.00	-	-	-	-	100.0	-
2 1/2 in.	63.00	-	-	-	-	100.0	-
2 in.	50.00	-	-	-	-	100.0	-
1 1/2 in.	38.10	-	-	-	-	100.0	100
1 in.	25.00	1427.0	9.6	9.6	9.6	90.4	90-100
3/4 in.	19.00	4980.0	33.5	43.2	43.2	56.8	40-85
1/2 in.	12.50	6856.0	46.2	89.3	79.7	10.7	10-40
3/8 in.	9.500	859.0	5.8	95.1	52.0	4.9	0-15
No. 4	4.750	382.0	2.6	97.7	8.4	2.3	0-5
No. 8	2.360	130.0	0.9	98.6	3.4	1.4	-
No. 16	1.180	78.0	0.5	99.1	1.4	0.9	-
No. 30	0.600	55.0	0.4	99.5	0.9	0.5	HUSO 56
No. 50	0.300	42.0	0.3	99.7	0.7	0.3	1 in. @ 3/8 in.
No. 100	0.150	23.0	0.2	99.9	0.4	0.1	-
No. 200	0.075	15.0	0.1	100.00	0.3	0.0	-
						MODULO FINEZA	-

ANALISIS GRANULOMETRICO



**OBSERVACIONES**  
 El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
**ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

# Análisis Granulométrico [Agregado Grueso + AGR (40%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



## ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS ASTM C136

**PROYECTO** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IE No. 211.2-1-2022

**SOLICITANTE** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIDLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.2

**Fecha Informe:** 2022-08-18 ID cliente: -

**Muestreado por:** Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V. Presentación: Sacos (04)

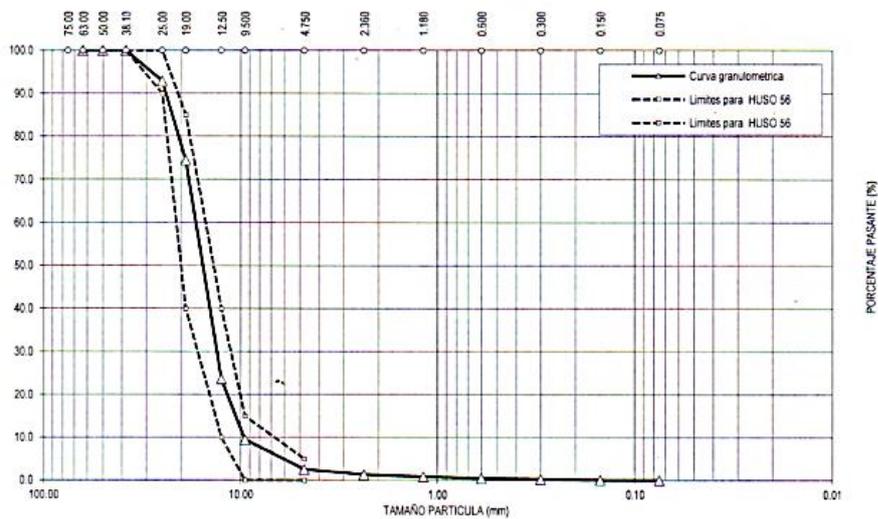
**Fecha de muestreo:** 2022-08-13 Cantidad: Aprox. 40 kg

**Identificación:** Agregado Grueso Fecha de recepción: 2022-08-13

Masa Muestra Total (g) 14960.0

Designación Alternativa tamiz	Designación estándar (mm)	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33
3 in.	75.00	-	-	-	-	100.0	-
2 1/2 in.	63.00	-	-	-	-	100.0	-
2 in.	50.00	-	-	-	-	100.0	-
1 1/2 in.	38.10	-	-	-	-	100.0	100
1 in.	25.00	1065.0	7.1	7.1	7.1	92.9	90-100
3/4 in.	19.00	2744.0	18.3	25.5	25.5	74.5	40-85
1/2 in.	12.50	7612.0	50.9	76.3	69.2	23.7	10-40
3/8 in.	9.500	2116.0	14.1	90.5	65.0	9.5	0-15
No. 4	4.750	1046.0	7.0	97.5	21.1	2.5	0-5
No. 8	2.360	180.0	1.2	98.7	8.2	1.3	-
No. 16	1.180	70.0	0.5	99.2	1.7	0.8	-
No. 30	0.600	55.0	0.4	99.5	0.8	0.5	HUSO 56
No. 50	0.300	42.0	0.3	99.8	0.6	0.2	1 in. @ 3/8 in.
No. 100	0.150	24.0	0.2	100.0	0.4	0.0	-
No. 200	0.075	6.0	0.0	100.00	0.2	0.0	-
<b>MODULO FINEZA</b>							-

### ANALISIS GRANULOMETRICO



**OBSERVACIONES**  
 El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS DE INGENIERIA  
 ROSSANA NELLY QUISEP VALENZIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

# Análisis Granulométrico [AGR (100%)]

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L3 Lte34 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
 Tel.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS ASTM C136

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO PUEBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo 18 No. 211.2.1-2022

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.2

**Fecha Informe:** 2022-08-18 ID cliente: -

**Muestreado por:** Nataly F. Salazar D.- Rony O. Bustamante V. Centro: Chacul Suy Presentación: Secos (34)

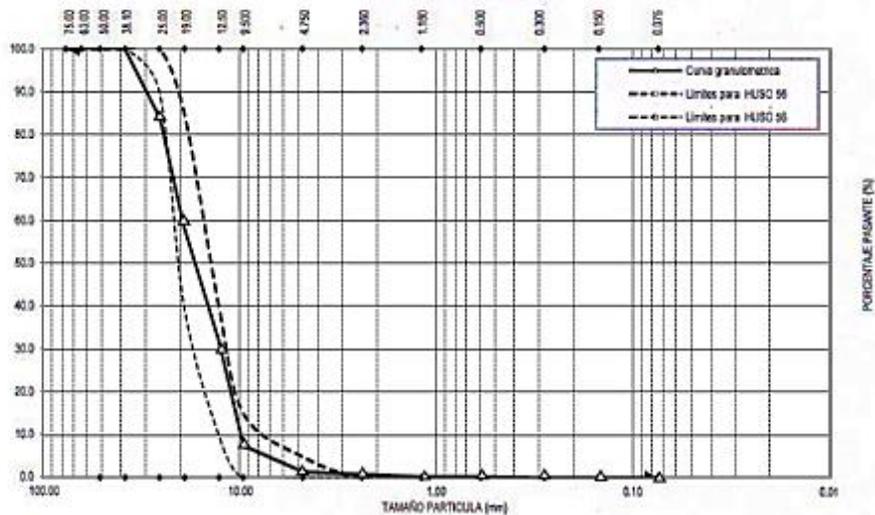
**Fecha de muestreo:** 2022-08-13 Cantidad: Aprox. 40 kg

**Identificación:** Agregado Grueso Fecha de recepción: 2022-08-13

**Masa Muestra Total (g):** 14065.0

Designación Alternativa tamiz	Designación estándar tamiz	MASA RET. (g)	% RETENIDO	% ACUMULADO	% ACUM. DOS TAMICES CONSECUTIVOS	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33
3 in.	75.00	-	-	-	-	100.0	-
2 1/2 in.	63.00	-	-	-	-	100.0	-
2 in.	50.00	-	-	-	-	100.0	-
1 1/2 in.	38.10	-	-	-	-	100.0	100
1 in.	25.00	2485.0	16.2	16.2	16.2	83.8	90-100
3/4 in.	19.00	3709.0	25.5	41.4	41.4	58.6	40-85
1/2 in.	12.50	3841.0	26.3	67.7	51.4	32.3	10-40
3/8 in.	9.500	3698.0	24.7	92.3	50.9	7.7	0-15
No. 4	4.750	958.0	6.4	98.7	31.0	1.3	0-5
No. 8	2.360	85.0	0.6	99.3	6.9	0.7	-
No. 16	1.180	78.0	0.5	99.8	1.1	0.2	-
No. 30	0.600	12.0	0.1	99.9	0.6	0.1	HUSO 56
No. 50	0.300	12.0	0.1	99.9	0.2	0.1	1 in. @ 3/8 in.
No. 100	0.150	6.0	0.0	100.0	0.1	0.0	-
No. 200	0.075	2.0	0.0	100.00	0.1	0.0	-
<b>MÓDULO FINEZA</b>							-

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



**OBSERVACIONES**  
 El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS TECNOLÓGICOS  
 ROSANA NELLY QUISPE VALENTA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Gravedad Específica y Absorción [Agregado Fino]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO FINO ASTM C128

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IE No. 211.1.2-2022

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIDLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.1

**Fecha Informe:** 2022-08-18 ID cliente: -

---

**Muestreado por:** Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V. Cantera: Chasqui Soy Presentación: Sacos (04)

**Fecha de muestreo:** 13/08/2022 Cantidad: Aprox. 40 kg

**Identificación:** Agregado Fino Fecha de recepción: 13/08/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada secada en el horno (g)	485.78
Masa Matraz + agua (g)	697.14
Masa Matraz + agua + muestra (g)	1003.21
Masa de la muestra saturado y superficialmente seca (g)	500.00
Seca (Gsb) gr/cm3	2.50
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm3)	2.58
Aparente (Gsa) (g/cm3)	2.70

ABSORCION	
N° Tara	-
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	500.00
Masa material seco (g)	485.78
% Absorción	2.9

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS TECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Gravedad Específica y Absorción [Agregado Grueso]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127

PROYECTO:	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	ID LAB:	211.2
SOLICITANTE:	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID cliente:	-
Fecha Informa:	2022-08-18	Presentación:	Sacos (04)
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-R Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Cantidad:	Aprox. 40 kg
Identificación:	Agregado Grueso	Fecha de recepción:	13/08/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3757
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3832
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	2344
Seca (Gsb) gr/cm <sup>3</sup>	2.52
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm <sup>3</sup> )	2.58
Aparente (Gsa) (g/cm <sup>3</sup> )	2.66

ABSORCION	
N° Tara	-
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	3832
Masa material seco (g)	3757
% Absorción	2.0

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUIRPE VALENTIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Gravedad Específica y Absorción [Agregado Grueso + AGR (20%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127

PROYECTO:	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2 2-2022	
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-R Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Presentación:	Sacos (D4)
Identificación:	Agregado Grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3718
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	3814
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	2168
Seca (Gsb) gr/cm3	2.26
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm3)	2.32
Aparente (Gsa) (g/cm3)	2.40

ABSORCION	
N° Tera	-
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	3814
Masa material seco (g)	3718
% Absorción	2.6

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS DE INGENIERIA  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Gravedad Específica y Absorción [Agregado Grueso + AGR (30%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 0537992196 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127

PROYECTO: TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECIKLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

UBICACIÓN: MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IE No. 211.2.2-2022

SOLICITANTE: RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.2

Fecha Informe: 2022-08-18 ID cliente: -

Muestreado por: Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V. Cantera: Chasqui Soy Presentación: Sacos [04]

Fecha de muestreo: 13/08/2022 Cantidad: Aprox. 40 kg

Identificación: Agregado Grueso Fecha de recepción: 13/08/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3863
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	4000
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	2243
Seca (Gsb) gr/cm3	2.20
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm3)	2.28
Aparente (Gsa) (g/cm3)	2.38

ABSORCION	
N° Tara	-
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	4000
Masa material seco (g)	3863
% Absorción	3.5

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTÉCNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENZIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Gravedad Específica y Absorción [Agregado Grueso + AGR (40%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127

PROYECTO:	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO REDICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.2-2022	
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-Romy O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Presentación:	Sacos (U4)
Identificación:	Agregado Grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3922
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	4072
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	2255
Seca (Gsb) gr/cm <sup>3</sup>	2.16
Saturada y superficialmente seca (SS) (g/cm <sup>3</sup> )	2.24
Aparente (Gs <sub>a</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )	2.35

ABSORCION	
N° Tara	-
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	4072
Masa material seco (g)	3922
% Absorción	3.8

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SCIENTIFICO GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Gravedad Específica y Absorción [AGR (100%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 0537991296 - Cel. Claro: 9537512399 - Movistar: 953641969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y LA ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO ASTM C127

PROYECTO:	TALLER DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO PUEBLO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022*		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo N° No. 211.2 2-2022	
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-Romy O. Bustamante V.	Cantera:	Chacul Soy
Fecha de muestreo:	18/06/2022	Presentación:	Sacos (SA)
Identificación:	Agregado Grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/06/2022

GRAVEDAD ESPECIFICA	
Masa de la muestra ensayada seca en el horno (g)	3890
Masa de la muestra saturada y superficialmente seca (g)	4060
Masa aparente en agua de la muestra saturada (g)	2106
Seca (Gsb) (g/cm <sup>3</sup> )	1.39
Saturada y superficialmente seca (Ss) (g/cm <sup>3</sup> )	2.08
Aparente (Gsa) (g/cm <sup>3</sup> )	2.16

ABSORCION	
N° Tora	-
Masa material saturado y superficialmente seco (g)	4060
Masa material seco (g)	3890
% Absorción	4.37

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS DE TÉCNICOS  
  
ROSSANA NELLY GONZÁLEZ VALENZIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145499

## Contenido de Humedad [Agregado Fino]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA Informe Ensayo IE No. 211.1.3-2022

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ ID LAB: 211.1

**Fecha Informe:** 2022-08-18 ID cliente: -

**Muestreado por:** Nataly F. Salazar D.-A Rony O. Bustamante V. Presentación: Sacos (04)

**Fecha de muestreo:** 13/08/2022 Cantidad: Aprox. 40 kg

**Identificación:** Agregado Fino Fecha de recepción: 13/08/2022

Recipiente N°	18
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	1101.40
Masa recipiente + suelo seco (g)	1078.24
Masa del recipiente (g)	143.11
Masa de agua (g)	23.16
Masa del suelo seco (g)	935.13
Humedad (%)	2.5

**OBSERVACIONES :**

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L**  
SERVICIOS GEOTÉCNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingeñeros N° 145498

## Contenido de Humedad [Agregado Grueso]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

<b>PROYECTO</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECIKLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.9-2022	
<b>SOLICITANTE</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
<b>Fecha Informa:</b>	2022-08-18	ID cliente:	-
<b>Muestreado por:</b>	Nataly F. Salazar D.-A Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	Presentación:	Sacos (04)
<b>Identificación:</b>	Agregado Grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

Recipiente N°	3
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	3305
Masa recipiente + suelo seco (g)	3283
Masa del recipiente (g)	145
Masa de agua (g)	22
Masa del suelo seco (g)	3138
Humedad (%)	0.7

#### OBSERVACIONES:

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
ROSSANA NELLY QUINPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Contenido de Humedad [Agregado Grueso + AGR (20%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

PROYECTO	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.3-2022	
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-R Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Presentación:	Sacos (04)
Identificación:	Agregado Grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

Recipiente N°	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	3290
Masa recipiente + suelo seco (g)	3267
Masa del recipiente (g)	145
Masa de agua (g)	23
Masa del suelo seco (g)	3122
Humedad (%)	0.7

#### OBSERVACIONES:

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Contenido de Humedad [Agregado Grueso + AGR (30%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

<b>PROYECTO</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.3-2022	
<b>SOLICITANTE</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
<b>Fecha Informe:</b>	2022-08-18	ID cliente:	-
<b>Muestreado por:</b>	Nately F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V.	<b>Cantera:</b>	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	<b>Presentación:</b>	Sacos (04)
<b>Identificación:</b>	Agregado Grueso	<b>Cantidad:</b>	Aprox. 40 kg
		<b>Fecha de recepción:</b>	13/08/2022

Recipiente N°	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	3156
Masa recipiente + suelo seco (g)	3132
Masa del recipiente (g)	145
Masa de agua (g)	24
Masa del suelo seco (g)	2987
Humedad (%)	0.8

#### OBSERVACIONES :

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Contenido de Humedad [Agregado Grueso + AGR (40%)]

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

<b>PROYECTO</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.9-2022	
<b>SOLICITANTE</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
<b>Fecha Informe:</b>	2022-08-18	ID cliente:	-
<b>Muestreado por:</b>	Nataly F. Salazar D.-Rony D. Bustamante V.	<b>Cantera:</b>	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	<b>Presentación:</b>	Sacos (04)
<b>Identificación:</b>	Agregado Grueso	<b>Cantidad:</b>	Aprox. 40 kg
		<b>Fecha de recepción:</b>	13/08/2022

Recipiente N°	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	3056
Masa recipiente + suelo seco (g)	3050
Masa del recipiente (g)	150
Masa de agua (g)	6
Masa del suelo seco (g)	2900
Humedad (%)	0.2

#### OBSERVACIONES :

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Contenido de Humedad [AGR (100%)]

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L3 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 0537992196 - Cel. Clara: 9537522199 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566

PROYECTO	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE VACANUSO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"		
UBICACION:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo (E No. 211.2.9-2022	
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D. A Rony O. Bustamante V.	Presentación:	Sacos (54)
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Cantidad:	Aprox. 40 kg
Identificación:	Agregado Grueso	Fecha de recepción:	13/08/2022

Recipiente N°	7
Masa recipiente + suelo húmedo (g)	3294
Masa recipiente + suelo seco (g)	3247
Masa del recipiente (g)	145
Masa de agua (g)	47
Masa del suelo seco (g)	3102
Humedad (%)	1.52

#### OBSERVACIONES:

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS BOTANICOS  
  
ROSANA NELLY QUINTE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Peso Unitario [Agregado Fino]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

PROYECTO	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No.	211.1.4-2022
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.1
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-R Rony O. Bustamante V.	Cartera:	Chasqui Soy
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Presentación:	Sacos (04)
Identificación:	Agregado Fino	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Paladas
Masa Molde + Muestra Seca (g)	19698
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	14033
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.515

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENTIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Peso Unitario [Agregado Grueso]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

PROYECTO	TES-S: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No.	211.2.4-2022
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestreado por:	Nataly F. Salazar D.-R Rony O. Bustamante V.	Presentación:	Sacos (04)
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Cantidad:	Aprox. 40 kg
Identificación:	Agregado Grueso	Fecha de recepción:	13/08/2022

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO COMPACTADO

Método	Varillado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	19732
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm3)	9260
Masa Muestra Seca (g)	14067
Peso Unitario (g/cm3)	1.519

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Paladas
Masa Molde + Muestra Seca (g)	18366
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm3)	9260
Masa Muestra Seca (g)	12701
Peso Unitario (g/cm3)	1.372

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio d. Ingenieros N° 145498

## Peso Unitario [Agregado Grueso + AGR (20%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio – Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

<b>PROYECTO</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO REOCLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.4-2022	
<b>SOLICITANTE</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
<b>Fecha informe:</b>	2022-08-18	ID cliente:	-
<b>Muestreado por:</b>	Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	Presentación:	Sacos (04)
<b>Identificación:</b>	Agregado Grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO COMPACTADO

Método	Varillado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	19230
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	13565
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.465

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Paladas
Masa Molde + Muestra Seca (g)	17690
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	12025
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.299

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Peso Unitario [Agregado Grueso + AGR (30%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

<b>PROYECTO</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	<b>Informe Ensayo IE No.:</b>	211.2.4-2022
<b>SOLICITANTE</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	<b>ID LAB:</b>	211.2
<b>Fecha Informe:</b>	2022-08-18	<b>ID cliente:</b>	-
<b>Muestreado por:</b>	Nataly F. Salazar D.-Rony O. Bustamante V.	<b>Cantera:</b>	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	<b>Presentación:</b>	Sacos (04)
<b>Identificación:</b>	Agregado Grueso	<b>Cantidad:</b>	Aprox. 40 kg
		<b>Fecha de recepción:</b>	13/08/2022

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO COMPACTADO

Método	Varillado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	19129
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	13464
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.454

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Paladas
Masa Molde + Muestra Seca (g)	17649
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	11984
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.294

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Peso Unitario [Agregado Grueso + AGR (40%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 • Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

<b>PROYECTO</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No. 211.2.4-2022	
<b>SOLICITANTE</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
<b>Fecha Informe:</b>	2022-08-18	ID cliente:	-
<b>Muestreado por:</b>	Nataly F. Salazar D.-R Romy O. Bustamante V.	<b>Cartera:</b>	Chasqui Soy
<b>Fecha de muestreo:</b>	13/08/2022	<b>Presentación:</b>	Sacos (04)
<b>Identificación:</b>	Agregado Grueso	<b>Cantidad:</b>	Aprox. 40 kg
		<b>Fecha de recepción:</b>	13/08/2022

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO COMPACTADO

Método	Varillado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	19114
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm3)	9260
Masa Muestra Seca (g)	13449
Peso Unitario (g/cm3)	1.452

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Paladas
Masa Molde + Muestra Seca (g)	17621
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm3)	9260
Masa Muestra Seca (g)	11956
Peso Unitario (g/cm3)	1.291

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Peso Unitario [AGR (100%)]

RUC: 20512878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO ASTM C29

PROYECTO	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO PUEBLADO DE YACANBO, DISTRITO DE TOMATA - MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	Informe Ensayo IE No.	211.2.4-2022
SOLICITANTE	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOJA SALAZAR DIAZ	ID LAB:	211.2
Fecha Informe:	2022-08-18	ID cliente:	-
Muestrado por:	Nataly F. Salazar D - Rony O. Bustamante V.	Cantera:	Chacra Soy
Fecha de muestreo:	13/08/2022	Presentación:	Seco (S)
Identificación:	Agregado grueso	Cantidad:	Aprox. 40 kg
		Fecha de recepción:	13/08/2022

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO COMPACTADO

Método	Resultado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	19002
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	13337
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.440

#### PESO UNITARIO BULK DEL AGREGADO SUELTO

Método	Resultado
Masa Molde + Muestra Seca (g)	17516
Masa Molde (g)	5665
Volumen Molde (cm <sup>3</sup> )	9260
Masa Muestra Seca (g)	11851
Peso Unitario (g/cm <sup>3</sup> )	1.280

#### OBSERVACIONES

El material fue proporcionado e identificado por el solicitante.

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS TECNOLÓGICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Diseño de Mezcla (AF + AG)

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"  
**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Informe Técnico IT No. 053.1-2022  
**Fecha Informe:** 2022-08-18

#### ESPECIFICACIONES

DATOS INICIALES DE LA MEZCLA		PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tipo de Cemento	IP	Procedencia	-	-
Gravedad específica (g/cm <sup>3</sup> )	2.8	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1372.0	1515.0
Slump Seleccionado (IN.)	3 in. a 4 in.	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1519.0	-
Tam. Max. Nominal Agreg. Grueso (IN.)	1 in.	Gravedad específica S.S.S.	2.575	2.578
Contenido de Aire Atrapado (%)	1.50	Absorción (%)	2.012	2.927
Relación Agua/Cemento	0.558	Humedad Natural (%)	0.700	2.480
Volumen Agregado Grueso	0.649	Modulo de Fineza	-	3.007

#### ADITIVOS

DOSIFICACION ADITIVOS	GRAVEDAD ESPECIFICA
-	-
-	-
-	-

Vol. Agregados:	0.63
Arena:	39 %
Grava:	61 %

Volumen a preparar:	0.005 m <sup>3</sup>
---------------------	----------------------

#### MATERIALES PARA 1m<sup>3</sup> CONCRETO

MATERIALES	G. ESP. kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	MASA SECA kg/m <sup>3</sup>	VOL.	MASA (kg) S.S.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	VOLUMEN SUELTO (m <sup>3</sup> )
Cemento 9.50 Bis	2800	-	-	390.68	0.1395	390.681	390.681	0.26045
Agua	1000	-	-	218.00	0.2180	256.302	233.764	0.23376
Arena	2578.25	2.480	2.927	630.43	0.2445	630.432	646.067	0.41613
Grava	2575.40	0.700	2.012	985.26	0.3830	986.255	993.159	0.71884
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-	-	1.5%	0.0150	-	-	-
TOTAL	-	-	-	-	1.0000	2263.67	2263.67	1.629

#### TANDA DE PRUEBA

TANDA DE PRUEBA	
Kg	Lt
1.953	-
1.169	-
3.230	-
4.966	-
-	-
-	-
-	-
0.000	-
11.318	-

#### DOSIFICACION PARA UNA BOLSA CEMENTO

COMPONENTES	EN PESO	POR BOLSA	EN VOLUMEN	Diámetro
Cemento	1.00	42.5 Kg	1 Bis 1 Balde	Altura
Agua	0.60	25.4 Kg	0.90 p <sup>3</sup> 1.42 balde 18 lt	Volumen
Arena	1.65	70.3 Kg	1.60 p <sup>3</sup> 2.52 balde 18 lt	PM+ concreto
Grava	2.54	108.0 Kg	2.76 p <sup>3</sup> 4.34 balde 18 lt	Masa molde
-	-	-	-	Masa concreto
-	-	-	-	PU Concreto
-	-	-	-	PU Concreto

Observaciones: Anexo: Informe de Ensayos IE No. 211.1 - Informe de Ensayos IE No. 211.2 (8 páginas)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Fin del Informe XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de SERGIO y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra recibida.  
 La fecha de ejecución de los ensayos se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

**SERGIO E.I.R.L**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
**ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla (AF + AG)**  
**a los 07 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lta14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
Email: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.1.1-2022

**Fecha Informe:** 31/08/2022 **Fecha recepción:** \_\_\_\_\_

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10633-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm2)	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 1	Verificación Diseño IT No.: 053.1	21	24/8/22	31/8/22	7	153.3	18457.6	304.2	16.5	T-5
P 2	Verificación Diseño IT No.: 053.1	21	24/8/22	31/8/22	7	153.2	18433.5	339.7	18.4	T-5

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm2 relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS TÉCNICOS  
  
 ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla (AF + AG)**  
**a los 14 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lta14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 053799296 - Cel: Claro 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.1.2-2022

**Fecha Informe:** 07/09/2022 **Fecha recepción:** .....

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10693-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C50

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaclado	Rotura						
P 3	Verificación Diseño IT No.: 053.1	21	24/8/22	7/9/22	14	153.4	18481.6	422.4	22.9	T-2
P 4	Verificación Diseño IT No.: 053.1	21	24/8/22	7/9/22	14	153.4	18481.6	459.5	24.9	T-5

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

  
**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS TECNOLÓGICOS  
 .....  
 KOSSANA NELLY QUISPE VALENTIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla (AF + AG) a los 28 días de curado

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ

Reporte de Ensayo N° 053.1.3-2022

**Fecha informe:** 21/09/2022 **Fecha recepción:** -

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA

- Vernier, con certificado de calibración CCP-0629-055-22 EUCROM

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 5	Verificación Diseño IT No.: 053.1	21	24/8/22	21/9/22	28	151.9	18122.0	520.2	28.7	T-2
P 6	Verificación Diseño IT No.: 053.1	21	24/8/22	21/9/22	28	153.5	18505.7	520.1	28.1	T-2

#### OBSERVACIONES

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

## Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (20%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

<b>PROYECTO:</b>	TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
<b>UBICACIÓN:</b>	YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		
<b>SOLICITANTE:</b>	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ	Informe Técnico IT No. 053.2-2022	
<b>Fecha Informe:</b>	2022-08-18		

#### ESPECIFICACIONES

DATOS INICIALES DE LA MEZCLA		PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tipo de Cemento	IP	Procedencia	-	-
Gravedad específica (g/cm <sup>3</sup> )	2.8	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1299.0	1515.0
Slump Seleccionado (IN.)	3 in. a 4 in.	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1465.0	-
Tam. Max. Nominal Agreg. Grueso (IN.)	1 in.	Gravedad específica S.S.S.	2.318	2.578
Contenido de Aire Atrapado (%)	1.50	Absorción (%)	2.582	2.927
Relación Agua/Cemento	0.558	Humedad Natural (%)	0.740	2.480
Volumen Agregado Grueso	0.649	Modulo de Fineza	-	3.007

#### ADITIVOS

DOSIFICACION ADITIVOS			GRAVEDAD ESPECIFICA
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Vol. Agregados:	0.63
Arena:	35 %
Grava:	65 %

Volumen a preparar:	0.005 m <sup>3</sup>
---------------------	----------------------

#### MATERIALES PARA 1m<sup>3</sup> CONCRETO

MATERIALES	G. ESP. kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	MASA SECA kg/m <sup>3</sup>	VOL.	MASA [Kg] S.S.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	VOLUMEN SUELTO [m <sup>3</sup> ]
Cemento 9.19 BIs	2800	-	-	390.68	0.1395	390.681	390.681	0.26045
Agua	1000	-	-	218.00	0.2180	258.949	238.028	0.23803
Arena	2578.25	2.480	2.927	559.80	0.2171	559.796	573.679	0.36950
Grava	2318.02	0.740	2.582	961.19	0.4103	951.194	958.233	0.73225
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-	-	1.5%	0.0150	-	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	1.0000	2160.62	2160.62	1.600

#### TANDA DE PRUEBA

TANDA DE PRUEBA	
Kg	Lt
1.953	-
1.190	-
2.868	-
4.791	-
-	-
-	-
-	-
0.000	-
10.803	-

#### DOSIFICACION PARA UNA BOLSA CEMENTO

COMPONENTES	EN PESO	POR BOLSA	EN VOLUMEN		Diámetro
Cemento	1.00	42.5 Kg	1 BIs	1 Balde	Altura
Agua	0.61	25.9 Kg	0.91 p <sup>3</sup>	1.43 balde 18 lt	Volumen
Arena	1.47	62.4 Kg	1.42 p <sup>3</sup>	2.23 balde 18 lt	PM+ concreto
Grava	2.45	104.2 Kg	2.81 p <sup>3</sup>	4.42 balde 18 lt	Masa molde
-	-	-	-	-	Masa concreto
-	-	-	-	-	PU Concreto
-	-	-	-	-	PU Concreto

20% reciclado

Observaciones: Anexo: Informe de Ensayos IE No. 211.1 - Informe de Ensayos IE No. 211.2 (8 páginas)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Fin del Informe XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de SERGEO y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra recibida.

La fecha de ejecución de los ensayos se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 S. DE INGENIEROS GEOTECNICOS  
 ROSRYA NELLY QUISPE VALENZIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (20%)]  
a los 07 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.2.1-2022

**Fecha Informe:** 01/09/2022 **Fecha recepción:** .

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10639-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 1	Verificación Diseño IT No.: 053.2	21	25/8/22	1/9/22	7	152.5	18265.4	311.5	17.1	T-5
P 2	Verificación Diseño IT No.: 053.2	21	25/8/22	1/9/22	7	149.3	17506.9	288.4	16.5	T-5

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTÉCNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (20%)]  
a los 14 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Ute14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 053752299 - Cel. Claro 953752299 - Movistar 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.2.2-2022

**Fecha Informe:** 8/9/22 **Fecha recepción:** -

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Útest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10693-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 3	Verificación Diseño IT No.: 053.2	21	25/8/22	8/9/22	14	152.0	18145.8	362.7	20.0	T-6
P 4	Verificación Diseño IT No.: 053.2	21	25/8/22	8/9/22	14	153.8	18578.2	329.8	17.8	T-2

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTÉCNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

## Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (20%)] a los 28 días de curado

RUC: 20519879959 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lote 14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
 Telf: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ

Reporte de Ensayo N° 053.2.3-2022

**Fecha informe:** 15/15/19

**Fecha recepción:**

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA

- Vemier, con certificado de calibración CCP-0629-055-22 ELICROM

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C50

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 5	Verificación Diseño IT No.: 053.2	21	25/8/22	22/9/22	28	151.6	18050.5	425.1	23.6	T-2
P 6	Verificación Diseño IT No.: 053.2	21	25/8/22	22/9/22	28	152.5	18265.4	438.2	24.0	T-6

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relación Agua Cemento A/C=0.40

## Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (30%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PROYECTO:	TES-5 "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		
SOLICITANTE:	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ		Informe Técnico IT No. 053.3-2022
Fecha Informe:	2022-08-18		

#### ESPECIFICACIONES

DATOS INICIALES DE LA MEZCLA		PROPIEDADES FÍSICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tipo de Cemento	IP	Procedencia	-	-
Gravedad específica (g/cm <sup>3</sup> )	2.8	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1294.0	1515.0
Slump Seleccionado (IN.)	3 in. a 4 in.	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1454.0	-
Tam. Max. Nominal Agreg. Grueso (IN.)	1 in.	Gravedad específica S.S.S.	2.277	2.578
Contenido de Aire Atrapado (%)	1.50	Absorción (%)	3.541	2.927
Relación Agua/Cemento	0.558	Humedad Natural (%)	0.800	2.480
Volumen Agregado Grueso	0.649	Modulo de Fineza	-	3.007

#### ADITIVOS

DOSIFICACION ADITIVOS			GRAVEDAD ESPECIFICA
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Vol. Agregados:	0.63
Arena:	34 %
Grava:	66 %

Volumen a preparar:	0.005 m <sup>3</sup>
---------------------	----------------------

#### MATERIALES PARA 1m<sup>3</sup> CONCRETO

MATERIALES	G. ESP. kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	MASA SECA kg/m <sup>3</sup>	VOL.	MASA [kg].S.S.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	VOLUMEN SUELTO (m <sup>3</sup> )
Cemento 9.19 Bts	2800	-	-	390.68	0.1395	390.681	390.681	0.26045
Agua	1000	-	-	218.00	0.2180	267.494	246.335	0.24633
Arena	2578.25	2.480	2.927	548.66	0.2128	548.657	562.263	0.36215
Grava	2276.64	0.800	3.541	944.05	0.4147	944.052	951.605	0.72956
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-	-	1.5%	0.0150	-	-	-
TOTAL	-	-	-	-	1.0000	2150.88	2150.88	1.598

#### TANDA DE PRUEBA

DOSIFICACION	
Kg	Lt
1.953	-
1.232	-
2.811	-
4.758	-
-	-
-	-
-	-
0.000	-
10.754	-

#### DOSIFICACION PARA UNA BOLSA CEMENTO

COMPONENTES	EN PESO	POR BOLSA	EN VOLUMEN		Diámetro
Cemento	1.00	42.5 Kg	1 Bts	1 Balde	Altura
Agua	0.63	26.8 Kg	0.95 p <sup>3</sup>	1.49 balde 18 lt	Volumen
Arena	1.44	61.2 Kg	1.39 p <sup>3</sup>	2.19 balde 18 lt	PM+ concreto
Grava	2.44	103.5 Kg	2.80 p <sup>3</sup>	4.40 balde 18 lt	Masa molde
-	-	-	-	-	Masa concreto
-	-	-	-	-	PU Concreto
-	-	-	-	-	PU Concreto

30% reciclado

Observaciones: Anexo: Informe de Ensayos IE No. 211.1 - Informe de Ensayos IE No. 211.2 (8 páginas)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Fin del Informe XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de SERGEO y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra recibida.  
 La fecha de ejecución de los ensayos se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
 ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (30%)]  
a los 07 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Tel: 0537992296 - Cel. Claro 9537522299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.3.1-2022

**Fecha informe:** 01/09/2022 **Fecha recepción:** -

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10633-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 1	Verificación Diseño IT No.: 053.3	21	25/8/22	1/9/22	7	153.0	18385.4	292.2	15.9	T-2
P 2	Verificación Diseño IT No.: 053.3	21	25/8/22	1/9/22	7	152.3	18217.5	300.8	16.5	T-2

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS GEOTÉCNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENZIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (30%)]  
a los 14 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 053799296 - Cel. Claro 953752299 - Movistar 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.3.2-2022

**Fecha Informe:** 08/09/2022 **Fecha recepción:** -

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10833-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm2)	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 3	Verificación Diseño IT No.: 053.3	21	25/8/22	8/9/22	14	153.2	18433.5	334.9	18.2	T-5
P 4	Verificación Diseño IT No.: 053.3	21	25/8/22	8/9/22	14	153.2	18433.5	341.6	18.5	T-5

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm2 relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (30%)]  
a los 28 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lta14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 0537992296 - Cel. Claro 993752299 - Movistar 993642969  
Email: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39 / C39M - 21**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.3.3-2022

**Fecha Informe:** 22/09/2022 **Fecha recepción:** -

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración CCP-0629-055-22 ELICROM

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm2)	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 3	Verificación Diseño IT No.: 053.3	21	25/8/22	22/9/22	28	153.4	18481.6	385.9	20.9	T-5
P 4	Verificación Diseño IT No.: 053.3	21	25/8/22	22/9/22	28	152.5	18265.4	411.1	22.5	T-2

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm2 relación Agua Cemento A/C=0.40

## Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (40%)]

RUC: 20519878969 – Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 – CP San Antonio - Moquegua  
 Telf.: 053799296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
 E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



### PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO ACI F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

PROYECTO:	TES-S: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RIGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA – MOQUEGUA 2022"		
UBICACIÓN:	YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		
SOLICITANTE:	RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ		Informe Técnico IT No. 053.4-2022
Fecha Informe:	2022-08-18		

#### ESPECIFICACIONES

DATOS INICIALES DE LA MEZCLA		PROPIEDADES FISICAS	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
Tipo de Cemento	IP	Procedencia	-	-
Gravedad específica (g/cm <sup>3</sup> )	2.8	Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1291.0	1515.0
Slump Seleccionado (IN.)	3 in. a 4 in.	Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1452.0	-
Tam. Max. Nominal Agreg. Grueso (IN.)	1 in.	Gravedad específica S.S.S.	2.241	2.578
Contenido de Aire Atrapado (%)	1.50	Absorción (%)	3.825	2.927
Relación Agua/Cemento	0.558	Humedad Natural (%)	0.210	2.480
Volumen Agregado Grueso	0.649	Modulo de Fineza	-	3.007
		Informe Ensayo IE No.	211.1-2022	211.2-2022

#### ADITIVOS

DOSIFICACION ADITIVOS		GRAVEDAD ESPECIFICA
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Vol. Agregados:	0.63
Arena:	33 %
Grava:	67 %

Volumen a preparar:	0.005 m <sup>3</sup>
---------------------	----------------------

#### MATERIALES PARA 1m<sup>3</sup> CONCRETO

MATERIALES	G. ESP. kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	MASA SECA kg/m <sup>3</sup>	VOL.	MASA (kg) S.S.	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	VOLUMEN SUELTO (m <sup>3</sup> )
Cemento 9.19 Bols	2800	-	-	390.68	0.1395	390.681	390.681	0.26045
Agua	1000	-	-	218.00	0.2180	269.668	254.465	0.25446
Arena	2578.25	2.480	2.927	533.19	0.2068	533.188	546.411	0.35194
Grava	2241.08	0.210	3.825	942.75	0.4207	942.754	944.733	0.73025
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aire	-	-	-	1.5%	0.0150	-	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	-	-	1.0000	2136.29	2136.29	1.597

#### TANDA DE PRUEBA

DOSIFICACION	
Kg	Lt
1.953	-
1.272	-
2.732	-
4.724	-
-	-
-	-
-	-
0.000	-
10.681	-

#### DOSIFICACION PARA UNA BOLSA CEMENTO

COMPONENTES	EN PESO	POR BOLSA	EN VOLUMEN		Diámetro	
Cemento	1.00	42.5 Kg	1 Bols	1 Balde	Altura	
Agua	0.65	27.7 Kg	0.98 p <sup>3</sup>	1.54 balde 18 lt	Volumen	
Arena	1.40	59.4 Kg	1.35 p <sup>3</sup>	2.12 balde 18 lt	PM+ concreto	
Grava	2.42	102.8 Kg	2.80 p <sup>3</sup>	4.40 balde 18 lt	Masa molde	
-	-	-	-	-	Masa concreto	
-	-	-	-	-	PU Concreto	
-	-	-	-	-	PU Concreto	

40% reciclado

Observaciones: Anexo: Informe de Ensayos IE No. 211.1 - Informe de Ensayos IE No. 211.2 (8 páginas)

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Fin del Informe XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de SERGEO y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra recibida.

La fecha de ejecución de los ensayos se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte del presente informe.

**SERGEO E.I.R.L.**  
 SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
**ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145493

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (40%)]  
a los 07 días de curado**

RUC: 20619878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lote 14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 0537992296 - Cel. Claro: 953752299 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39-18**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ

Reporte de Ensayo N° 053.4.1-2022

**Fecha informe:** 01/09/2022 **Fecha recepción:** -

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA

- Vernier, con certificado de calibración TC-10633-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 1	Verificación Diseño IT No.: 053.4	21	25/8/22	1/9/22	7	153.2	18433.5	322.9	17.5	T-2
P 2	Verificación Diseño IT No.: 053.4	21	25/8/22	1/9/22	7	152.3	18217.5	348.2	19.1	T-2

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L.**  
SERVICIOS MECANICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingeñeros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (40%)]  
a los 14 días de curado**

RUC: 20519878969 - Asoc. San Carlos Mza L1 Lte14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 053799296 - Cel. Claro 953752299 - Movistar 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39-18**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA 1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ Reporte de Ensayo N° 053.4.2-2022

**Fecha Informe:** 08/09/2022 **Fecha recepción:** \_\_\_\_\_

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA  
- Vernier, con certificado de calibración TC-10633-2021 TEST CONTROL

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 3	Verificación Diseño IT No.: 053.4	21	25/8/22	8/9/22	14	153.6	18529.9	396.9	21.4	T-2
P 4	Verificación Diseño IT No.: 053.4	21	25/8/22	8/9/22	14	152.6	18289.4	384.8	21.0	T-6

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relacion Agua Cemento A/C=0.40

**SERGEO E.I.R.L**  
SERVICIOS GEOTECNICOS  
  
ROSSANA NELLY QUISPE VALENCIA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 145498

**Resistencia a la Compresión del Diseño de Mezcla [AF + AG + AGR (40%)]  
a los 28 días de curado**

RUC: 20519878969 - Aloc: San Carlos Mza L1 Lte 14 Calle 7 - CP San Antonio - Moquegua  
Telf: 0537592295 - Cel. Claro: 9537522295 - Movistar: 953643969  
E-mail: laboratorio@sergeo.com.pe



**ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS ASTM C39-18**

**PROYECTO:** TESIS: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022"

**UBICACIÓN:** YACANGO - TORATA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

1 de 1

**SOLICITANTE:** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA - NATALY FABIOLA SALAZAR DIAZ

Reporte de Ensayo N° 053.4.3-2022

**Fecha informe:** 22/09/2022

**Fecha recepción:**

**Muestra:** Probetas cilíndricas de concreto 6" x 12"

**Equipo utilizado:** - Prensa Automatizada marca Utest, con certificado de calibración CMC-042-2022 CELDA

- Vernier, con certificado de calibración CCP-0529-055-22 ELICROM

**Sistema de cabeceo:** Almohadilla de Neopreno C60

CODIGO PROBETA	DESCRIPCION	DISEÑO MPA	FECHA		EDAD DIAS	DIAMETRO (mm)	AREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA (KN)	F'c MPA	Tipo de Fractura
			Vaciado	Rotura						
P 5	Verificación Diseño IT No.: 053.4	21	25/8/22	22/9/22	28	152.6	18289.4	451.9	24.7	T-6
P 6	Verificación Diseño IT No.: 053.4	21	25/8/22	22/9/22	28	153.6	18529.9	412.6	22.3	T-6

**OBSERVACIONES**

- Diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> relación Agua Cemento A/C=0.40

## ANEXO 9: Certificado de calibración del equipo



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-042-2022

Peticionario : SERGEO E.I.R.L.  
Atención : SERGEO E.I.R.L.  
Lugar de calibración : MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR MARISCAL NIETO - MOQUEGUA)  
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial electro-hidráulica Automática.  
Capacidad del equipo : 2000 kN  
Resolución : 0,01 kN  
Marca : UTEST  
Modelo : UTC-6231  
N° de serie del equipo : 18/003275 Código : PRC-1  
Tipo de indicación : Digital AC100  
Procedencia : Turquía  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24.0 °C / 29%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 24.0 °C / 29%  
Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2022-06-10

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-06-14		

CMC-042-2022

Página 1 de 2

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio (kN)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.1
5	100	99.639	99.070	99.977	99.562	0.4	0.1
10	200	200.394	200.421	200.720	200.512	-0.3	0.1
15	300	301.176	300.571	300.550	300.766	-0.3	0.1
20	400	401.584	400.356	400.538	400.826	-0.2	0.1
25	500	500.639	501.058	500.474	500.724	-0.1	0.1
30	600	600.851	600.869	600.703	600.808	-0.1	0.1
40	800	800.577	800.634	800.155	800.455	-0.1	0.1
50	1000	1002.792	1004.300	1004.648	1003.913	-0.4	0.1
60	1200	1205.757	1204.658	1206.534	1205.650	-0.5	0.1
80	1600	1604.685	1607.092	1607.744	1606.507	-0.4	0.1
100	2000	2007.594	2007.814	2008.321	2007.910	-0.4	0.1

**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  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CCP-0629-001-22

<b>Cliente:</b> <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
<b>Dirección:</b> <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
<b>Teléfono:</b> <i>Phone Number</i>	974 784 310	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
<b>Persona de Contacto:</b> <i>Contact Person</i>	Rossana Quispe	
<b>Objeto:</b> <i>Item</i>	BALANZA DE PRECISIÓN 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
<b>Marca:</b> <i>Manufacturer</i>	PATRICK'S	
<b>Modelo:</b> <i>Model</i>	ACS-708W	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
<b>No. de Serie<sup>(1)</sup>:</b> <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Identificación:</b> <i>Identification</i>	BE30KG-7	
<b>Ubicación del Objeto<sup>(1)</sup>:</b> <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Fecha de Recepción:</b> <i>Date of Receipt</i>	2022-06-22	
<b>Fecha de Calibración:</b> <i>Calibration Date</i>	2022-06-22	
<b>Próxima Fecha de Calibración:</b> <i>Due Date</i>	-	
<b>Técnico Responsable:</b> <i>Responsible Technician</i>	José Aparcana	

**Persona que Autoriza / Fecha de Emisión:** Ing. Savino Pineda / 2022-06-27  
*Person authorizing / Date of Issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, cu=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-06-27 18:04:42



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration

Número

Number

CCP-0629-001-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k$ , que para una distribución  $t$  (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor  $k$ , which for a  $t$  (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95,45%.*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	Nº Certificado Nº Certificate
ELP.PT.001	PESAS DE 20 kg	HAFNER	M2	VARIOS	2023-05-18	CCP-0065-034-22
ELP.PT.002	PESA DE 5 kg	HAFNER	M2	AEE	2023-05-18	CC-2537-011-22
ELP.PT.003	PESA DE 10 kg	HAFNER	M2	AEZ	2023-05-18	CCP-0065-036-22
ELP.PT.004	JUEGO DE PESAS (F1)	HAFNER	F1	9851015	2022-06-23	CC-2392-006-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.057	TERMOHIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECIFICA	2022-08-18	CCP-0731-008-21



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-001-22

### Calibración

Calibration

Unidad de Medida: <i>Unit of Measurement</i>	Kilogramos (kg)								
División de Escala Real (d): <i>Actual Scale Interval</i>	0.001 kg								
División de Escala de Verificación (e): <i>Verification Scale Interval</i>	0.001 kg								
Capacidad Máxima (Máx): <i>Maximum Capacity</i>	30 kg								
Capacidad Mínima (Min): <i>Minimum Capacity</i>	0.05 kg								
Clase de Exactitud: <i>Accuracy Class</i>	(II) Alta								
Coefficiente de Temperatura (KT): <i>Temperature Coefficient</i>	0,000010 / °C								
Lugar de Calibración <sup>(1)</sup> : <i>Calibration Site</i>	Laboratorio De Ensayos								
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación Directa Con Masas Patrón Certificadas								
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	Euramet Calibration Guide No. 18 - Version 4.0 (11/2015)								
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.01								
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	<table><tr><td>Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i></td><td>20,3 °C ± 0,1 °C</td></tr><tr><td>Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i></td><td>38,6 %hr ± 1,7 %hr</td></tr><tr><td>Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i></td><td>880 hPa ± 0 hPa</td></tr><tr><td>Densidad del Aire <i>Air Density</i></td><td>1,045 kg/m<sup>3</sup> ± 0,002 kg/m<sup>3</sup></td></tr></table>	Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i>	20,3 °C ± 0,1 °C	Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i>	38,6 %hr ± 1,7 %hr	Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i>	880 hPa ± 0 hPa	Densidad del Aire <i>Air Density</i>	1,045 kg/m <sup>3</sup> ± 0,002 kg/m <sup>3</sup>
Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i>	20,3 °C ± 0,1 °C								
Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i>	38,6 %hr ± 1,7 %hr								
Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i>	880 hPa ± 0 hPa								
Densidad del Aire <i>Air Density</i>	1,045 kg/m <sup>3</sup> ± 0,002 kg/m <sup>3</sup>								

### Observaciones

Observations

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

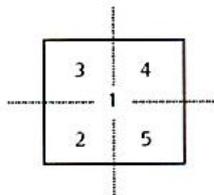


## Resultados de la Calibración

Calibration Results

### Ensayo de Excentricidad

Eccentricity Test



Carga de Prueba	Posición	Indicación Ítem	$\Delta$ lecc	Cumplimiento
Test Load	Position	Item Reading	$\Delta$ lecc	Compliance
kg	N°	kg	kg	
10	1	10,000		
	2	10,001	0,001	Cumple
	3	10,000	0,000	Cumple
	4	10,000	0,000	Cumple
	5	10,000	0,000	Cumple

E.M.P.	$\pm 0,002$	$ \Delta$ lecc máx	0,001
--------	-------------	--------------------	-------

$\Delta$ lecc Diferencia i-ésima para las diferentes posiciones  
i-th difference for different positions

$|\Delta$ lecc|máx Diferencia máxima  
Maximum difference

E.M.P. Error máximo permitido  
Maximum permissible error

### Ensayo de Repetibilidad

Repeatability Test

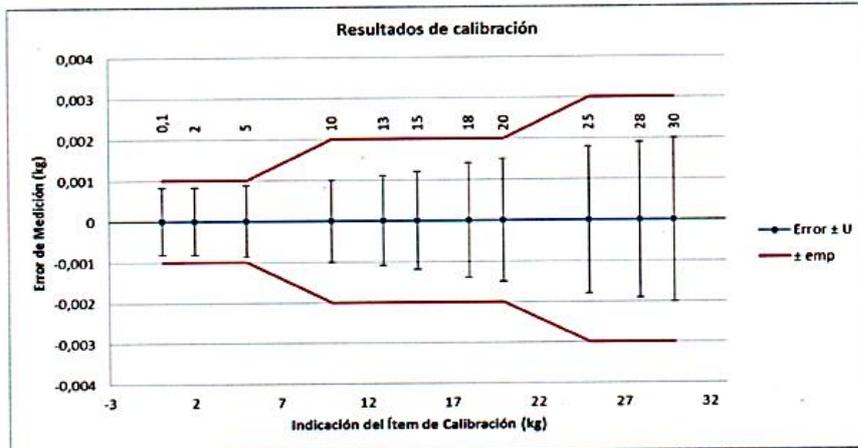
Cumplimiento	Carga de Prueba	Pesada	Indicación Ítem
Compliance	Test Load	Weighing	Item Reading
	kg	N°	kg
Cumple	20	1	20,001
		2	20,001
		3	20,001
		4	20,001
		5	20,001
Máx-Min			0,000
E.M.P.			$\pm 0,002$

Máx-Min Diferencia entre la indicación máxima y la mínima  
Difference between maximum and minimum indication

## Ensayo de Errores de Indicación

Test for errors of indication

Carga de Prueba Test Load	Indicación Ítem Item Reading	Valor Patrón Standard Value	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre (U) Uncertainty (U)	E.M.P. M.P.E.	Factor de Cobertura (k) Coverage factor	Cumplimiento Compliance
kg	kg	kg	kg	kg	kg		
0,05	0,050	0,05000	0,00000	0,00082	± 0,001	2,00	Cumple
0,1	0,100	0,10000	0,00000	0,00082	± 0,001	2,00	Cumple
2	2,000	2,00000	0,00000	0,00082	± 0,001	2,00	Cumple
5	5,000	5,00000	0,00000	0,00087	± 0,001	2,00	Cumple
10	10,000	10,00000	0,00000	0,0010	± 0,002	2,00	Cumple
13	13,000	13,00000	0,00000	0,0011	± 0,002	2,00	Cumple
15	15,000	15,00000	0,00000	0,0012	± 0,002	2,00	Cumple
18	18,000	18,00000	0,00000	0,0014	± 0,002	2,00	Cumple
20	20,000	20,00000	0,00000	0,0015	± 0,002	2,00	Cumple
25	25,000	25,00000	0,00000	0,0018	± 0,003	2,00	Cumple
28	28,000	28,00000	0,00000	0,0019	± 0,003	2,00	Cumple
30	30,000	30,00000	0,00000	0,0020	± 0,003	2,00	Cumple



Errores Máximos Permitidos Maximum Permissible Errors	
Para cargas de prueba, m: For test loads, m:	emp mpe
kg	kg
m ≤ 5	0,001
5 < m ≤ 20	0,002
m > 20	0,003



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



CERTIFICATE #4286-04

Número **CCP-0629-001-22**

Number

### Información sobre Declaración de Conformidad

Information about Statement of Conformity

Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp):  $(|e| + U) \leq emp$

Nota: El error máximo permitido (emp) está dado en el apartado 3.5 de la OIML R 76-1:2006 y se muestra en la tabla de resultados.

Declaración de Conformidad: De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

Decision Rule (Simple Acceptance): The calibration item is accepted as conforming to the specified requirement of mpe (maximum permissible error) if the sum of the absolute value of the measurement error with the expanded measurement uncertainty is less than or equal to the maximum permissible error (mpe):  $(|e| + U) \leq mpe$

Note: The maximum permissible error (mpe) is given in section 3.5 of OIML R 76-1:2006 and is shown in the results table.

Statement of Conformity: According to the results reported in this certificate, the calibration item MEETS the specified requirement of maximum permissible error (mpe).

### Característica de un rango de pesaje

Characteristic of the weighing range

Además de los errores de medición determinados para cada punto de calibración durante la prueba de pesajes, se muestra a continuación una función que permite estimar el error de medición aproximado para cualquier indicación R dentro de todo el intervalo de pesaje.

In addition to the measurement errors determined for test load during the weighing test, a function is shown below which allows estimation of the approximate error of indication for any indication R within the weighing range.

#### Error de Indicación $E_{aprox}(R)$ para lecturas brutas o netas:

Error of Indication  $E_{aprox}(R)$  for gross or net readings:

Aproximación por una línea recta que cruza por el cero: <i>Approximation by a straight line through zero:</i>	Incertidumbre típica del error de indicación aproximado $u(E_{aprox})$ : <i>Standard uncertainty of the approximate error of indication <math>u(E_{aprox})</math>:</i>
$E_{aprox}(R) = 0,000E+00 R$	$u(E_{aprox}) = 1,338E-05 R$

### Resultados de una pesada

Weighing result

El resultado de una pesada, es decir la lectura corregida aproximada del instrumento se obtiene a partir de:

The weighing result, that is, the approximate corrected reading of the instrument is obtained from:

$$R_{corregida} = R + 0,000E+00 R$$

Por su parte, la incertidumbre expandida del resultado de una pesada es:

On the other hand, the expanded uncertainty of a weighing result is:

En las mismas condiciones de la calibración <i>Under the same calibration conditions</i>	Rango <i>Range</i>	En condiciones diferentes a las de la calibración <i>Under conditions other than calibration</i>	Rango <i>Range</i>
$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,667E-07 \text{ kg}^2 + 1,790E-10 \text{ R}^2)}$	30 kg	$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,667E-07 \text{ kg}^2 + 2,374E-08 \text{ R}^2)}$	30 kg



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-001-22

### Notas

Notes

- La densidad del aire fue calculada con la ecuación CIPM-2007, versión exponencial simplificada.
- Las masas patrón empleadas cumplen con las especificaciones de la OIML R 111-1:2004.
- La prueba de pesajes se realizó situando las cargas en sentido creciente y retirándolas antes de pasar al siguiente punto.
- El valor del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- La incertidumbre expandida declarada en este certificado sólo es aplicable cuando se tiene en cuenta el Error de Medición.
- El término  $E_{\text{aprox}}(R)$  representa la aproximación del error para cualquier lectura  $R$  dada por el instrumento, por lo tanto para encontrar la lectura corregida de cualquier pesada, es recomendable aplicar la relación  $R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}}(R)$ , en donde  $R$  debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
- El término  $U(W^*)$  representan a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a las mismas condiciones en las que se efectuó la calibración, en donde  $R$  debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
- El término  $U(W)$  representa a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a condiciones diferentes a las de la calibración, en donde  $R$  debe reemplazarse por la lectura de la balanza. Esta ecuación ha considerado que:
  - a) No se puede hacer suposiciones acerca de la variación de la densidad del aire bajo condiciones diferentes a las de la calibración.
  - b) En ausencia de información acerca de la deriva del instrumento y de su histéresis, se ha asumido que el ítem bajo calibración fue aprobado de acuerdo a la OIML R 76-1:2006 antes de su comercialización. De igual forma, si el coeficiente de temperatura  $KT$  es desconocido, se asumirá el valor de  $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ .
  - c) El instrumento se encuentra en un taller abierto o sala de fabricación:
    - $10^\circ\text{C} \leq t \leq +30^\circ\text{C}$  o  $\Delta T \leq 40\text{ K}$

- The density of the air was calculated with the simplified exponential version of CIPM-2007 formula.
- The standard weights used comply with the specifications of OIML R 111-1:2004.
- The weighing test was carried out by placing the loads in an increasing direction and removing them before moving on to the next point.
- The standard value and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
- The expanded uncertainty stated in this certificate is only applicable when the Measurement Error is taken into account.
- The term  $E_{\text{aprox}}(R)$  represents the approximation of the error for any  $R$  reading given by the instrument, therefore to find the corrected reading of any weighing, it is advisable to apply the relation  $R_{\text{corrected}} = R - E_{\text{aprox}}(R)$ , where  $R$  must be replaced by the balance reading.
- The term  $U(W^*)$  represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under the same conditions in which the calibration was carried out, where  $R$  must be replaced by the balance reading.
- The term  $U(W)$  represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under conditions other than those of the calibration, where  $R$  must be replaced by the balance reading. This equation has considered that:
  - a) No assumptions can be made about the variation in air density under conditions other than those of calibration.
  - b) In the absence of information about the drift of the instrument and its hysteresis, it has been assumed that the item under calibration was type approved according to OIML R 76-1:2006 before its commercialization. Similarly, if the temperature coefficient  $KT$  is unknown, the value of  $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$  will be assumed.
  - c) The instrument is located in an open workshop or manufacturing room:
    - $10^\circ\text{C} \leq t \leq +30^\circ\text{C}$  o  $\Delta T \leq 40\text{ K}$



## Certificado de Calibración

*Certificate of Calibration*



Número

*Number*

**CCP-0629-001-22**

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

*Statement of Metrological Traceability*

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

*The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany) or other National Institutes of Metrology (INMs).*

**FO.PEC.01-03.03 Rev. 24**



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-007-22

Number

<b>Cliente:</b> <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
<b>Dirección:</b> <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
<b>Teléfono:</b> <i>Phone Number</i>	974 784 310	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
<b>Persona de Contacto:</b> <i>Contact Person</i>	Rossana Quispe	
<b>Objeto:</b> <i>Item</i>	BALANZA DE PRECISIÓN 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
<b>Marca:</b> <i>Manufacturer</i>	A&A INSTRUMENTS	
<b>Modelo<sup>(1)</sup>:</b> <i>Model</i>	NO ESPECIFICA	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
<b>No. de Serie<sup>(1)</sup>:</b> <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Identificación:</b> <i>Identification</i>	BE2KG-1	
<b>Ubicación del Objeto<sup>(1)</sup>:</b> <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Fecha de Recepción:</b> <i>Date of Receipt</i>	2022-06-22	
<b>Fecha de Calibración:</b> <i>Calibration Date</i>	2022-06-22	
<b>Próxima Fecha de Calibración:</b> <i>Due Date</i>	-	
<b>Técnico Responsable:</b> <i>Responsible Technician</i>	José Aparcana	

**Persona que Autoriza / Fecha de Emisión:** Ing. Savino Pineda / 2022-06-27  
*Person authorizing / Date of Issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-06-27 18:32:40



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-007-22

Number

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%.*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	Nº Certificado Nº Certificate
ELP.PT.150	JUEGO DE PESAS (F1)	ACCURATE	F1	8796	2022-09-18	CC-4196-010-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.057	TERMOHIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECIFICA	2022-08-18	CCP-0731-008-21



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-007-22

### Calibración

Calibration

Unidad de Medida: <i>Unit of Measurement</i>	Gramos (g)	
División de Escala Real (d): <i>Actual Scale Interval</i>	0.01 g	
División de Escala de Verificación (e): <i>Verification Scale Interval</i>	0.01 g	
Capacidad Máxima (Máx): <i>Maximum Capacity</i>	2000 g	
Capacidad Mínima (Min): <i>Minimum Capacity</i>	1 g	
Clase de Exactitud: <i>Accuracy Class</i>	(I) Especial	
Coefficiente de Temperatura (KT): <i>Temperature Coefficient</i>	0,000010 / °C	
Lugar de Calibración <sup>(1)</sup> : <i>Calibration Site</i>	Laboratorio De Ensayos	
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación Directa Con Masas Patrón Certificadas	
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	Euramet Calibration Guide No. 18 - Version 4.0 (11/2015)	
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.01	
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i>	20,2 °C ± 0,1 °C
	Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i>	38,7 %hr ± 0,9 %hr
	Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i>	876 hPa ± 2 hPa
	Densidad del Aire <i>Air Density</i>	1,040 kg/m <sup>3</sup> ± 0,002 kg/m <sup>3</sup>

### Observaciones

Observations

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

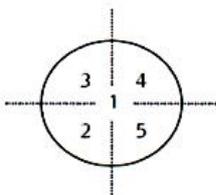


## Resultados de la Calibración

Calibration Results

### Ensayo de Excentricidad

Eccentricity Test



Carga de Prueba Test Load	Posición Position	Indicación Ítem Item Reading	$\Delta$ lecc $\Delta$ lecc	Cumplimiento Compliance
g	N°	g	g	
1000	1	1000,00		
	2	1000,00	0,00	Cumple
	3	1000,00	0,00	Cumple
	4	1000,01	0,01	Cumple
	5	1000,00	0,00	Cumple

E.M.P.	$\pm 0,02$	$ \Delta$ lecc máx	0,01
--------	------------	--------------------	------

$\Delta$ lecc Diferencia i-ésima para las diferentes posiciones  
*i-th difference for different positions*

$|\Delta$ lecc|máx Diferencia máxima  
*Maximum difference*

E.M.P. Error máximo permitido  
*Maximum permissible error*

### Ensayo de Repetibilidad

Repeatability Test

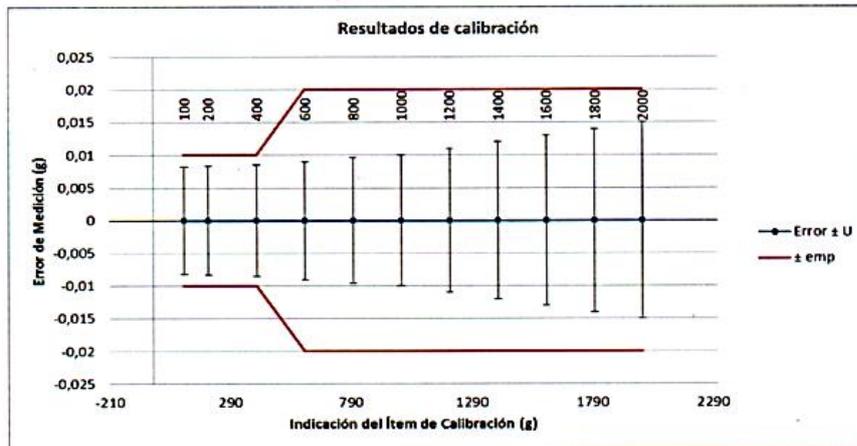
Cumplimiento Compliance	Carga de Prueba Test Load	Pesada Weighing	Indicación Ítem Item Reading
	g	N°	g
Cumple	2000	1	2000,00
		2	2000,00
		3	2000,00
		4	2000,00
		5	2000,00
		Máx-Min	0,00
		E.M.P.	$\pm 0,02$

Máx-Min Diferencia entre la indicación máxima y la mínima  
*Difference between maximum and minimum indication*

## Ensayo de Errores de Indicación

Test for errors of indication

Carga de Prueba Test Load	Indicación Ítem Item Reading	Valor Patrón Standard Value	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre (U) Uncertainty (U)	E.M.P. M.P.E.	Factor de Cobertura (k) Coverage factor	Cumplimiento Compliance
g	g	g	g	g	g		
1	1,00	1,0000	0,0000	0,0082	± 0,01	2,00	Cumple
100	100,00	100,0000	0,0000	0,0082	± 0,01	2,00	Cumple
200	200,00	200,0000	0,0000	0,0083	± 0,01	2,00	Cumple
400	400,00	400,0000	0,0000	0,0085	± 0,01	2,00	Cumple
600	600,00	600,0000	0,0000	0,0090	± 0,02	2,00	Cumple
800	800,00	800,0000	0,0000	0,0096	± 0,02	2,00	Cumple
1000	1000,00	1000,0000	0,0000	0,010	± 0,02	2,00	Cumple
1200	1200,00	1200,0000	0,0000	0,011	± 0,02	2,00	Cumple
1400	1400,00	1400,0000	0,0000	0,012	± 0,02	2,00	Cumple
1600	1600,00	1600,0000	0,0000	0,013	± 0,02	2,00	Cumple
1800	1800,00	1800,0000	0,0000	0,014	± 0,02	2,00	Cumple
2000	2000,00	2000,0000	0,0000	0,015	± 0,02	2,00	Cumple



Errores Máximos Permitidos Maximum Permissible Errors	
Para cargas de prueba, m: For test loads, m:	emp mpe
g	g
m ≤ 500	0,01
500 < m ≤ 2000	0,02
m > 2000	0,03



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-007-22

### Información sobre Declaración de Conformidad

Information about Statement of Conformity

**Regla de Decisión (Aceptación Simple):** El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp):  $(|e| + U) \leq emp$

**Nota:** El error máximo permitido (emp) está dado en el apartado 3.5 de la OIML R 76-1:2006 y se muestra en la tabla de resultados.

**Declaración de Conformidad:** De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

*Decision Rule (Simple Acceptance):* The calibration item is accepted as conforming to the specified requirement of mpe (maximum permissible error) if the sum of the absolute value of the measurement error with the expanded measurement uncertainty is less than or equal to the maximum permissible error (mpe):  $(|e| + U) \leq mpe$

*Note:* The maximum permissible error (mpe) is given in section 3.5 of OIML R 76-1:2006 and is shown in the results table.

*Statement of Conformity:* According to the results reported in this certificate, the calibration item MEETS the specified requirement of maximum permissible error (mpe).

### Característica de un rango de pesaje

Characteristic of the weighing range

Además de los errores de medición determinados para cada punto de calibración durante la prueba de pesajes, se muestra a continuación una función que permite estimar el error de medición aproximado para cualquier indicación R dentro de todo el intervalo de pesaje.

*In addition to the measurement errors determined for test load during the weighing test, a function is shown below which allows estimation of the approximate error of indication for any indication R within the weighing range.*

**Error de Indicación  $E_{aprox}(R)$  para lecturas brutas o netas:**

*Error of Indication  $E_{aprox}(R)$  for gross or net readings:*

Aproximación por una línea recta que cruza por el cero: <i>Approximation by a straight line through zero:</i>	Incertidumbre típica del error de indicación aproximado $u(E_{aprox})$ : <i>Standard uncertainty of the approximate error of indication <math>u(E_{aprox})</math>:</i>
$E_{aprox}(R) = 0,000E+00 R$	$u(E_{aprox}) = 1,588E-06 R$

### Resultados de una pesada

Weighing result

El resultado de una pesada, es decir la lectura corregida aproximada del instrumento se obtiene a partir de:

*The weighing result, that is, the approximate corrected reading of the instrument is obtained from:*

$$R_{corregida} = R + 0,000E+00 R$$

Por su parte, la incertidumbre expandida del resultado de una pesada es:

*On the other hand, the expanded uncertainty of a weighing result is:*

En las mismas condiciones de la calibración <i>Under the same calibration conditions</i>	Rango <i>Range</i>	En condiciones diferentes a las de la calibración <i>Under conditions other than calibration</i>	Rango <i>Range</i>
$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,667E-05 g^2 + 2,522E-12 R^2)}$	2000 g	$U(W) = 2 \cdot \sqrt{(1,667E-05 g^2 + 1,366E-08 R^2)}$	2000 g

### Notas

Notes

- La densidad del aire fue calculada con la ecuación CIPM-2007, versión exponencial simplificada.
  - Las masas patrón empleadas cumplen con las especificaciones de la OIML R 111-1:2004.
  - La prueba de pesajes se realizó situando las cargas en sentido creciente y retirándolas antes de pasar al siguiente punto.
  - El valor del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
  - La incertidumbre expandida declarada en este certificado sólo es aplicable cuando se tiene en cuenta el Error de Medición.
  - El término  $E_{\text{aprox}}(R)$  representa la aproximación del error para cualquier lectura  $R$  dada por el instrumento, por lo tanto para encontrar la lectura corregida de cualquier pesada, es recomendable aplicar la relación  $R_{\text{correctada}} = R - E_{\text{aprox}}(R)$ , en donde  $R$  debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
  - El término  $U(W^*)$  representan a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a las mismas condiciones en las que se efectuó la calibración, en donde  $R$  debe reemplazarse por la lectura de la balanza.
  - El término  $U(W)$  representa a la incertidumbre expandida para el resultado de cualquier pesada cuando se trabaja a condiciones diferentes a las de la calibración, en donde  $R$  debe reemplazarse por la lectura de la balanza. Esta ecuación ha considerado que:
    - a) No se puede hacer suposiciones acerca de la variación de la densidad del aire bajo condiciones diferentes a las de la calibración.
    - b) En ausencia de información acerca de la deriva del instrumento y de su histéresis, se ha asumido que el ítem bajo calibración fue aprobado de acuerdo a la OIML R 76-1:2006 antes de su comercialización. De igual forma, si el coeficiente de temperatura  $KT$  es desconocido, se asumirá el valor de  $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ .
    - c) El instrumento se encuentra en un taller abierto o sala de fabricación:
  - $10^\circ\text{C} \leq t \leq +30^\circ\text{C}$  o  $\Delta T \leq 40\text{ K}$
- 
- The density of the air was calculated with the simplified exponential version of CIPM-2007 formula.
  - The standard weights used comply with the specifications of OIML R 111-1:2004.
  - The weighing test was carried out by placing the loads in an increasing direction and removing them before moving on to the next point.
  - The standard value and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
  - The expanded uncertainty stated in this certificate is only applicable when the Measurement Error is taken into account.
  - The term  $E_{\text{aprox}}(R)$  represents the approximation of the error for any  $R$  reading given by the instrument, therefore to find the corrected reading of any weighing, it is advisable to apply the relation  $R_{\text{corrected}} = R - E_{\text{aprox}}(R)$ , where  $R$  must be replaced by the balance reading.
  - The term  $U(W^*)$  represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under the same conditions in which the calibration was carried out, where  $R$  must be replaced by the balance reading.
  - The term  $U(W)$  represents the expanded uncertainty for the result of any weighing when working under conditions other than those of the calibration, where  $R$  must be replaced by the balance reading. This equation has considered that:
    - a) No assumptions can be made about the variation in air density under conditions other than those of calibration.
    - b) In the absence of information about the drift of the instrument and its hysteresis, it has been assumed that the item under calibration was type approved according to OIML R 76-1:2006 before its commercialization. Similarly, if the temperature coefficient  $KT$  is unknown, the value of  $1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$  will be assumed.
    - c) The instrument is located in an open workshop or manufacturing room:
  - $10^\circ\text{C} \leq t \leq +30^\circ\text{C}$  o  $\Delta T \leq 40\text{ K}$



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

Number

CCP-0629-007-22

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany) or other National Institutes of Metrology (INMs).

FO.PEC.01-03.01 Rev. 24



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-014-22

**Cliente:**  
*Customer* SERGEO EIRL

**Dirección:**  
*Address* MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

**Teléfono:**  
*Phone Number* 974 784 310

**Persona de Contacto:**  
*Contact Person* Rossana Quispe

**Objeto:**  
*Item* TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL  


**Marca:**  
*Manufacturer* BOECO

**Modelo<sup>(1)</sup>:**  
*Model* NO ESPECIFICA

**No. de Serie<sup>(1)</sup>:**  
*Serial Number* NO ESPECIFICA

**Identificación:**  
*Identification* TER-1

**Ubicación del Objeto<sup>(1)</sup>:**  
*Item Location* NO ESPECIFICA

**Fecha de Recepción:**  
*Date of Receipt* 2022-06-22

**Fecha de Calibración:**  
*Calibration Date* 2022-06-22

**Próxima Fecha de Calibración:**  
*Due Date* -

**Técnico Responsable:**  
*Responsible Technician* José Aparcana

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

*This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)*

*In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.*

**Persona que Autoriza / Fecha de Emisión:** Ing. Savino Pineda / 2022-06-28  
*Person authorizing / Date of Issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-06-28 11:41:57



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-014-22

Number

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k, which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	Nº Certificado Nº Certificate
ELP.PT.005	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	376	180309063	2023-06-06	CC-3078-002-22
ELP.PT.074	BAÑO DE POZO SECO	DRUCK& TEMPERATUR	PYROS 140	P924 19	2022-11-03	CCP-1202-001-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.057	TERMOHIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECIFICA	2022-08-18	CCP-0731-008-21



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-014-22

### Calibración

Calibration

Unidad de Medida: °C  
Unit of Measurement

División de Escala: 0.1 °C  
Scale Interval

Intervalo de Medición<sup>(2)</sup>: (-50 a 200) °C  
Measurement Range

Lugar de Calibración: Laboratorio De Ensayos  
Calibration Site

Método de Calibración: Comparación Directa Con Termómetro Patrón Y Baño Controlado De Temperatura  
Calibration Method

Documento de Referencia: CEM TH-001:2019 (Edición Digital 2)  
Reference Document

Procedimiento de Calibración: PEC.EL.03  
Calibration Procedure

Condiciones Ambientales:  
Environmental Conditions

✓ Temperatura del Aire	20,2 °C ± 0,0 °C
Air Temperature	
Humedad Relativa del Aire	38,7 %hr ± 0,9 %hr
Air Relative Humidity	

### Observaciones

Observations

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

<sup>(2)</sup> Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

<sup>(2)</sup> Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania), CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany), CENAM (Centro Nacional de Metrología - Mexico) or other National Metrology Institutes (NMIs).



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

**CCP-0629-014-22**

### Resultados de la Calibración

Calibration Results

Valor de Prueba <i>Test Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre (U) <i>Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura (k) <i>Coverage factor</i>
°C	°C	°C	°C	°C	
10	10.2	10.01	0.19	0.35	2.00
20	20.1	20.00	0.10	0.39	2.01
30	30.2	30.01	0.19	0.43	2.01

### Nota

Note

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

FO.PEC.03-03 Rev. 16



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-016-22

Number

<b>Cliente:</b> <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
<b>Dirección:</b> <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
<b>Teléfono:</b> <i>Phone Number</i>	974 784 310	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
<b>Persona de Contacto:</b> <i>Contact Person</i>	Rossana Quispe	
<b>Objeto:</b> <i>Item</i>	CALENTADOR DE TANQUE 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
<b>Marca<sup>(1)</sup>:</b> <i>Manufacturer</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Modelo<sup>(1)</sup>:</b> <i>Model</i>	NO ESPECIFICA	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
<b>No. de Serie<sup>(1)</sup>:</b> <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Identificación:</b> <i>Identification</i>	CTC-4	
<b>Ubicación del Objeto<sup>(1)</sup>:</b> <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
<b>Fecha de Recepción:</b> <i>Date of Receipt</i>	2022-06-22	
<b>Fecha de Calibración:</b> <i>Calibration Date</i>	2022-06-22	
<b>Próxima Fecha de Calibración:</b> <i>Due Date</i>	-	
<b>Técnico Responsable:</b> <i>Responsible Technician</i>	José Aparcana	

**Persona que Autoriza / Fecha de Emisión:** Ing. Savino Pineda / 2022-06-28  
*Person authorizing / Date of Issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, cu=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-06-28 11:45:53



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

Number

CCP-0629-016-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k$ , que para una distribución  $t$  (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor  $k$ , which for a  $t$  (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	Nº Certificado Nº Certificate
ELP.PT.005	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	376	180309063	2023-06-06	CC-3078-002-22
ELP.PT.074	BAÑO DE POZO SECO	DRUCK& TEMPERATUR	PYROS 140	P924 19	2022-11-03	CCP-1202-001-21
ELP.PT.057	TERMOHIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECIFICA	2022-08-18	CCP-0731-008-21



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-016-22

### Calibración

Calibration

<b>Unidad de Medida:</b> <i>Unit of Measurement</i>	°C
<b>División de Escala:</b> <i>Scale Interval</i>	NO APLICA
<b>Intervalo de Medición:</b> <i>Measurement Range</i>	NO ESPECIFICA
<b>Marca (Sensor):</b> <i>Manufacturer (Sensor)</i>	BOECO
<b>Modelo (Sensor):</b> <i>Model (Sensor)</i>	NO ESPECIFICA
<b>Tipo (Sensor):</b> <i>Type (Sensor)</i>	PT100
<b>No. de Serie (Sensor):</b> <i>Serial Number (Sensor)</i>	NO ESPECIFICA
<b>Identificación<sup>(1)</sup> (Sensor):</b> <i>Identification (Sensor)</i>	TER-1
<b>División de Escala (Sensor):</b> <i>Scale Interval (Sensor)</i>	0,1 °C
<b>Intervalo de Medición<sup>(2)</sup> (Sensor):</b> <i>Measurement Range (Sensor)</i>	(-50 a 200) °C
<b>Lugar de Calibración:</b> <i>Calibration Site</i>	Laboratorio De Ensayos
<b>Método de Calibración:</b> <i>Calibration Method</i>	Comparación Directa Con Termómetro Patrón Y Baño Controlado De Temperatura
<b>Documento de Referencia:</b> <i>Reference Document</i>	CEM TH-001:2019 (Edición Digital 2)
<b>Procedimiento de Calibración:</b> <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.03
<b>Condiciones Ambientales:</b> <i>Environmental Conditions</i>	<b>Temperatura del Aire</b> 20,2 °C ± 0,0 °C <i>Air Temperature</i> <b>Humedad Relativa del Aire</b> 38,7 %hr ± 0,9 %hr <i>Air Relative Humidity</i>



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



ACCREDITED  
CERTIFICATE #4286.04

Número

CCP-0629-016-22

Number

### Observaciones

Observations

- <sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.  
<sup>(2)</sup> Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

<sup>(2)</sup> Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania), CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany), CENAM (Centro Nacional de Metrología - Mexico) or other National Metrology Institutes (NMIs).

### Resultados de la Calibración

Calibration Results

Valor de Prueba	Indicación Ítem	Indicación Patrón	Error de Medición (e)	Incertidumbre (U)	Factor de Cobertura (k)
Test Value	Item Reading	Standard Reading	Measurement Error (e)	Uncertainty (U)	Coverage factor
°C	°C	°C	°C	°C	
21	21,1	21,00	0,10	0,40	2,02
25	25,1	25,00	0,10	0,41	2,01

### Nota

Note

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

FO.PEC.03-03 Rev. 16

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0629-024-22



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: SERGEO EIRL  
 DIRECCIÓN: MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
 TELÉFONO: 974 784 310  
 PERSONA(S) DE CONTACTO: ROSSANA QUISPE

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

EQUIPO: HORNO DE SECADO TIPO: CONVECCIÓN FORZADA  
 MARCA: TECNICAS CP UNIDAD DE MEDIDA: °C  
 MODELO: STHX-1A RESOLUCIÓN: 0,1 °C  
 SERIE: 18012 INTERVALO DE MEDIDA<sup>(1)</sup>: HASTA 300 °C  
 CÓDIGO<sup>(2)</sup>: HOR-2 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PT.013	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000507	2022-08-24	CC-3497-044-21
ELP.PT.014	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000522	2022-08-24	CC-3497-048-21
ELP.PT.015	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000560	2022-08-24	CC-3497-052-21
ELP.PT.041	FLEXÓMETRO	TRUPER	FH-5M	NO ESPECIFICA	2022-07-06	CC-3414-011-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.057	TERMOHIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECIFICA	2022-08-18	CCP-0731-008-21

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

MÉTODO Y CONDICIONES DE LA CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN: ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y UNIFORMIDAD EN 9 LOCACIONES (VOLUMEN ÚTIL)  
 MÉTODO: MEDICIÓN Y COMPARACIÓN DIRECTA CON REGISTRADORES DE TEMPERATURA  
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: DKD-R 5-7, EDITION 07/2004 (ENGLISH TRANSLATION 02/2009), MÉTODO A  
 PROCEDIMIENTO: PEC.EL.35  
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE ENSAYOS  
 TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 22,2 °C ±0,1 °C  
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 48,1 %HR ±0,5 %HR  
 PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 874 hPa ±1 hPa

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado corresponde a la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó el calibración.

NOTAS:

- Los resultados indicados son válidos solamente para el volumen de trabajo delimitado por los 8 sensores, el resto de la cámara no se considera caracterizada.
- Las influencias debidas al efecto de la carga y la radiación no han sido estudiadas y por lo tanto tampoco fueron consideradas en la estimación de la incertidumbre.
- La temperatura media de los sensores patrón han sido corregidas tomando en cuenta las desviaciones indicadas en sus certificados de calibración y representa a la mejor estimación del valor verdadero.
- La temperatura media en el indicador del equipo bajo prueba y su corrección han sido redondeadas de acuerdo a las cifras decimales que posee la incertidumbre expandida reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- La temperatura del aire se obtiene sumando la lectura del indicador más la corrección de la indicación.

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

<sup>(2)</sup> Información tomada de las especificaciones del equipo bajo prueba (proporcionada por el fabricante).

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0629-024-22



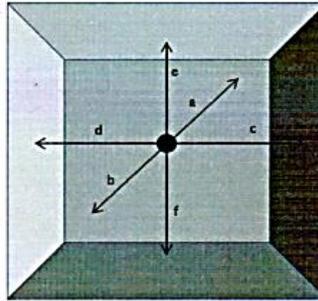
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ventilación:	FORZADA
No de Puertos:	1
Posición de los puertos:	ABIERTO
Ubicación del sensor de Referencia:	MEDIO GEOMÉTRICO
Sobre escalón No:	3
Caracterización (vacío/carga):	VACÍO

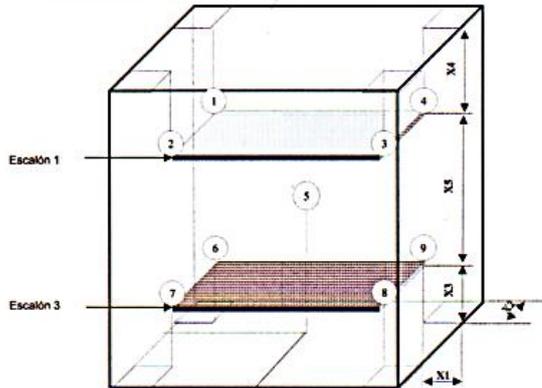
UBICACIÓN DEL SENSOR DE REFERENCIA

tramo  
a= 17,5 cm  
b= 17,5 cm  
c= 22,5 cm  
d= 22,5 cm  
e= 22,5 cm  
f= 22,5 cm

● sensor de referencia



UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS 8 SENSORES Y EL SENSOR DE REFERENCIA



Medidas de ubicación de sensores en las 8 esquinas

x1= 5,0 cm  
x2= 5,0 cm  
x3= 8,0 cm  
x4= 8,0 cm  
x5= 29,0 cm

INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con la temperatura requerida y con la tolerancia (requisitos especificados por el cliente) si cumple los siguientes criterios:  
a) La mejor estimación de la temperatura (registrada por el sensor 5 o de referencia) se encuentra en el intervalo de trabajo proporcionado por el cliente (nominal de prueba  $\pm$  la tolerancia).  
b) La incertidumbre expandida de medición (U) asociada a la estimación de la temperatura es menor o igual a la tolerancia:  $U \leq Tol$ .

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este CERTIFICADO, el ítem de CALIBRACIÓN se considera como CONFORME con los requisitos especificados (temperatura requerida y tolerancia).

CALIBRACIÓN REALIZADO POR:	José Aparcana	FECHA DE EMISIÓN:	2022-06-28
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2022-06-22		
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2022-06-22		



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

Ing. Savino Pineda  
Gerente General



Firma electrónica



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Punto de prueba 110 °C

TEMPERATURA MEDIA CORREGIDA DE LOS 8 SENSORES (UBICADOS EN LAS ESQUINAS DEL VOLUMEN ÚTIL)

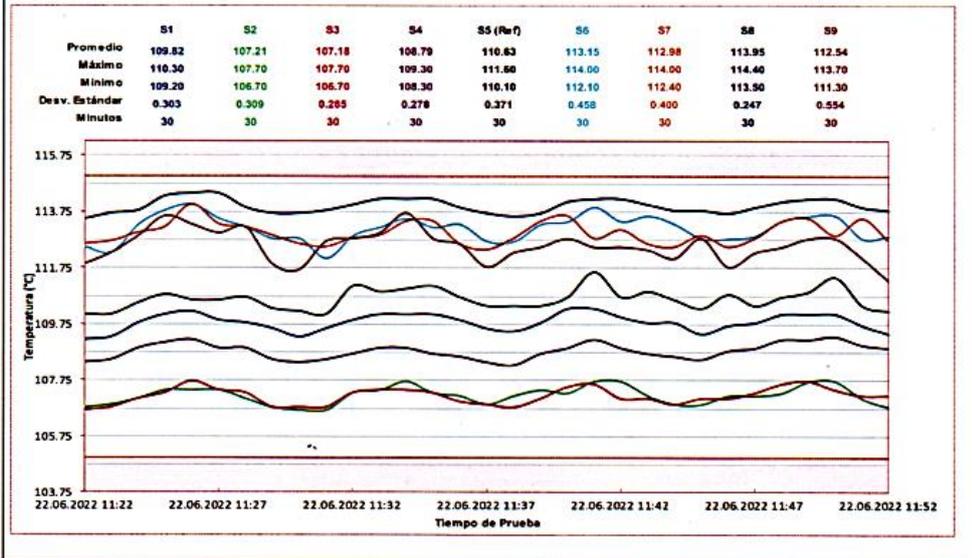
Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor 9 °C
109.8	107.2	107.2	108.8	113.1	113.0	113.0	114.0	112.5

Valor programado en el Controlador del equipo bajo prueba °C	Temperatura media en el indicador del equipo bajo prueba °C	Temperatura media corregida en el sensor de referencia (Sensor 5) °C	Corrección de la indicación °C	Inestabilidad Temporal °C	Falta de Homogeneidad Espacial °C	Incertidumbre Expandida de Medición (U) (k= 2,00) °C	Tolerancia (proporcionada por el cliente) °C
110.0	110.0	110.6	0.6	1.0	3.4	4.2	5.0

Indicación de temperatura durante el CALIBRACIÓN: Lecturas en el indicador del equipo bajo prueba.

Minutos	Valor
0	110.0 °C
5	110.0 °C
10	110.0 °C
15	110.0 °C
20	110.0 °C
25	110.0 °C
30	110.0 °C

ANEXO: PERFIL TÉRMICO





## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-034-22

Number

Cliente: <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	974 784 310	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Rossana Quispe	
Objeto: <i>Item</i>	FIOLA 	<i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)</i>
Marca: <i>Manufacturer</i>	LBY GERMANY	
Modelo <sup>(1)</sup> : <i>Model</i>	NO ESPECIFICA	<i>In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
No. de Serie <sup>(1)</sup> : <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
Identificación: <i>Identification</i>	F500-1	
Ubicación del Objeto <sup>(1)</sup> : <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2022-06-30	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-06-30	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Andrés Marchan	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-07-01  
*Person authorizing / Date of Issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-07-01 09:38:10



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

Number

CCP-0629-034-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k$ , que para una distribución  $t$  (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor  $k$ , which for a  $t$  (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	Nº Certificado Nº Certificate
ELP.ET.007	BALANZA DE PRECISIÓN	KERN	PLS 1200-3A	WiC1700931	2023-05-13	CCP-0065-024-22
ELP.PT.122	TERMÓMETRO DIGITAL	ELC	TC-0511	NO ESPECIFICA	2023-03-21	CC-0191-011-22
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.038	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	140701832	2022-08-03	CCP-0731-001-21



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



ACCREDITED  
CERTIFICATE #4286.04

Número

CCP-0629-034-22

Number

### Calibración

Calibration

Clase: <i>Class</i>	A	Unidad de Medida: <i>Unit of Measurement</i>	ml
Capacidad: <i>Capacity</i>	500 ml	División de Escala: <i>Scale Interval</i>	NO APLICA
Lugar de Calibración: <i>Calibration Site</i>	Laboratorio 2 (Elicrom)		
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Gravimétrico		
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	ISO 4787:2021		
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.25		
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i>	21,8 °C ± 0,2 °C	
	Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i>	64,1 %hr ± 0,9 %hr	
	Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i>	1005 hPa ± 0 hPa	
	Densidad del Aire <i>Air Density</i>	1,187 kg/m <sup>3</sup> ± 0,002 kg/m <sup>3</sup>	

### Observaciones

Observations

- <sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.  
<sup>(2)</sup> Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).  
<sup>(3)</sup> Temperatura Media del Agua (Líquido de Referencia) durante la calibración.

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

<sup>(2)</sup> Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

<sup>(3)</sup> Average Water Temperature (Reference Liquid) during calibration.

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

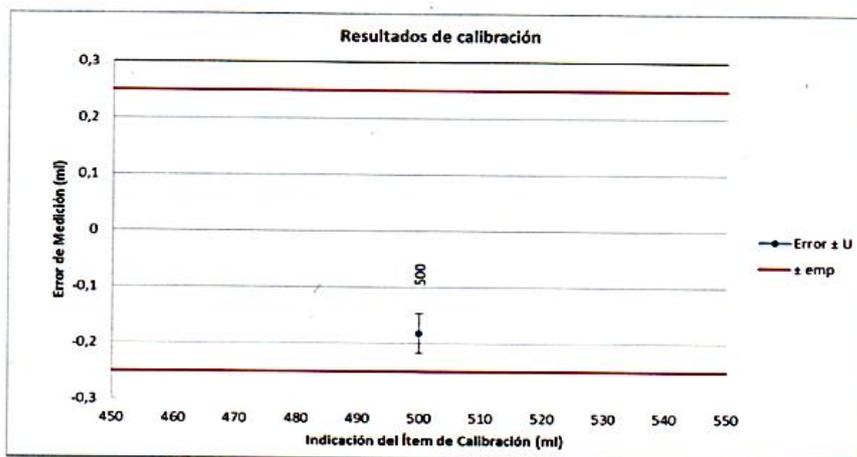
Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Alemania) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through the PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt - Germany) or other National Metrology Institutes (NMIs).

**Resultados de la Calibración**  
Calibration Results

Valor de Prueba Test Value	Volumen Medido Measured Volume	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre (U) Uncertainty (U)	Factor de Cobertura (k) Coverage factor	Temperatura <sup>(1)</sup> Temperature	E.M.P. M.P.E.	Cumplimiento Compliance
ml	ml	ml	ml		°C	ml	Compliance
500	499,818	-0,182	0,035	2,11	21,6	0,25	Cumple



**Notas**  
Notes

- Temperatura de Referencia: 20 °C
- El error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- Se ha realizado diez mediciones por cada valor de prueba.
- Reference Temperature: 20 °C
- The measurement error (best estimate of the true value) are shown to the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).
- Ten measurements have been performed for each test value.



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

Number

CCP-0629-034-22

### Información sobre Declaración de Conformidad

*Information about Statement of Conformity*

**Regla de Decisión (Aceptación Simple):** El ítem de calibración se acepta como conforme con el requisito especificado de emp (error máximo permitido) si la suma del valor absoluto del error de medición con la incertidumbre expandida de medición es menor o igual al error máximo permitido (emp):  $(|e| + U) \leq emp$ .

**Nota:** El error máximo permitido (emp) está dado en el Apartado 7 (Tabla 1) de la ISO 1042:1998 y se muestra en la tabla de resultados.

**Declaración de Conformidad:** De acuerdo a los resultados reportados en este certificado, el ítem de calibración CUMPLE con el requisito especificado de error máximo permitido (emp).

*Decision Rule (Simple Acceptance):* The calibration item is accepted as conforming to the specified requirement of mpe (maximum permissible error) if the sum of the absolute value of the measurement error with the expanded uncertainty of measurement is less than or equal to the maximum permissible error (mpe):  $(|e| + U) \leq mpe$ .

*Note:* The maximum permissible error (mpe) is given in Section 7 (Table 1) of ISO 1042:1998 and is shown in the results table.

*Statement of Conformity:* According to the results reported in this certificate, the calibration item MEETS the specified requirement of maximum permissible error (mpe).

FO.PEC.25-02 Rev. 19

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0629-054-22



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: SERGEO EIRL  
 DIRECCIÓN: MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
 TELÉFONO: 974 784 310  
 PERSONA(S) DE CONTACTO: ROSSANA QUISPE

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

ÍTEM: FLEXÓMETRO CLASE: II  
 MARCA: TRUPER UNIDAD DE MEDIDA: m  
 MODELO: NO ESPECIFICA RESOLUCIÓN: 0,001 m  
 SERIE: NO ESPECIFICA INTERVALO DE MEDIDA: 5 m  
 CÓDIGO<sup>(1)</sup>: WIN-4 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PC.035	LUPA BRINELL	PRECISIÓN	SCOPE- 20X	1112354	2022-10-06	CC-3491-021-20
EL.PC.065	CINTA MÉTRICA DE 15 M	STARRET	NO ESPECIFICA	TS510-15ME	2023-06-21	31691-200
EL.PT.597	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2023-05-20	CC-2301-012-22
EL.PT.632	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	161004518	2023-03-31	CC-1187-007-22

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NPL (National Physical Laboratory - Reino Unido) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON CINTA MÉTRICA Y RETÍCULA PATRÓN  
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: CEM DI-011:2010 (EDICIÓN DIGITAL 1) TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 21,8 °C ±0,2 °C  
 PROCEDIMIENTO: PEC.EL.37 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 45,9 %HR ±0,1 %HR  
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE LONGITUD (ELICROM) PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 1012 hPa ±0 hPa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Nominal	Resultado	Error de Medición
m	m	m
0,5	0,500100	0,000100
1	1,000100	0,000100
1,5	1,500200	0,000200
2	2,000400	0,000400
2,5	2,500450	0,000450
3	3,000450	0,000450
3,5	3,500500	0,000500
4	4,000500	0,000500
4,5	4,500550	0,000550
5	5,000650	0,000650

Incertidumbre de Medición: 0,000061 m

Incertidumbre de Medición en µm: 61

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA 1: El resultado de la medición se refiere al valor real obtenido por el sistema de calibración en cada valor nominal.

NOTA 2: El resultado y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Mario Tigreros  
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2022-07-01 FECHA DE EMISIÓN: 2022-07-04  
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2022-07-01



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Ing. Savino Pineda  
 Gerente General



Firma electrónica



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-055-22

Number

Cliente: <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	974 784 310	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Rossana Quispe	
Objeto: <i>Item</i>	VERNIER ANALÓGICO 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
Marca: <i>Manufacturer</i>	INSIZE	
Modelo: <i>Model</i>	1215-322	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
No. de Serie: <i>Serial Number</i>	1031170103	
Identificación: <i>Identification</i>	PR300-4	
Ubicación del Objeto <sup>(1)</sup> : <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2022-06-30	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-07-01	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Jair Consuelo	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-07-05  
*Person authorizing / Date of Issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-07-05 14:50:38



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-055-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k$ , que para una distribución  $t$  (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor  $k$ , which for a  $t$  (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación ID Number	Nombre Name	Marca Manufacturer	Modelo Model	No. de Serie Serial Number	Vence Cal. Due Date	Nº Certificado Nº Certificate
ELP.PC.006	BLOQUE PATRÓN DE 50 mm	MITUTOYO	611675-531 18D	180205	2023-12-29	CC-5948-020-21
ELP.PC.007	BLOQUE PATRÓN DE 100 mm	MITUTOYO	611681-531 17K	172533	2024-03-05	LLA - 093 - 2021
ELP.PC.008	BLOQUE PATRÓN DE 150 mm	MITUTOYO	611803-531 18A	170473	2023-12-29	CC-5948-019-21
ELP.PC.009	BLOQUE PATRÓN DE 200 mm	MITUTOYO	611682-531 18D	180148	2024-03-08	LLA - 104 - 2021
ELP.PT.100	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	190402566	2022-08-25	CC-3497-021-21
ELP.PT.035	REGLA	MITUTOYO	182-125	NO ESPECIFICA	2022-09-23	CC-4196-023-21
ELP.PT.059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	181821642	2022-11-03	CC-4196-025-21
ELP.PT.038	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	140701832	2022-08-03	CCP-0731-001-21



## Certificado de Calibración

*Certificate of Calibration*



Número  
Number

**CCP-0629-055-22**

### Calibración

*Calibration*

**Modo de Lectura:**

*Reading Mode*

Analógico

**Unidad de Medida:**

*Unit of Measurement*

mm

**División de Escala:**

*Scale Interval*

0.02 mm

**Intervalo de Medición<sup>(2)</sup>:**

*Measurement Range*

(0 a 300) mm

**Lugar de Calibración:**

*Calibration Site*

Laboratorio 2 (Elicrom)

**Método de Calibración:**

*Calibration Method*

Comparación directa con Bloques Patrón Longitudinales (BPL)

**Documento de Referencia:**

*Reference Document*

CEM DI-008:2013 (Edición Digital 1)

**Procedimiento de Calibración:**

*Calibration Procedure*

PEC.EL.22

**Condiciones Ambientales:**

*Environmental Conditions*

Temperatura del Aire

*Air Temperature*

21,3 °C ± 0,1 °C

Humedad Relativa del Aire

*Air Relative Humidity*

60,2 %hr ± 0,1 %hr

Presión Atmosférica

*Atmospheric Pressure*

1003 hPa ± 0 hPa

### Observaciones

*Observations*

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

<sup>(2)</sup> Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

<sup>(2)</sup> Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

*Statement of Metrological Traceability*

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

*The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).*



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

Number

CCP-0629-055-22

### Resultados de la Calibración

Calibration Results

### Bocas para Medidas de Exteriores

Measuring Faces for External Measurements

Valor Nominal <i>Nominal Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre (U) <i>Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura <i>Coverage Factor</i>
mm	mm	mm	mm	mm	k
50	50,000	50,000	0,000	0,016	2,00
100	100,000	100,000	0,000	0,016	2,00
150	150,000	150,000	0,000	0,016	2,00
200	200,000	200,000	0,000	0,016	2,00
250	250,000	250,000	0,000	0,016	2,00
300	300,000	300,000	0,000	0,016	2,00

### Notas

Notes

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- En cada punto de calibración se ha realizado 2 medidas repetidas y se muestra el promedio de ellas. Adicionalmente se ha elegido dos puntos intermedios y se ha realizado en ellos 10 medidas repetidas para determinar la repetibilidad.

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

- Two repeated measurements have been made at each calibration point and the average of them is shown. Additionally, two intermediate points have been chosen and ten repeated measurements have been made on them to determine repeatability.

FO.PEC.22-02 Rev. 16



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

CCP-0629-063-22

Number

Cliente: <i>Customer</i>	SERGEO EIRL	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)
Dirección: <i>Address</i>	MZA. L1 LOTE. 14 VLL. SAN CARLOS (A 1 CUADRA DE PARQUE ADULTO MAYOR) MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA	
Teléfono: <i>Phone Number</i>	974 784 310	Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.
Persona de Contacto: <i>Contact Person</i>	Rossana Quispe	
Objeto: <i>Item</i>	TERMOHIGRÓMETRO 	This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)
Marca: <i>Manufacturer</i>	BOECO	
Modelo <sup>(1)</sup> : <i>Model</i>	NO ESPECIFICA	In order to ensure the quality of their measurements, the user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
No. de Serie <sup>(1)</sup> : <i>Serial Number</i>	NO ESPECIFICA	
Identificación: <i>Identification</i>	TERH-4	
Ubicación del Objeto <sup>(1)</sup> : <i>Item Location</i>	NO ESPECIFICA	
Fecha de Recepción: <i>Date of Receipt</i>	2022-06-30	
Fecha de Calibración: <i>Calibration Date</i>	2022-07-01	
Próxima Fecha de Calibración: <i>Due Date</i>	-	
Técnico Responsable: <i>Responsible Technician</i>	Jesús Trejo	

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión: Ing. Savino Pineda / 2022-07-06  
*Person authorizing / Date of issue*

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ, serialNumber=110621145301, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022-07-06 11:35:50



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número

Number

CCP-0629-063-22

Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

Measurement Uncertainty

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k$ , que para una distribución  $t$  (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor  $k$ , which for a  $t$  (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%*

### Equipamiento Utilizado

Equipment Used

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	Nº Certificado <i>Nº Certificate</i>
ELP.PT.149.01	ESCÁNER DE TEMPERATURA	FLUKE	1586 A	54726040	2022-09-14	CC-4196-003-21
ELP.PC.024	TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN	VAISALA	Mi70 / HMP76B	P1720040 / P2130016	2022-10-06	LH-104-2021
ELP.PT.040	CÁMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KK-105 CHLT	18085878	2022-08-27	CCP-0731-013-21
ELP.PT.036	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303334	2022-08-03	CCP-0731-003-21



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



CERTIFICATE #4286-04

Número

CCP-0629-063-22

Number

### Calibración

Calibration

Unidad de Medida (Temperatura): °C

Unit of Measurement (Temperature)

Intervalo de Medición (Temperatura)<sup>(2)</sup>: (-50 a 70) °C

Measurement Range (Temperature)

División de Escala (Temperatura): 0.1 °C

Scale Interval (Temperature)

Unidad de Medida (Humedad): %hr

Unit of Measurement (Humidity)

Intervalo de Medición (Humedad)<sup>(2)</sup>: (10 a 99) % hr

Measurement Range (Humidity)

División de Escala (Humedad): 1 %hr

Scale Interval (Humidity)

Lugar de Calibración: Laboratorio 1 - Elicrom

Calibration Site

Método de Calibración: Comparación Directa Con Termohigrómetro Patrón Y Cámara De Estabilidad

Calibration Method

Documento de Referencia: CEM TH-007:2008 (Edición Digital 1)

Reference Document

Procedimiento de Calibración: PEC.EL.04

Calibration Procedure

Condiciones Ambientales: Temperatura del Aire 21,0 °C ± 0,0 °C

Environmental Conditions

Air Temperature

Humedad Relativa del Aire 68,1 %hr ± 1,2 %hr

Air Relative Humidity

### Observaciones

Observations

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

<sup>(2)</sup> Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

<sup>(1)</sup> Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

<sup>(2)</sup> Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).



## Certificado de Calibración

Certificate of Calibration



Número  
Number

CCP-0629-063-22

### Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).

### Resultados de la Calibración en Temperatura

Temperature Calibration Results

Valor de Prueba Test Value	Indicación Ítem Item Reading	Indicación Patrón Standard Reading	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre (U) Uncertainty (U)	Factor de Cobertura (k) Coverage Factor	Humedad Relativa Relative Humidity
°C	°C	°C	°C	°C		%hr
15	15,8	15,02	0,78	0,17	2,00	50,05
25	24,4	25,12	-0,72	0,17	2,00	50,05
35	34,4	35,00	-0,60	0,20	2,00	50,05

El valor de humedad relativa reportado corresponde al de la cámara climática durante la calibración del ítem.

The relative humidity value reported corresponds to that of the climatic chamber during the calibration of the item.

### Resultados de la Calibración en Humedad Relativa

Relative Humidity Calibration Results

Valor de Prueba Test Value	Indicación Ítem Item Reading	Indicación Patrón Standard Reading	Error de Medición (e) Measurement Error (e)	Incertidumbre (U) Uncertainty (U)	Factor de Cobertura (k) Coverage Factor	Temperatura Temperature
%hr	%hr	%hr	%hr	%hr		°C
20	24	20,2	3,8	1,0	2,00	23,01
50	49	50,2	-1,2	1,7	2,00	23,01
80	78	80,1	-2,1	2,9	2,00	23,01

El valor de temperatura reportado corresponde al de la cámara climática durante la calibración del ítem.

The temperature value reported corresponds to that of the climatic chamber during the calibration of the item.

### Nota

Note

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

FO.PEC.04-02 Rev. 25

# ANEXO 10: Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)



MZA LL LOTE 14 VILL SAN CARLOS (A 1 CUADRA DEL CENTRO DEL ADULTO MAYOR)  
 MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA  
 Tel: 053 799290 - Cla: 953732399 - Mov: 953643969 - Email: laboratorio@sergeo.com.pe  
 Web: www.sergéo.com.pe

RUC 20519878969  
**Propuesta de Ejecucion de Servicio**  
**PES N°**  
**22-0282**

Rev. 01-2020  
 vers. 1.0

**DATOS DEL CLIENTE**  
 RUC: 70498387  
 DENOMINACION: Bach. Rony Oliver Bustamante Villanueva  
 DIRECCION: -

FECHA EMISION: 10/08/2022  
 FECHA VENCIMIENTO: 25/08/2022  
 MONEDA: SOLES  
 1 de 1

CANT.	U M	CÓD	DESCRIPCIÓN	V/U	IMPORTE
4	UND	5178	Dosificacion de mezcla	423.73	1694.92
24	UND	5247	Ensayo de compresion	16.95	406.78
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Observaciones:	GRAVADA:	2,101.69
	IOV 18%:	378.31
	Descuento (N) 50.00	1,240.00
	TOTAL:	1,240.00

**CONDICIONES COMERCIALES**  
 Validez/Oferita: 15 dias  
 Condiciones/Pago: Contado  
 Plazo de Entrega: 30 dias habiles Despues de la notificacion de Orden de servicio y/o aceptacion de la propuesta  
 Para la atención de un servicio y/o bien, el cliente deberá notificar la orden de servicio y/o compra respectivas.

**CUENTAS BANCARIAS**  
 Banco de Crédito Cuenta Corriente en soles : N° 4301805009013  
 Código Interbancario CCI: 00243000180566901370  
 Banco Interbank Cuenta Corriente en soles : N° 361-3002001880  
 Código Interbancario CCI: 003-361-003002001880-34  
 Banco de la Nación Cuenta Corriente en soles : N° 00-141-095447  
 Código Interbancario CCI: 01814100014109544721  
 Banco de la Nación Cuenta de Deducaciones: N° 00-141-017098



MZA L1 LOTE 34 VILLAS CARLOS (A 1 CUADRA DEL CENTRO DEL ADULTO MAYOR)  
MOQUEJUA - MANISCAL NIETO - MOQUEJUA  
Telf. 053 796206 - Cía: 953752299 - Mov: 953643969 - Email: laboratorio@sergeo.com.pe  
Web: www.sergio.com.pe

#### CONDICIONES DE SERVICIO

##### 1. ACEPTACIÓN DE LA PROFORMA DE SERVICIOS

La aceptación de la propuesta de ejecución de servicio (PES) de parte del cliente será mediante:

- Envío de la orden de compra por el servicio
- Correo electrónico aceptando el servicio
- Llamada telefónica, en este caso SERGEO enviará un correo al cliente detallando lo acordado.
- Pago respectivo de servicio según la PES enviada

##### 2. CANTIDAD DE MUESTRA REQUERIDA

Resumen de cantidades mínima de muestra para ensayo:

Ensayo	Cantidad mínima de muestra	Observación
Granulometría por tamizado	210 kg o 9 sacos (25kg por saco)	Cantidad del material por el tamaño de sus partículas
Límites de atterberg		
Proctor		
CBR		
Ensayos químicos suelo	3 kg	
Ensayos químicos agua	1 litro	
Caracterización de los agregados	60 kg agregado grueso 60 kg agregado fino	
Diseño de mezcla concreto	120 kg de arena y 120 kg de grava. 01 bolsa de cemento	Aditivos de ser el caso

##### 3. PLAZO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DE SERVICIOS

La fecha de emisión de Informes depende de la carga de ensayos pendiente, el día que ingresa su muestra. Por favor solicitar una fecha de referencia cuando termine los trámites administrativos. La atención es por estricto orden de llegada.  
El tiempo de ejecución y entrega de Informes por el servicio de ensayos de materiales es de 2 a 10 días hábiles; este tiempo puede ser distinto y será evaluado en función a la cantidad de muestras.

##### 4. INFORMACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO

Una vez aprobada y recibida la muestra; SERGEO enviara un correo electrónico solicitando información (cuando aplique, llenar archivo adjunto):

##### 5. ENTREGA DEL INFORMES

Los Informes son emitidos en forma digital con firma electrónica. No obstante, también podemos entregar impresos todos los Informes que nos sean requeridos.

##### 6. HORARIO DE ATENCIÓN

El horario de recepción de muestras es de lunes a viernes de 8:00 h a 12:00 h y 13:00 h a 18:00 h.

##### 7. CONFIDENCIABILIDAD

SERGEO mantendrá la confidencialidad de toda la información obtenida o creada durante la realización de los servicios aquí detallados. Cualquier información se considerará como "información del propietario" y se tratará como confidencial por ambas partes (cliente y SERGEO), excepto por información de su propiedad y que usted mismo haya decidido poner a disposición del público; o cuando haya sido acordado por ambas partes.

##### 8. Alquiler de Equipo.

- El costo no incluye otros servicios a los indicados en la propuesta económica.
- El cliente asumirá costo por avería de equipo, robo o similares.
- El equipo será enviado previa orden de servicio u contrato.



**SERGEO**  
LABORATORIO GEOTÉCNICO

**RECIBO**

S/ 1,240.00

Recibi(mos) de Rony Oliver Bustamante Villanueva  
la cantidad de mil doscientos cuarenta 00/100

en concepto de Diseños de mezcla y compresión

y en contraprestación de (opcional) .....

Firma y saluda atentamente el  
27 de septiembre 2022  
SERGEO E.I.R.L.  
RUC 20510678269

Raul Espinoza  
RAUL ESPINOZA (Ejecutivo)

## ANEXO 11: Pantallazo del turnitin

The screenshot displays the Turnitin interface within a Google Chrome browser. The main document area shows the title page of a report from Universidad César Vallejo, Faculty of Engineering and Architecture, School of Civil Engineering. The title is "Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022". The authors listed are Rony Oliver and Nataly Fabiola Salazar Díaz. The right-hand sidebar shows a "Resumen de coincidencias" (Summary of matches) with a total similarity score of 24%. Below this, a list of sources is provided with their respective contribution percentages.

**feedback studio** RONY OLIVER BUSTAMANTE VILLANUEVA | TURNITIN.pdf

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de un Pavimento Rígido Incorporando Concreto Reciclado en el Centro Poblado de Yacango, Distrito de Torata - Moquegua 2022

**AUTORES:**  
Bustamante Villanueva, Rony Oliver (orcid.org/0000-0003-3417-3316)  
Salazar Díaz, Nataly Fabiola (orcid.org/0000-0003-1405-4176)

**Resumen de coincidencias**

**24 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias	Porcentaje
1 hdl.handle.net Fuente de Internet	6 %
2 repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 %
3 Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
4 repositorio.usa.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5 repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6 tesis.ucsm.edu.pe	1 %

Página: 1 de 56 Número de palabras: 12822 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 17:53 13/10/2022

**ANEXO 12: Estudio de Mecánica de Suelos**

**Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional**

**Moquegua, 19 de Septiembre del 2022**

**CARTA N° 002 – 2022/ROBV-NFSD**

Señor:  
**HERNÁN PEDRO JUAREZ COAYNA**  
Alcalde de la Municipalidad Distrital Torata

Atención:

**ING. DANTE LUIS PANDO VERA**  
Sub Gerencia de Obras Públicas

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TORATA SUB GERENCIA DE OBRAS PUBLICAS			
23 SEP. 2022			
REGISTRO	FOLIO	HORA	FRMA
4690		11:00	lcw

MUNICIPALIDAD DISTRITAL TORATA TRÁMITE DOCUMENTARIO			
20 SEP 2022			
RECIBIDO			
EXP	FOLIO	HORA	FRMA
711	02	12:01	
187680			

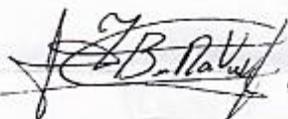
**ASUNTO : SOLICITO ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "RENOVACION DE PISTA; EN LA CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO, DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, MOQUEGUA"**

**REFERENCIA: : CARTA N° 126-2022-SGRRHH-GAyR/MDT**

Es grato dirigimos a usted, para expresarle nuestro cordial saludo y a la vez solicitarle el **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS DEL PROYECTO "RENOVACION DE PISTA; EN LA CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO, DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, MOQUEGUA"**; con el fin de poder usar esta información en nuestro Proyecto de Tesis para de obtener el Título Profesional de Ingenieros Civiles, agradecemos por antelación nos brinde las facilidades del caso para poder recabar esta información.

En la espera de su respuesta, hacemos propicia la ocasión para renovarle los sentimientos de nuestra especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
Rony Oliver Bustamante Villanueva  
Bach. Ingeniería Civil  
D.N.I. N° 70498387

  
Nataly Fabiola Salazar Diaz  
Bach. Ingeniería Civil  
D.N.I. N° 71029853

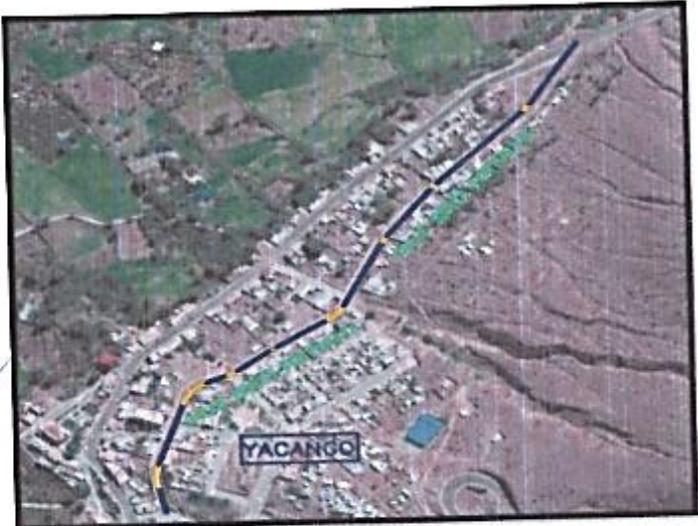
924614624

1693

ELABORACION DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

MARZO - 2022

PROYECTO: "RENOVACION DE PISTA; EN LA CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO, DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, MOQUEGUA"



SOLICITA : Sub Gerencia de Estudios  
DISTRITO : Torata  
CENTRO POBLADO : Yacango



### 1.3 Ubicación

La zona del Estudio se encuentra ubicado en:

Región : Moquegua  
Provincia : Mariscal Nieto  
Distrito : Torata  
Localidad : Centro poblado de Yacango  
Dirección : Av. Francisco Bolognesi

El sector de Yacango, se encuentra ubicado en la zona sur del Perú, en la Region Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito de Torata a los  $17^{\circ}07'53.02''$  de Latitud Sur y a los  $70^{\circ}51'54.64''$  de longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich y a una altura de 2,100.00 m.s.n.m.



  
 **GROVER P. ARCE ZARALA**  
ING. CIVIL CIP. 7989F

"RENOVIACION DE PISTA: EN LA CALLE SANTA FORTUNATA DEL A.H.H. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO, DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, MOQUEGUA"



662

#### 1.4 Acceso al área del Proyecto

Actualmente se cuenta con 2 vías de acceso Para llegar al Centro Poblado Yacango. Desde el distrito de Moquegua, se recorre 19 km al norte del distrito de Moquegua por la Carretera Interoceánica (PE 36°), hasta llegar al cruce Moquegua -Torata-yacango.(en el cruce denominado El Toro) , donde inicia la carretera MO 586 ,para llegar al centro poblado de yacango Bajo se recorren 4 kilómetros al norte por la carretera MO 586 que es donde inicia la carretera Proyectada.

Y desde centro poblado de Torata por la carretera MO 579, se recorre una distancia de 3.47 km al sur del centro poblado de Torata.

En cuanto a sus vías de acceso el distrito de torata cuenta con la vía principal (Carretera binacional) que conecta a los diferentes distritos, pueblos y departamentos en el sur del país como son Moquegua y Puno.

En el cuadro 01: Detalla la accesibilidad existente:

ACCESO AL PROYECTO						
Desde	A	Tipo de Vía	Medio de Transp.	Km.	Tiempo	Frecuencia
MOQUEGUA	CRUCE EL TORO	ASFALTADO	VEHICULO	19	25 MIN.	DIARIO
TORATA	YACANGO BAJO	ASFALTADO	VEHICULO	4	5 MIN	DIARIO



  
GROVER P. ARCE ZAPATA  
ING. CIVIL CIP. 79809F

## 2.0 INVESTIGACIONES Y TRABAJOS DE CAMPO A REALIZAR

### 2.1 Trabajos de Campo

Para determinar las características geotécnicas del sub suelo se realizó la exploración de campo consistente en la excavación de un total de 03 calicatas, las mismas que fueron ubicadas convenientemente de tal manera de cubrir las variabilidades del suelo que pudieran existir en la zona de estudio, los muestreos fueron realizados por personal profesional técnico especializado las cuales tomaron las muestras de suelos extraídos con los que se realizaron los ensayos estándares.



  
  
GROVER B. ARCE ZAPATA  
ING. CIVIL CIP. 72898



## 2.2 Toma de Muestras

Al término de las excavaciones se realizó la toma de las muestras obtenidas de estas exploraciones de tal manera que sean representativas de los suelos de las calicatas.

Las muestras de las calicatas estudiadas fueron debidamente enumeradas y identificadas de acuerdo a la ubicación. Total fueron 03 muestras que se recogieron y se llevaron a laboratorio de suelo para los análisis e Interpretación de los ensayos obtenidos en laboratorio.

## 2.3 Exploraciones

Se hicieron (03) exploraciones son excavaciones directas a "Cielo Abierto", estas fueron distribuidas convenientes en el área de estudio, de acuerdo a las características de los suelos encontrados.

## 2.4 Registro de excavaciones

ITEM	Nº CALICATA	PROFUND. (m)	FIN DE LA EXPLORACION	COORDENADAS	
				ESTE	NORTE
1	C1	1.00	CBR	301798.262	8109431.304
2	C2	1.00	CBR	301657.981	8109228.31
3	C3	1.00	CBR	301545.13	8109140.57



  
GROVER P. ARCE ZAPATA  
ING. CIVIL CIP. 79386



650

### 3.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

#### 3.1 Ensayos Estándar

Para determinar las características físicas mecánicas del suelo explorado, se realizaron con las muestras disturbadas e inalteradas, los ensayos estándares normalizados siguientes:

Granulometría por Tamizado

Ensayo de Densidad Natural

Humedad Natural

Limite Líquido

Limite Plástico

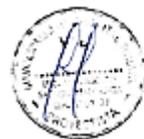
Clasificación SUCS

Clasificación AASHTO

### 4.0 PROPIEDADES INDICE DEL SUB SUELO

#### 4.1 Estratigrafía y Clasificación del Suelo

Con los resultados de los análisis granulométricos por tamizado, y ensayos normalizados, y clasificación visual en campo, se realizó la caracterización de los sub estratos encontrados en campo, de acuerdo al sistema de clasificación de suelos SUCS (ASTM D2487) y el sistema (AASHTO M-145), se elaboraron los perfiles estratigráficos (ASTM D2488), el cual se adjuntan al presente informe técnico.



  
GROVER P. ARCE ZAPATA  
ING. CIVIL CIP. 79899

**Estratigrafía y Clasificación del Suelo**

RESUMEN DE LAS PROPIEDADES GEOTECNICAS				
CALICATA		Cn-01	Cn-02	Cn-03
Altura Calicata. (m)		1.00	1.00	1.00
Estrato		CBR	CBR	CBR
PULG.	3"	100	100	100
	2 1/2"	100	100	100
T	2"	100	100	100
	1 1/2"	90.6	91.9	98.9
A	1"	78.6	80.8	88.9
M	3/4"	73.9	75.5	82.6
I	1/2"	67.3	69.2	76.4
C	3/8"	64.3	63.6	71.7
E	N° 4	55.8	54.3	58.7
S	N° 10	45.5	43.8	47.3
	N° 20	33.8	31.7	36.9
	N° 40	26.2	24.2	29.0
	N° 50	23.7	22.1	25.2
	N° 100	20.3	19.2	19.1
	N° 200	17.6	16.7	15.4
HUMEDAD HIGROSCOPICA		0.00	0.00	0.00
LIMITE LIQUIDO		35	32	34
LIMITE PLASTICO		17	15	17
INDICE DE PLASTICIDAD		18	17	17
PESO ESPECIFICO GRAVA		2.55	2.59	2.54
PESO ESPECIFICO ARENA Y FINOS		2.48	2.49	2.47
PESO ESPECIFICO DE SUELO		2.51	2.53	2.50
HUMEDAD NATURAL		3.89	2.53	3.27
DENSIDAD NATURAL		1.79	1.78	1.81
HUMEDAD OPTIMA		3.89	5.05	3.27
Cu		169.55	173.74	109.14
Cc		1.34	1.64	0.91
INDICE DE GRUPO		0.00	0.00	0.00
CLASIFICACION AASHTO		A-2-6	A-2-6	A-2-6
CLASIFICACION SUCS		GC	GC	SC
GRAVA		44.2	45.7	41.3
ARENA		38.2	37.6	43.3
FINOS		17.6	16.7	15.4



  
 GROVER P. ARCE ZARATA  
 ING. CIVIL CIP. 76696

"RENOVIACION DE PISTA; EN LA CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO, DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, MOQUEGUA"

**4.2 Descripción del Suelo**

> CALICATA ( Cn - 1 )

- De 0.00 @ 1.00 metros.

Suelo conformado por gravas arcillosas, mezcla de grava - arena - arcilla.

> CALICATA ( Cn - 2 )

- De 0.00 @ 1.00 metros.

Suelo conformado por gravas arcillosas mezcla de grava - arena - arcilla.

> CALICATA ( Cn - 3 )

- De 0.00 @ 1.00 metros.

Suelo conformado por gravas arcillosas mezcla de grava - arena - arcillas.

**4.3 Propiedades de resistencia y Capacidad de Soporte**

Se realizado el ensayo de CBR en las calicatas Cn-01 , Cn-02 y Cn-03 (en la via), los cuales se adjunta al presente informe técnico.

<b>Cn -1 / E-1</b>		
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	38.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	21.00
<b>Cn -2 / E-1</b>		
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	31.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	15.0
<b>Cn -3 / E-1</b>		
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	36.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	21.0



  
 GROVER P. ARCE ZAPATA  
 ING. CIVIL CIP. 70808

**5.0 EVALUACIONES**

**5.1 Evaluación con fines de Construcción**

La vía presenta actualmente un pavimento constituido por asfalto y una capa de base granular las cuales se realizaron los ensayos determinándose que debe ser reemplazada por otra capa de base granular que cumpla con la Norma Técnica CE.010 – Pavimentos Urbanos de acuerdo a los Requerimientos de las Tabla N° 07, 08 y 09.

**5.2 Capacidad de Soporte**

La sub rasante es la capa superficial, sobre la cual se apoya el pavimento. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción constituyen las variables básicas para el diseño de pavimento.

De acuerdo a la capacidad de soporte de la sub rasante (CBR), se distinguen seis categorías.

**Tabla 30 CBR según categoría de subrasante**

Categoría de subrasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante extraordinaria	CBR ≥ 30%



**GROVER P. ATICE ZAPATA**  
 ING. CIVIL CIP. 79806



## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente Informe se ha elaborado en base a la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos y Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia – Pavimentos, para Determinar las condiciones geotécnicas y geológicas del terreno para el Proyecto: "RENOVACION DE PISTA; EN LA CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO, DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, MOQUEGUA".

El CBR se encuentra entre los valores de 31.3 % @ 36.0 %, clasificándose como subrasante muy buena a extraordinaria.

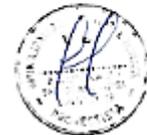
El potencial de expansión del suelo se determina mediante límites de Atterberg y la succión natural del suelo AASHTO T-273. Usando estas propiedades índices de la tabla se determinó el potencial expansivo del suelo. De los ensayos realizados se tiene como resultado un potencial de expansión bajo.

TABLA No.1

Grado de Expansión	LL %	IP %	$\tau$ nat (Ton/pie <sup>2</sup> )
Elevado	> 60	> 35	> 4
Marginal	50-60	25-35	1.5-4
Bajo	< 50	< 25	< 1.5

Se recomienda que el material base granular deberá cumplir con la norma técnica CE.10 Pavimentos Urbanos.

Se recomienda para fines de renovación de la pista no hacer uso de la base existente debido a que durante los trabajos de escarificado esta se contamina con material de la sub rasante y restos de asfalto.



  
GROVER P. ARCE ZAPATA  
ING. CIVIL CIP. 79896



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20607412899 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

640

## ENSAYOS DE LABORATORIO



  
 GROVER P. ARCE ZAPATA  
ING. CIVIL CIP. 79395



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOR DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20607412699 CBL N° 953049424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO :** RENOVACION DE PISTA EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO  
**UBICACION :** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA  
**SOLICITA :** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**FECHA :** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA :** Cn-1  
**PROCEDENCIA :**

PNT (gr) : 13446.00  
 FINOS (gr) : 566.00

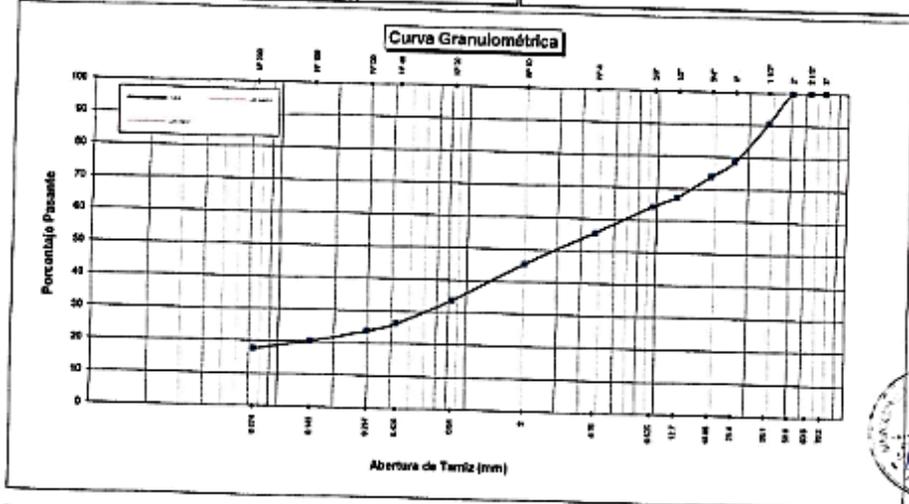
**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION**  
 (ASTM D2216-D421-D4318-02487)

TAMIZ	Nombre	mm	% Retenido	% Acumulado	% Pasado
3"		76.20	0.00	0.00	100.0
2 1/2"		63.50	0.00	0.00	100.0
2"		50.80	0.00	0.00	100.0
1 1/2"		38.10	9.36	9.36	90.6
1"		25.40	12.03	21.39	78.6
3/4"		19.05	4.73	26.12	73.9
1/2"		12.70	6.56	32.68	67.3
3/8"		9.53	3.03	35.71	64.3
N° 4		4.75	8.49	44.21	55.8
N° 10		2.00	10.26	54.47	45.5
N° 20		0.84	11.69	66.15	33.8
N° 40		0.425	7.67	73.82	26.2
N° 60		0.297	2.46	76.27	23.7
N° 100		0.149	3.42	79.69	20.3
N° 200		0.074	2.69	82.38	17.6

MATERIAL		Cn-1
SUCS	CC	10
AASHTO	A-2-6	0
Cu	166.55	
Cc	1.34	
Liq. Líquido		35
Lm. Plástico		17
Ind. Plasticidad		18
% Grava		44.2
% Arena		39.2
% Finos		17.6

**OBSERVACIONES**  
 ESTE SUELO ESTA CONFORMADO POR GRAYAS ARCILLOSAS  
 MEZCLA DE GRAYA-ARENA-ARCE LA



Ensayado por :



GROVES P. ARCE ZAPATA  
 ING. CIVIL CIP. 75869



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ANEXORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2007412399 CEL N° 95394924 CALLE ARBOQUIA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO :** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO  
**UBICACION :** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA  
**SOLICITA :** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**FECHA :** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA :** Cn-1  
**PROCEDENCIA :**

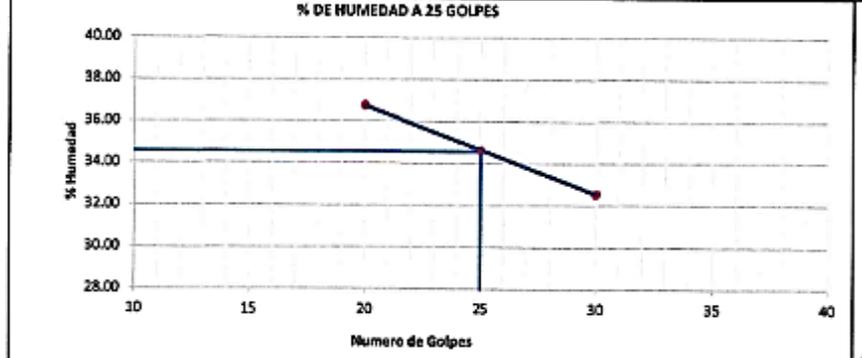
**LIMITES DE ATTERBERG**  
(ASTM D423 - D424)

**LÍMITE LÍQUIDO**

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente	1	17	10
Peso Recipiente	22.07	20.76	24.35
N° Golpes	20	25	30
Peso Recipiente + Suelo húmedo	57.55	50.50	50.99
Peso Recipiente + Suelo seco	48.09	42.85	44.45
Humedad	36.74	34.63	32.55
Lím. Líquido	33.76	34.63	33.28

**LÍMITE PLÁSTICO**

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente	9	11
Peso Recipiente	7.11	7.09
Peso Recipiente + Suelo húmedo	10.86	10.79
Peso Recipiente + Suelo seco	10.34	10.25
Humedad	18.10	17.09



**ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

Límite Líquido promedio	35 %
Límite Plástico promedio	17 %
Índice Plástico	18 %

Ensayado por :

  
  
**GRACIEL P. AJICE ZARATA**  
 ING. CIVIL CIP. 70696





**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20607412999 CEL. N° 953949474 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** : RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** : Cn-1

**PESO ESPECÍFICO GRAVA**  
(ASTM D-854)

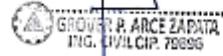
Procedencia :

**Características**

Peso muestra sumergida	750.00 gr.
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	1247.00 gr.
Peso muestra seca	1234.00 gr.
Peso específico aparente	2.650 gr. / cm <sup>3</sup>
Peso específico masivo (BULK)	2.483 gr. / cm <sup>3</sup>
Peso específico sat. (Sup. Seca)	2.509 gr. / cm <sup>3</sup>

Ensayado por :



  
  
**GROUBER P. ARCE ZAPATA**  
 ING. CIVIL CIP. 79896


**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20607412899 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** Cn-1

**PROCEDENCIA**

**HUMEDAD NATURAL**  
(ASTM D-2216)

**Características**

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	568.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	566.00 gr.
N° de Recipiente	B-5
Peso de Recipiente	0.00 gr.
Porcentaje de Humedad	3.89 %

Ensayado por :




 GERENCIA DE ESTUDIOS  
 SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 TORATA, MARZO 2022



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 2060741289 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 457 MOQUEGUA

635

**PROYECTO** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.BH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** Ca-1

**PROCEDENCIA**

**CONTROL DE DENSIDADES IN SITU  
(ASTM D-1556)**

Características del Equipo	
Numero de Cono	1
Densidad de la Arena	1.320
Peso de Arena en el Embudo	1,680.0
Datos Adicionales	
Peso de Tara	185.00
Gs grava	2.55

N° Punto	1
Material / Estructura	
Profundidad hoyo	Suelo de Fundacion
Peso Frasco + Arena	15.00
Peso Frasco + Arena Restante	6285.00
Peso Suelo Extraido + Tara	970.00
Peso Grava + tara (excedente)	5247.00
Humedad (Speedy)	654.00
	3.89
Peso Arena Usada	3635.00
Peso Suelo Extraido	5062.00
Peso grava (excedente)	469.00
Volumen de la Cavidad	2753.79
Densidad húmeda	1.787
Densidad seca	1.720

Ensayado por :



C1  
SUBGERENCIA DE ESTUDIOS  
MOQUEGUA  
RUC N° 2060741289



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOR DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASesorIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20807412999 CEL. N° 953948424 CALLE AREQUIPA N° 637 MOQUEGUA

**PROYECTO :** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANCO

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA :** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA :** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA :** Cn-2

**PROCEDENCIA:**

PMT (gr) : 13895.00  
 FINOS (gr) : 615.00

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION**  
 (ASTM D2216-D421-D4316-D4387)

TAMIZ	mm	% Retenido	% Acumulado	% Pasante
3"	76.20	0.00	0.00	100.0
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	100.0
2"	50.80	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	38.10	8.09	8.09	91.9
1"	25.40	11.08	19.17	80.8
3/4"	19.05	5.36	24.53	75.5
1/2"	12.70	6.23	30.76	69.2
3/8"	9.53	3.65	36.41	63.6
N° 4	4.75	8.26	45.67	54.3
N° 10	2.00	10.50	56.18	43.8
N° 20	0.84	12.05	68.26	31.7
N° 40	0.425	7.56	75.82	24.2
N° 60	0.25	2.06	77.87	22.1
N° 100	0.148	2.90	80.77	19.2
N° 200	0.074	2.48	83.25	16.7

**MATERIAL :** Cn-2

**SUCS :** GC

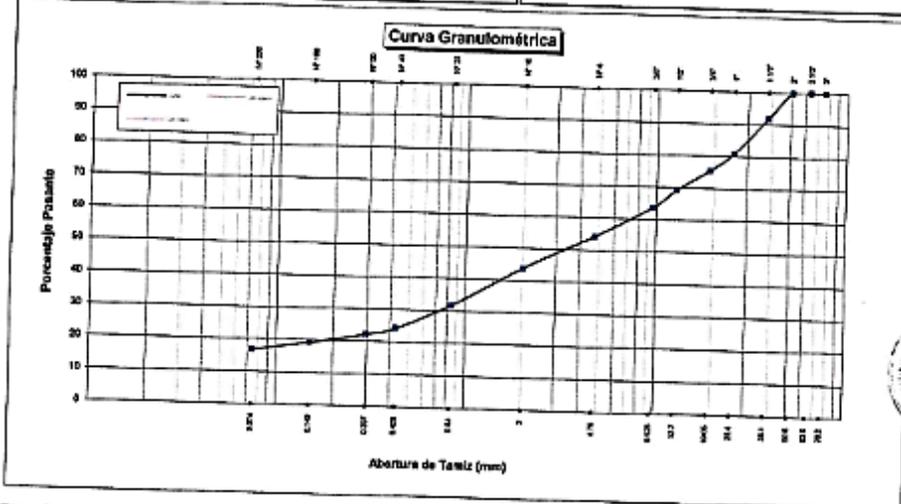
**AASHTO :** A-2-6

Cu : 173.74  
 Cc : 1.64

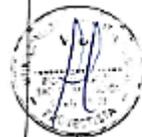
Lm Líquido : 32  
 Lm Plástica : 15  
 Ind. Plástica : 17

% Grava : 45.7  
 % Arena : 37.6  
 % Finos : 16.7

**OBSERVACIONES**  
 ESTE SUELO ESTA CONFORMADO POR GRAVAS ARCILLOSAS  
 MEZCLA DE GRAVA-ARENA-ARCILLA



Ensayado por :



*[Firma]*  
 ING. ZAPATA  
 202009



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENLAVES DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2006741299 - CBL N° 953048424 - CALLE AREQUIPA N° 457 - MOQUEGUA

**PROYECTO :** RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO  
**UBICACIÓN :** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA  
**SOLICITA :** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**FECHA :** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA :** Cn-2  
**PROCEDENCIA:**

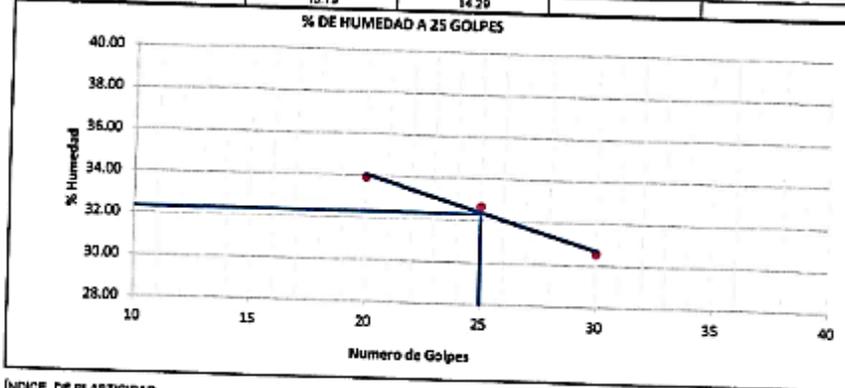
**LÍMITES DE ATTERBERG**  
(ASTM D423 - D424)

**LÍMITE LÍQUIDO**

Ensayo N°	1	2	3
N° Recipiente	9	10	7
Peso Recipiente	22.50	24.39	22.48
N° Golpes	20	25	30
Peso Recipiente + Suelo húmedo	54.25	54.66	58.43
Peso Recipiente + Suelo seco	46.21	47.20	50.01
Humedad	33.91	32.68	30.95
Lm. Líquido	33.01	32.68	31.24

**LÍMITE PLÁSTICO**

Ensayo N°	1	2
N° Recipiente	1	5
Peso Recipiente	7.45	7.41
Peso Recipiente + Suelo húmedo	10.07	10.65
Peso Recipiente + Suelo seco	10.49	10.42
Humedad	15.79	14.29



**ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

Límite Líquido promedio	32 %
Límite Plástico promedio	15 %
Índice Plástico	17 %

Ensayado por :



**GROVER P. RIVERA ZAPATA**  
 ING. CIVIL CIP. 70590



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20607412899 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** : RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA  
**SOLICITA** : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**FECHA** : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA** : Cn-2

**PESO ESPECÍFICO GRAVA**  
(ASTM D-854)

Procedencia :

**Características**

Peso muestra sumergida	541.00 gr.
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	895.00 gr.
Peso muestra seca	882.00 gr.
Peso específico aparente	2.587 gr. / cm <sup>3</sup>
Peso específico masivo (BULK)	2.492 gr. / cm <sup>3</sup>
Peso específico sat. (Sup. Seca)	2.528 gr. / cm <sup>3</sup>

Ensayado por :



  
GROVER P. ARCE ZAPANA  
ING. CIVIL C.R. TORO



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20607412899 CÉL. N° 953948424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** Cn-2

**PROCEDENCIA**

**HUMEDAD NATURAL**  
(ASTM D-2216)

**Características**

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	541.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	515.00 gr.
N° de Recipiente	B-5
Peso de Recipiente	0.00 gr.
Porcentaje de Humedad	5.05 %

Ensayado por :




**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20007412699 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** Ca-2

**PROCEDENCIA**

**CONTROL DE DENSIDADES IN SITU  
(ASTM D-1556)**

**Características del Equipo**

Numero de Cono	:	1
Densidad de la Arena	:	1.320
Peso de Arena en el Embudo	:	1,680.0
<b>Datos Adicionales</b>		
Peso de Tara	:	185.00
Os grava	:	2.59

N° Punto	1
Material / Estructura	Suelo de Fundacion
Profundidad hoyo	15.00
Peso Frasco + Arena	6148.00
Peso Frasco + Arena Restante	1124.00
Peso Suelo Extraido + Tara	4866.00
Peso Grava + tara (excedente)	744.00
<b>Humedad (Speedy)</b>	<b>5.05</b>
Peso Arena Usada	3344.00
Peso Suelo Extraido	4681.00
Peso grava (excedente)	559.00
Volumen de la Cavidad	2533.33
Densidad húmeda	1.779
Densidad seca	1.693

Ensayado por :

  
  
 GROVER P. ARCE ZAVALA  
 ING. CIVIL CIP. 73889





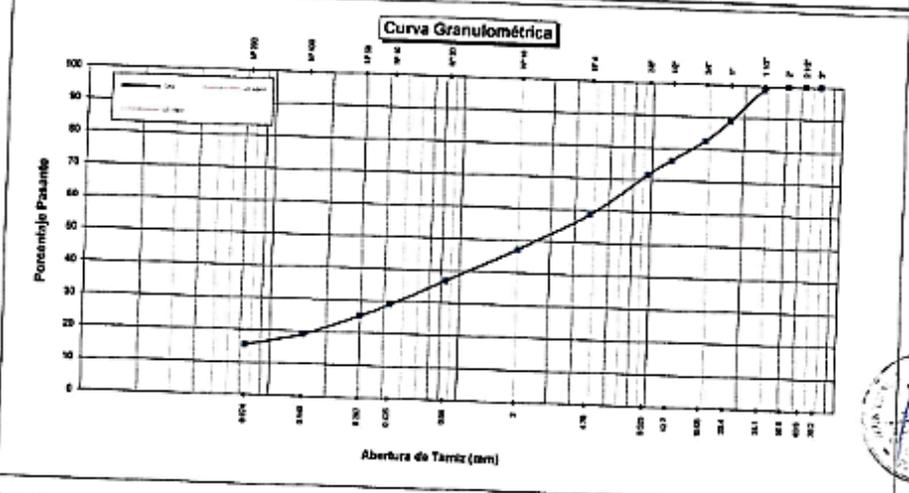
**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2060741289 CEL N° 95394424 CALLE AREQUIPA N° 697 MOQUEGUA

**PROYECTO** : RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.MH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO  
**UBICACION** : DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA  
**SOLICITA** : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**FECHA** : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA** : Cn-3  
**PROCEDENCIA** :

PMT (gr) : 8732.00  
 FINOS (gr) : 611.00

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION**  
 (ASTM D2215-D421-D4318-D2487)

TAMIZ	% Retenido	% Acumulado	% Pasante	MATERIAL
Nombre	mm			Cn-3
3"	76.20	0.00	100.0	SUCS : SC AASHTO : A-2-B Cu : 109.14 Cc : 0.91 Lim Líquido : 34 Lim Plástico : 17 Ind Plasticidad : 17 % Grava : 41.3 % Arena : 43.3 % Finos : 15.4 OBSERVACIONES ESTE SUELO ESTA CONFORMADO POR GRANAS ARCILLOSAS MEZCLA DE GRAVA-ARENA-ARCILLA
2 1/2"	63.50	0.00	100.0	
2"	50.80	0.00	100.0	
1 1/2"	38.10	1.07	98.9	
1"	25.40	10.05	89.9	
3/4"	19.05	8.24	91.76	
1/2"	12.50	6.29	93.71	
3/8"	9.53	4.85	95.15	
N° 4	4.75	13.00	87.00	
N° 20	2.00	11.45	88.55	
N° 40	0.84	10.31	89.69	
N° 60	0.425	7.93	92.07	
N° 100	0.25	3.78	96.22	
N° 200	0.075	3.70	96.30	



Ensayado por

*[Firma]*  
 ROGER P. ARCE ZAPATA  
 ING. CIVIL CIP. 73505





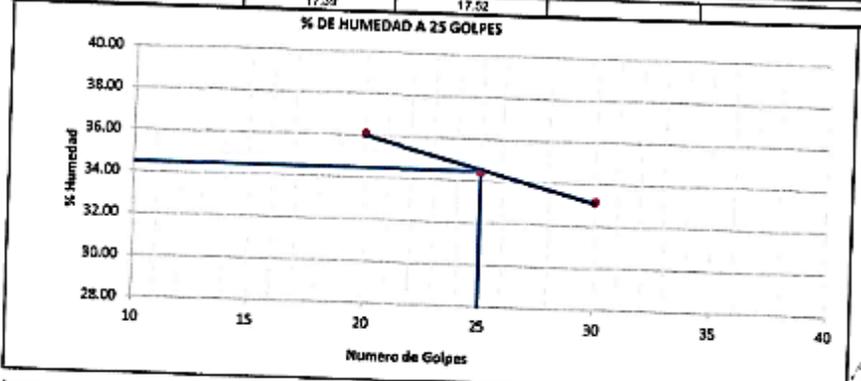
**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2007412899 CEL. N° 95384624 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO :** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO  
**UBICACIÓN :** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA  
**SOLICITA :** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**FECHA :** TORATA 28 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA :** Cn-3  
**PROCEDENCIA:**

**LIMITES DE ATTERBERG**  
(ASTM D423 - D424)

LÍMITE LÍQUIDO				
Ensayo N°	1	2	3	
N° Recipiente	2	4	5	
Peso Recipiente	20.78	20.84	22.78	
N° Golpes	25	25	30	
Peso Recipiente + Suelo húmedo	50.85	56.88	54.66	
Peso Recipiente + Suelo seco	49.35	47.65	46.00	
Humedad	38.06	34.43	33.14	
Lím Líquido	35.10	34.43	33.88	

LÍMITE PLÁSTICO				
Ensayo N°	1	2		
N° Recipiente	4	10		
Peso Recipiente	7.24	7.62		
Peso Recipiente + Suelo húmedo	10.48	10.84		
Peso Recipiente + Suelo seco	10.00	10.36		
Humedad	17.39	17.52		



INDICE DE PLASTICIDAD	
Límite Líquido promedio	34 %
Límite Plástico promedio	17 %
Índice Plástico	17 %

Ensayado por :

**JOSEPH R. ARCE ZACATA**  
 ING. CIVIL CIP 70563




**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS.  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20607412699 CEL. N° 957949424 CALLE ARQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** : RENOVACION DE PISTA: EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** : Cn-3

**PESO ESPECIFICO GRAVA**  
(ASTM D-854)

Procedencia :

**Características**

Peso muestra sumergida	878.00 gr.
Peso muestra húmeda (Sup. Seca)	1465.00 gr.
Peso muestra seca	1448.00 gr.
Peso específico aparente	2.540 gr. / cm <sup>3</sup>
Peso específico masivo (BULK)	2.467 gr. / cm <sup>3</sup>
Peso específico sat. (Sup. Seca)	2.496 gr. / cm <sup>3</sup>

Ensayado por :



GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA  
ING. CIVIL CIP. 70069


**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20007412899 CEL. N° 953049424 CALLE AREQUIPA N° 637 MOQUEGUA

**PROYECTO** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.IH.H. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** Cn-3

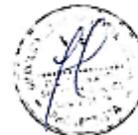
**PROCEDENCIA**

**HUMEDAD NATURAL**  
(ASTM D-2216)

**Características**

Peso de Muestra Humedad + Recipiente	631.00 gr.
Peso de Muestra Seca + Recipiente	611.00 gr.
N° de Recipiente	B-5
Peso de Recipiente	0.00 gr.
Porcentaje de Humedad	3.27 %

Ensayado por :



GRIGEN PACHE ZAVOLA  
ING. CIVIL CIP. 70886

625



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20007412899 CEL. N° 953940424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**PROYECTO** RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA.HH. CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO

**UBICACIÓN** DISTRITO DE TORATA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA

**SOLICITA** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

**FECHA** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022

**CALICATA** Co-3

**PROCEDENCIA**

**CONTROL DE DENSIDADES IN SITU  
(ASTM D-1558)**

Características del Equipo	
Numero de Cono	1
Densidad de la Arena	1.320
Peso de Arena en el Embudo	1,680.0
Datos Adicionales	
Peso de Tara	185.00
Gs grava	2.54

N° Punto	1
Material / Estructura	Suelo de Fundacion
Profundidad hoyo	15.00
Peso Frasco + Arena	6243.00
Peso Frasco + Arena Restante	1255.00
Peso Suelo Extraido + Tara	4875.00
Peso Grava + tara (excedente)	744.00
Humedad (Speedy)	3.27
Peso Arena Usada	3308.00
Peso Suelo Extraido	4690.00
Peso grava (excedente)	559.00
Volumen de la Cavidad	2506.06
Densidad húmeda	1.807
Densidad seca	1.750

Ensayado por :



  
**GRISEL P. ARCE ZARZA**  
 ING. CIVIL CIP. 70009



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20607412899 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

624

**ENSAYOS DE CBR**



*CS*  
INGENIERO B. ARCE ZAGARRA  
P.O. BOX 1000



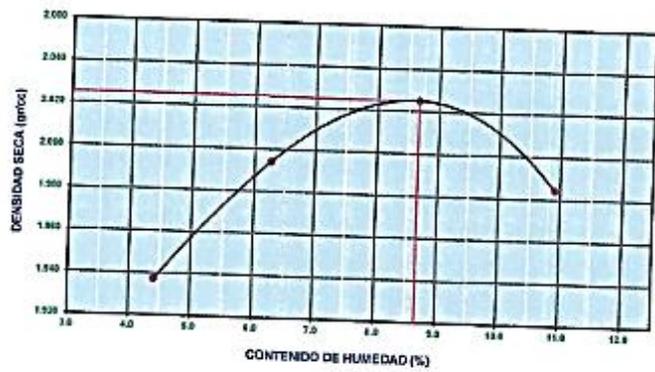
**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASesorIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20697412999 CEL. N° 953949434 CALLE AREQUIPA N° 697 MOQUEGUA

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
(NORMA MTC E - 115)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACION : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CALICATA : Cn-1

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (gr):		METODO		°C
2123.07	4	8	8	10	
NUMERO DE ENSAYOS	8394.00	9398.00	9773.00	9772.00	
PESO SUELO + MOLDE	4294	4486	4673	4672	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2.025	2.110	2.201	2.201	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro	S	P1	P5	2	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	487.85	477.85	405.28	450.87	
PESO SUELO SECO + TARA	456.01	460.48	387.44	478.29	
PESO DE LA TARA	187.24	183.24	181.76	224.16	
PESO DE AGUA	11.8	17.4	17.8	22.3	
PESO DE SUELO SECO	268.8	277.2	205.7	254.1	
CONTENIDO DE AGUA	4.41	6.27	8.67	10.81	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.937	1.984	2.025	1.984	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.025	HUMEDAD OPTIMA:			8.67 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**



GONZALEZ P. ANGELO  
 TECNICO EN ENSAYOS DE SUELOS



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOR DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS.  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASISTORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20037412899 CEL. N° 953294924 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 (NORMA MTC E - 132)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACION : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CALICATA : **Cn-1**

Molde N°	18		20		X1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	58		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + Suelo húmedo	11702	11766	11598	11748	11272	11480
Peso de molde (gr)	7097	7097	7215	7215	7080	7080
Peso del suelo húmedo (gr)	4605	4669	4383	4533	4192	4400
Volumen del molde (cc)	2119	2119	2106	2106	2123	2123
Densidad húmeda (gr/cc)	2.173	2.213	2.081	2.152	1.975	2.073
% de humedad	7.30	11.14	6.91	12.85	7.70	14.52
Densidad seca (gr/cc)	2.025	1.991	1.945	1.907	1.894	1.810
Tarro N°	7	7	16	2	X12	8
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	169.1	500.0	169.2	500.0	157.0	500.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	157.0	449.9	153.3	443.1	145.8	436.6
Peso del Agua (gr.)	11.5	50.1	10.9	56.9	11.2	63.4
Peso del tarro (gr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr.)	157.0	449.9	153.3	443.1	145.8	436.6
% de humedad	7.30	11.14	6.91	12.85	7.70	14.52
Promedio de Humedad (%)	7.30	11.14	6.91	12.85	7.70	14.52

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACION**

PENETRACION PNB	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE N° 18				MOLDE N° 20				MOLDE N° X1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		lb/cm²	kg/cm²	kg/cm²	%	Dial (mm)	kg/cm²	kg/cm²	%	Dial (mm)	kg/cm²	kg/cm²	%
0.000	0	0			0	0			0	0			
0.025	212	5			122	3			105	2			
0.050	463	11			292	7			235	6			
0.075	762	18			476	11			365	9			
0.100	70.3	1008	26	25.3	36.0	607	16	16.1	22.9	500	12	13.2	16.8
0.150	105.5	2398	41	50.8	53.0	1123	28			776	18		
0.200		3107	73			2083	42	37.4	35.4	1088	26	26.5	25.1
0.300		3628	87			2532	59			1379	32		
0.350		4245	100			2903	69			1629	38		
0.400		4768	112			3238	76			1846	43		
0.450		5186	122			3593	82			2031	48		
0.500		5489	128			3660	86			2182	51		



GROVE R. ANGE ZAVOLA  
 ING. CIVIL CIP 20000

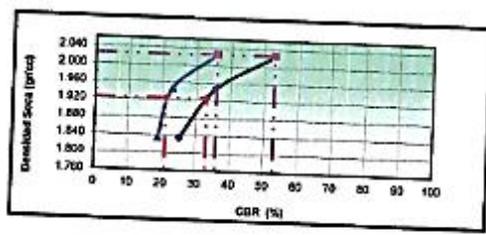


**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASesorIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20607412099 CEL. N° 953949424 CALLE ARGQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
 (NORMA MTC E - 132)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA EN EL (L-A) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACION : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 CALICATA : Cn-1

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

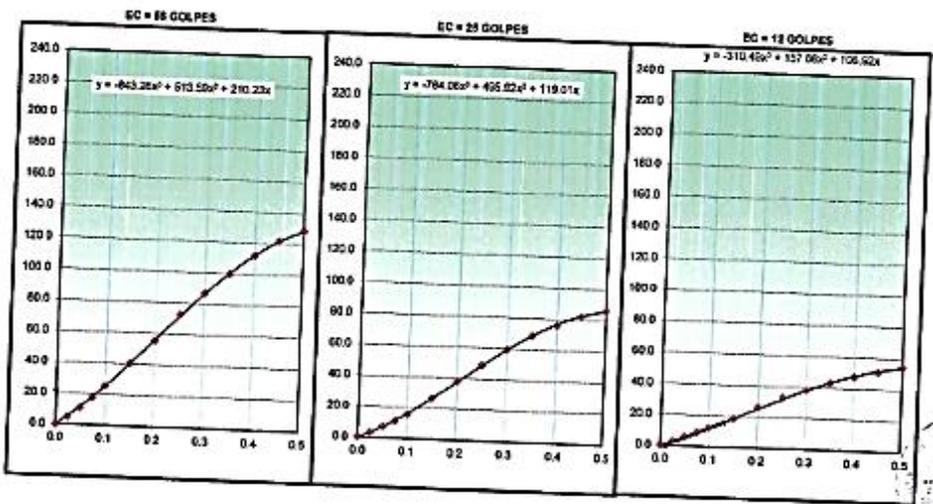


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1%	38.0	0.2%	53.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1%	21.0	0.2%	33.0

**Datos del Proctor**

Densidad Seca	2.026	g/cm³
Optimo Humedad	8.87	%

OBSERVACIONES:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



*[Signature]*  
 GILBERTO R. ANGELOTTI  
 INGENIERO CIVIL CIP. 79505



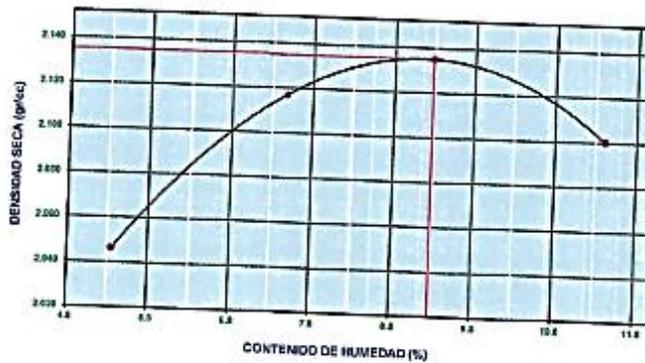
**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2000741299 CÉL. N° 95394942 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
 (NORMA MTC E - 115)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CALICATA : CN 2

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2101 922	PESO DEL MOLDE (gr) :		5305	METODO	%
NÚMERO DE ENSAYOS	4	8	8	8	10	
PESO SUELO + MOLDE	8984	10146	10268	10268	10260	
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	4538	4780	4912	4924		
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	2.158	2.275	2.334	2.339		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	5	P1	P5	2		
PESO SUELO HÚMEDO + TARA	410.8	488.9	464.8	440.1		
PESO SUELOS SECO + TARA	399.0	408.0	440.5	414.0		
PESO DE LA TARA	178.9	188.7	184.8	185.9		
PESO DE AGUA	11.8	20.9	23.8	26.1		
PESO DE SUELO SECO	220.1	279.3	256.0	228.1		
CONTENIDO DE AGUA	5.35	7.48	9.28	11.42		
PESO VOLUMÉTRICO SECO	2.046	2.117	2.135	2.100		
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.135	HUMEDAD ÓPTIMA: 9.28 %				

GRAFICO DEL PROCTOR



*[Handwritten signature]*  
 GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA  
 REG. ÚNICO CIP. 70003



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20407412838 C.E.L. N° 953740424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**(NORMA MTC E - 132)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACION : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CALICATA : CN 2

Molde N°	2		3		4	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	12743	12550	12788	12998	11190	11484
Peso de molde (gr.)	7902	7902	8100	8100	6739	6739
Peso del suelo húmedo (gr.)	4841	4648	4688	4898	4451	4745
Volumen del molde (cc)	2123	2123	2123	2123	2114	2114
Densidad húmeda (gr/cc)	2.280	2.231	2.203	2.307	2.105	2.245
% de humedad	6.86	19.88	5.93	20.04	6.41	22.88
Densidad seca (gr/cc)	2.134	1.945	2.084	1.922	1.978	1.827
Tarro N°	P4	F12	7	F1	X12	1
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	152.3	500.0	105.4	500.0	136.8	500.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	142.5	417.1	158.2	418.5	128.5	408.0
Peso del Agua (gr.)	9.8	82.9	9.3	83.5	8.2	93.1
Peso del tarro (gr.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr.)	142.5	417.1	158.2	418.5	128.5	408.0
% de humedad	6.86	19.88	5.93	20.04	6.41	22.88
Promedio de Humedad (%)	6.86	19.88	5.93	20.04	6.41	22.88

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACION**

PENETRACION psi/g	CARGA \$TAND. kg/cm2	MOLDE N° 2				MOLDE N° 3				MOLDE N° 4			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		libras	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (psi)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (psi)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.050		0	0			0	0			0	0		
0.025		154	4			100	2			60	2		
0.050		302	8			211	5			154	4		
0.075		681	10			394	9			284	7		
0.100	70.3	907	21	22.0	91.3	588	14	13.4	19.0	389	9	9.1	12.0
0.150		1547	35			942	22			594	14		
0.200	105.5	2177	51	61.4	48.7	1429	34	33.4	31.6	907	21	21.1	20.0
0.250		2805	80			1902	45			1195	28		
0.300		3507	82			2351	55			1440	34		
0.350		4054	95			2752	65			1665	39		
0.400		4585	108			3057	72			1850	43		
0.450		5005	117			3322	78			2001	47		
0.500		5328	124			3479	82			2147	50		



*[Handwritten Signature]*  
 ING. CIVIL CIP. 73335

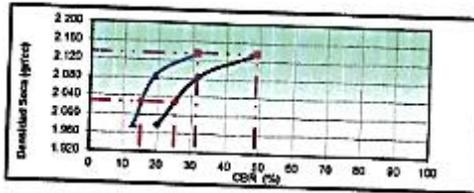


**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASesorIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2007412899 CEL. N° 95394214 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**(NORMA MTC E - 132)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HII CERRO PAUL, EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACION : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CALICATA : CN 2

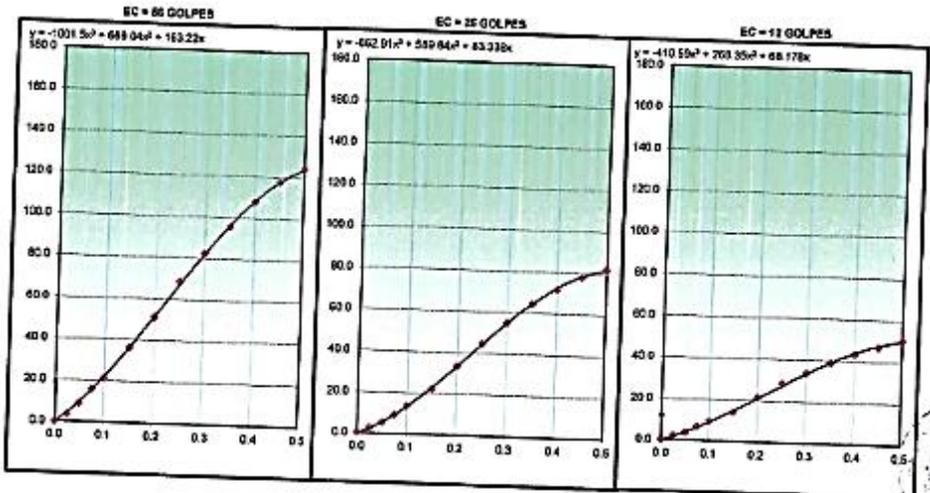
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R AL 100% DE M.D.S. (1%)	0.1"	31.3	0.1"	48.7
C.B.R AL 95% DE M.D.S. (4%)	0.1"	15.0	0.2"	25.0

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.135 g/cm³
Optimo Humedad	9.28 %

OBSERVACIONES:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



  
 ING. CIVIL C.R. TORRES

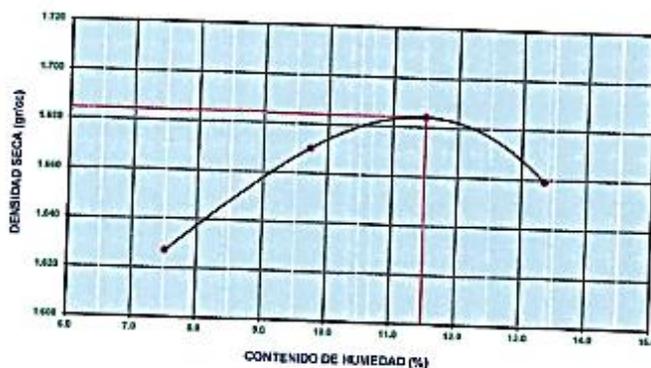

**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20697412899 CEL. N° 953949424 CALLE ARRIQUITA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
(NORMA MTC E - 115)**

**OBRA :** RENOVACION DE PISTA; EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
**SOLICITA :** DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
**FECHA :** SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
**MUESTRA :** TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
**CALICATA :** Cn-3

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2123.05	PESO DEL MOLDE (gr.) :		5100	METODO	C*
NUMERO DE ENSAYOS		6	8	10	12	
PESO SUELO + MOLDE		8813	8991	9087	5092	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		3713	3891	3987	3982	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO		1.749	1.833	1.878	1.880	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE No.		5	P1	P5	2	
PESO SUELO HUMEDO + TARA		447.9	418.6	418.3	431.3	
PESO SUELOS SECO + TARA		430.5	392.8	383.7	402.1	
PESO DE LA TARA		198.5	158.9	179.9	183.2	
PESO DE AGUA		17.4	22.8	24.6	29.2	
PESO DE SUELO SECO		232.0	234.0	213.9	218.9	
CONTENIDO DE AGUA		7.51	9.72	11.50	13.35	
PESO VOLUMETRICO SECO		1.627	1.670	1.684	1.659	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.684			HUMEDAD OPTIMA:		11.50 %

**GRAFICO DEL PROCTOR**


  
 ING. CIVIL CIP. 70004



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 2000741289 TEL. N° 953940424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**(NORMA MTC E - 132)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAUL, EN LA LOCALIDAD YACANCO.  
 DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CALICATA : **Cn-3**

	13		6		1	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	13		6		1	
N° Capa	5		5		5	
Cómpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + Suelo húmedo	10837	11001	10888	11108	11560	11832
Peso de molde (gr)	6916	6916	6997	6997	7869	7869
Peso del suelo húmedo (gr)	3921	4085	3891	4111	3691	3963
Volumen del molde (cc)	2105	2105	2123	2123	2123	2123
Densidad húmeda (gr/cc)	1.863	1.941	1.833	1.939	1.738	1.867
% de humedad	10.63	13.62	10.49	14.26	9.06	10.25
Densidad seca (gr/cc)	1.684	1.708	1.659	1.686	1.593	1.608
Tarro N°	X2	G1	X12	F1	X10	B1
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	137.3	427.6	132.4	440.9	139.8	438.0
Tarro + Suelo seco (gr.)	126.4	403.2	122.2	411.1	130.2	404.6
Peso del Agua (gr.)	10.8	24.4	10.3	29.9	9.7	34.2
Peso del tarro (gr.)	24.6	284.2	24.5	209.0	23.0	193.9
Peso del suelo seco (gr.)	101.6	179.0	97.7	201.1	106.2	210.7
% de humedad	10.63	13.62	10.49	14.26	9.06	10.25
Promedio de Humedad (%)	10.63	13.62	10.49	14.26	9.06	10.25

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 13				MOLDE N° 6				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		libras	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dial)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (dial)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		232	5			142	3			125	3		
0.050		463	11			312	7			255	6		
0.075		782	18			495	12			395	9		
0.100	70.3	1095	24	25.3	36.0	687	16	16.6	23.6	620	12	12.4	17.7
0.150		1740	41			1143	27			795	19		
0.200	103.5	2370	56	66.0	53.1	1630	38	37.9	36.0	1108	26	25.8	24.5
0.250		3127	73			2103	49			1399	33		
0.300		3708	87			2552	60			1649	39		
0.350		4265	100			2993	69			1896	44		
0.400		4786	112			3258	76			2051	48		
0.450		5206	122			3523	83			2202	52		
0.500		5498	129			3680	86			2348	55		

*(Handwritten signature)*  
 ING. EDUARDO ARCE ZAVITA  
 ING. CIVIL CIP. 70300

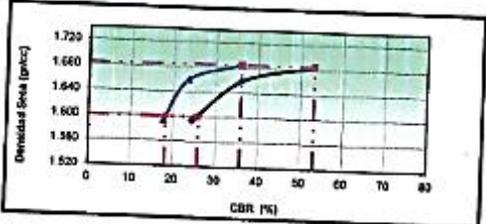


**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**  
 PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
 ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
 RUC N° 20027412033 CEL. N° 953943424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
(NORMA MTC E - 132)**

OBRA : RENOVACION DE PISTA, EN EL (LA) CALLE SANTA FORTUNATA DEL AA. HH CERRO BAIL, EN LA LOCALIDAD YACANGO.  
 UBICACION : DISTRITO DE TORATA - PROVINCIAL DE MARISCAL NIETO - DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA  
 SOLICITA : SUB GERENCIA DE ESTUDIOS  
 FECHA : TORATA 26 DE MARZO DEL 2022  
 MUESTRA :  
 CACATA : Cr-3

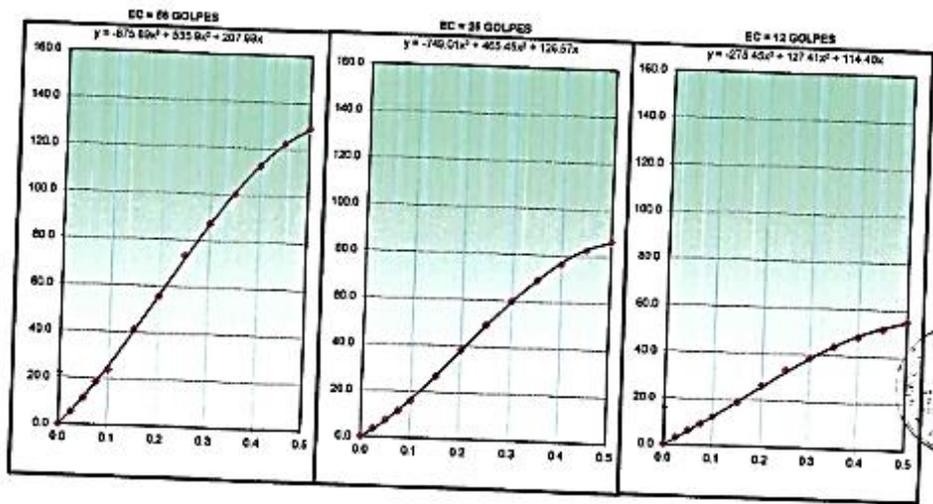
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S (%)	0.1%	38.0	0.2%	53.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S (%)	0.1%	18.2	0.2%	28.0

Datos del Proctor	
Densidad Seca	1.684 g/cm³
Óptimo Humedad	11.50 %

OBSERVACIONES:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.  
 RUC N° 20027412033



**AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L.**

PROYECTOS DE INGENIERIA, ESTUDIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS - CONCRETOS,  
ENSAYOS DE LABORATORIO, ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD EN OBRA  
RUC N° 20607412899 CEL. N° 953949424 CALLE AREQUIPA N° 657 MOQUEGUA

607

## **CALIBRACION DE EQUIPOS**



**SBJ**

SBJ SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

RUC N° 20449243154 TELEFONO: #953949424

**ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

Mediante el presente documento COMPROMISO DE ALQUILER que celebra la Empresa SBJ. SERVICIOS GENERALES E.I.R.L. CON RUC 20449243154 con domicilio en la Av. Andrés Avelino Cáceres S/N Samegua como representante legal SANDRO VALOIS BELLANO JAVERA identificado con DNI 04430634, y la empresa AGORA COMERCIOS Y SERVICIOS MULTIPLES E.I.R.L. representada por XIOMARA ELENA VELASQUEZ VILCHEZ identificado con DNI 72610731 representante legal CON RUC 20607412899 con domicilio legal en la calle Arequipa N° 657 del Cercado de Moquegua, se compromete a alquilar Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos y utilizar sus ambientes de su Laboratorio, para realizar diferentes tipos de ensayos y Estudios de suelos de Laboratorio.

Para mayor veracidad y cumplimiento sello y firma de los representantes de las empresas

SBJ SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
RUC. 20449243154  
SANDRO V. BELLANO JAVERA  
GERENTE  
SANDRO VALOIS BELLANO JAVERA  
Representante Legal  
XIOMARA ELENA VELASQUEZ VILCHEZ  
GERENTEXIOMARA ELENA VELASQUEZ VILCHEZ  
Representante Legal

Moquegua Febrero del 2022



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.**  
Laboratorio de calibración de instrumentos de medición

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**Código del certificado**  
**OT - 103 - 2020**

Pág. 1 de 3

**Fecha de calibración:** 2020-12-23

**Instrumento:** COPA CASAGRANDE

**Marea:** PINZUAR

**Modelo :** PS11

**N° de Serie:** 1005

**Identificación:** No indica

**Contador:** Analógica

**Solicitante:** SBJ SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

**Dirección solicitante:** Av. A.A. Cáceres N° S/N Dpto. S/N, Samegua, Mariscal Nieto - Moquegua.

**Expediente:** E1827-2209A-2020

**Lugar de calibración:** Laboratorio de LO JUSTO S.A.C.

**Número de páginas:** 03 Pág.

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el instrumento u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL. Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del instrumento. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.

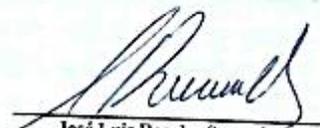
LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración es un documento de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.

El certificado de calibración no es válido sin la firma de alguno de los siguientes: Gerente General, Gerente de Operaciones, Supervisor de Operaciones de LO JUSTO S.A.C. El documento tiene un sello de agua y

Arequipa, 23 de Diciembre 2020



  
**José Luis Rosales Saavedra**  
Supervisor de Operaciones  
LO JUSTO S.A.C.



Etiqueta de calibración N° 70798

ISO / IEC 17025

S 085839

Código del certificado  
OT - 103 - 2020

Pág. 2 de 3

**Procedimiento de Medida:**

Se empleó el método de medición directa y Norma ASTM D-4318 y AASHTOT89

**Instrumentos Empleados:**

- Termohigrómetro marca ETI Ltd., con certificado de calibración TE-213-2020.
- Vernier digital con resolución de 0,01 mm, con certificado de calibración MLP-001-2020.
- Cinta métrica Clase I de 1 mm, con certificado de calibración LLA-068-2018.
- Balanza Mettler Toledo SG32001 con certificado de calibración IB-702-2019.

**Condiciones Ambientales:**

- Temperatura Ambiente: 20,7 °C ± 0,7 °C
- Humedad Relativa: 30 % ± 3 %

**RESULTADOS DE LA MEDICIÓN**

**- Base**

Medida	Valor Nominal	Valor Medido	Incertidumbre	Tolerancia
Largo ( mm )	150,0	152,10	0,03	± 2,0
Ancho ( mm )	125,0	125,96	0,03	± 2,0
Altura ( mm )	50,0	50,87	0,03	± 2,0

**- Taza**

Medida	Valor Nominal	Valor Medido	Incertidumbre	Tolerancia
Masa ( g )	200,0	202,9	0,1	± 15,0
Diámetro ( mm )	108,0	108,72	0,02	± 0,5
Profundidad ( mm )	27,0	26,48	0,01	± 0,5
Espesor ( mm )	2,0	1,87	0,06	± 0,1
Deja Caer ( mm )	10,0	10,00	0,01	---
Diámetro huella ( mm )	< 10	7,04	0,02	---

LOJUSTO S.A.C.



ISO / IEC 17025

S 085840

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.  
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de Masa

Código del certificado  
IB-592-2020

1 de 5

Fecha de calibración: 2020-12-21

Instrumento de medida: Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático

Marca: Ohaus

Modelo: EB30

Número de Serie: 8032132537

Identificación: No indica

Procedencia: China

Capacidad máxima: 30000 g

División de escala: 1 g

Div. Escala de verificación: 1 g

Tipo: Electrónica

Clase de exactitud: No indica

Solicitante: SBJ SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

Dirección solicitante: Av. A.A. Cáceres N° S/N Dpta S/N, Samegua, Mariscal Nieto - Moquegua  
05 Páginas

Número de páginas:

Expediente: E1827-2209A-2020

Lugar de calibración: Laboratorio de Masa de LO JUSTO S.A.C.

Los datos del presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos solo para el equipo u objeto calibrado, no pudiendo extender sus resultados a ninguna otra unidad o lote que no haya sido calibrado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad.

Este certificado de calibración es trazable a los patrones de referencia de INACAL. Las frecuencias de calibración son determinadas por el usuario del equipo.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.

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

El certificado de Calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles de la materia. Sin perjuicio de lo señalado dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección del consumidor y las que regula la libre competencia.

El Certificado de calibración no es válido sin la firma del Gerente General, Gerente Operaciones, Supervisor de Operaciones de LO JUSTO S.A.C y Supervisor de Laboratorio. El documento tiene un sello de agua y holograma de seguridad.

Revisado:

Arequipa, 21 de Diciembre 2020

Amalcar Mechaca Ancasi  
Supervisor del laboratorio

José Luis Rosales Saavedra  
Supervisor de Operaciones  
LO JUSTO S.A.C.



PI02-INRE CB-01-C Ed 03

Etiqueta de calibración N° 70332 y N° 005217

A 147406

Laboratorio de Masa

Código del certificado  
IB-592-2020

3 de 5

Resultados antes del ajuste:

Masa Convencional g	Lectura Instrumento g	Error	
		g	%
5 000	4 995	-5	-0,100
10 000	9 990	-10	-0,100
15 000	14 986	-14	-0,093
30 000	29 972	-28	-0,093

Ajuste se realizó con pesa:

Interna del equipo	
Del solicitante	
Externa al cliente *	X
Excentricidad	
Repetibilidad	
Linealidad	
Spom	X

\* de propiedad de Lo Justo S.A.C.

INSPECCION VISUAL

PRUEBA	RESULTADO
1. Ajuste de cero	Tiene
2. Oscilación libre	Tiene
3. Plataforma	Tiene
4. Sistema de traba	No Tiene

PRUEBA	RESULTADO
5. Escala	No tiene
6. Cursor	No tiene
7. Nivelación	Tiene

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Inicial		Final	
°C	% HR	°C	% HR
21,4	25	21,8	25

Medición N°	CARGA E1 = 15 000 g			CARGA E2 = 30 000 g		
	g	g	%	g	g	%
1	15 000	0,4	0,1	30 000	0,5	0,2
2	15 001	0,9	0,6	30 000	0,4	0,1
3	15 000	0,4	0,1	30 000	0,3	0,2
4	15 000	0,3	0,2	30 001	0,4	1,1
5	15 000	0,4	0,1	30 000	0,3	0,2
6	15 000	0,3	0,2	30 000	0,2	0,3
7	15 001	0,8	0,7	30 000	0,4	0,1
8	15 000	0,3	0,2	30 000	0,4	0,1
9	15 000	0,3	0,2	30 001	0,8	0,7
10	15 000	0,3	0,2	30 000	0,3	0,2

E-1-10-01-L

CARGA g	Emax - Emin g
15 000	0,6
30 000	1,0



LOJUSTO S.A.C.

ISO / IEC 17025

A 147408

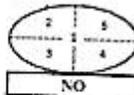
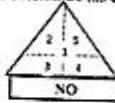
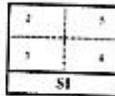
Laboratorio de Masa

Código del certificado  
IB-592-2020

4 de 5

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de las cargas



Inicial		Final	
°C	% HR	°C	% HR
21,8	25	21,9	25

Posición de la carga	DETERMINACION DE Eo				DETERMINACION DE ERROR CORREGIDO Ee				
	Carga máxima *	I g	ΔL g	Eo g	Carga I g	I g	ΔL g	E g	Ee g
1	10 g	10	0,5	0,0	10 000 g	10 000	0,6	-0,1	-0,1
2		10	0,5	0,0		10 000	0,4	0,1	0,1
3		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
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

\* Valor entre 0 y 10 g

$E = I \cdot \frac{\Delta L}{L}$

$Ee = E - Eo$

**ENSAYO DE PESAJE**

Inicial		Final	
°C	% HR	°C	% HR
21,9	25	22,0	25

CARGA I g	CARGA CRESCIENTE				CARGA DECRESCIENTE			
	I g	ΔL g	E g	Ee g	I g	ΔL g	E g	Ee g
10,0	10	0,5	0,0	0,0				
50,0	50	0,5	0,0	0,0	50	0,5	0,0	0,0
200,0	200	0,5	0,0	0,0	200	0,5	0,0	0,0
500,0	500	0,4	0,1	0,1	500	0,5	0,0	0,0
1 000,0	1 000	0,4	0,1	0,1	1 000	0,4	0,1	0,1
1 500,0	1 500	0,4	0,1	0,1	1 500	0,4	0,1	0,1
10 000,0	10 000	0,4	0,1	0,1	10 000	0,4	0,1	0,1
15 000,0	15 000	0,4	0,1	0,1	15 000	0,3	0,2	0,2
20 000,0	20 000	0,3	0,2	0,2	20 000	0,3	0,2	0,2
25 000,0	25 000	0,3	0,2	0,2	25 000	0,3	0,2	0,2
30 000,0	30 000	0,3	0,2	0,2	30 000	0,3	0,2	0,2

\* Carga para determinar Eo

$E = I \cdot \frac{\Delta L}{L}$

$Ee = E - Eo$



LOJUSTO S.A.C.

ISO / IEC 17025

A 147409

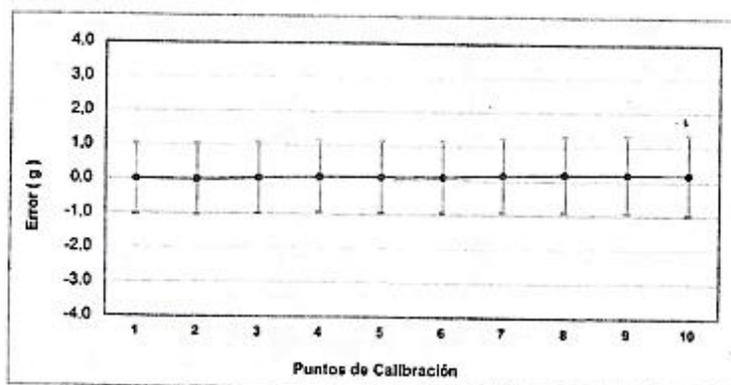
Laboratorio de Masa

Código del certificado  
IB-592-2020

5 de 5

ISO / IEC 17025

Gráfico de errores con su incertidumbre para cada punto de medición  
Ensayo de Pesaje



Fórmula para corregir la lectura indicada por el equipo.

$$R \text{ corregida} = (R - 0,000008008 \cdot R) \text{ g}$$

Fórmula para encontrar la incertidumbre expandida, con un nivel de confianza aproximado del 95 %.

$$U_R = 2 \cdot (0,2737222222 + 0,000000000077 \cdot R^2)^{1/2} \text{ g}$$

- I Lectura del instrumento
- E Error asociado
- E<sub>0</sub> Error en cero
- E<sub>c</sub> Error corregido
- I<sub>c</sub> Carga
- R Lectura en uso del instrumento de pesaje. Valor dado en g
- U<sub>R</sub> Incertidumbre expandida para una lectura en uso R



LOJUSTO S.A.C.

A 147410



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO CONCRETO RECICLADO EN EL CENTRO POBLADO DE YACANGO, DISTRITO DE TORATA - MOQUEGUA 2022", cuyos autores son BUSTAMANTE VILLANUEVA RONY OLIVER, SALAZAR DIAZ NATALY FABIOLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO <b>DNI:</b> 42203191 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 22- 11-2022 12:01:05

Código documento Trilce: TRI - 0449943