



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de concreto de baja densidad con piedra pómez para uso en  
muros no portantes en edificaciones, Sicuani, Cusco, 2021

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Ccahuantico Espirilla, Chela (ORCID: [0000-0003-0487-2204](https://orcid.org/0000-0003-0487-2204) )

Quispe Soncco, Edwin Jhon (ORCID: [0000-0002-4685-9772](https://orcid.org/0000-0002-4685-9772) )

**ASESOR:**

Mgtr. Olarte Pinares, Jorge Richard (ORCID: [0000-0001-5699-1323](https://orcid.org/0000-0001-5699-1323) )

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Que, en reconocimiento a la Vida, a Dios y a mis padres, Félix Adrián Ccahuantico Ccasa y Juliana Espirilla Ccahuantico por la inmensa labor de haberme permitido llegar hasta aquí, a mis queridos hermanos(as) Gladys, Percy y Chari, quienes gracias a su constante apoyo y aliento me permitieron lograr mis metas, también a mis queridas hijas Maytte y Clhoe, quienes son mi principal motivo e inspiración para dar constancia y cumplimiento a todas mis metas.

### **Chela Ccahuantico Espirilla**

Dedico la presente tesis a Dios, mi Querida Madre Cecilia Soncco Quispe, a mi padre Sinforoso Quispe Mendoza, a todos mis hermanos(as) quienes con todo su apoyo y aliento constante motivaron mis días para seguir y concretar mi anhelo de ser profesional. A todos mis sobrinos(as) a quienes les recuerdo que depende de cada uno para forjar su propio camino con dedicación y esfuerzo que todo es posible.

### **Edwin Jhon Quispe Soncco**

## **Agradecimiento**

A mis queridos padres Félix Adrián Ccahuantico Ccasa y Juliana Espirilla Ccahuantico por guiarme desde mi niñez brindándome sabiduría, por todo su apoyo incondicional durante mi formación como persona, a mis docentes quienes fueron guía en mi formación académica, a mis hermanos(as) por todo el apoyo y permanecer siempre al pendiente mío, a mis hijas Maytte y Clhoe por ser mi motivo y a la Universidad Cesar Vallejo por permitirme lograr esta meta.

### **Chela Ccahuantico Espirilla**

Agradezco a Dios por darme esta oportunidad de seguir en vida, a mis padres Cecilia Soncco Quispe y Sinfonso Quispe Mendoza por todo el apoyo incondicional quienes desde mi niñez forjaron mi camino frente a cualquier adversidad cuidándome y guiándome siempre, a mis hermanos(as) quienes siempre estuvieron a lado mío, a mis Hijas Ariana y Ayris por ser motivo e inspiración y a la Universidad Cesar Vallejo por darme esta oportunidad de concretar mi formación como profesional.

### **Edwin Jhon Quispe Soncco**

## Índice de Contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipos y Diseño de Investigación.....	15
3.2 Variables, Operacionalización .....	16
3.3 Población, muestra y muestreo .....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos .....	18
3.5 Procedimientos .....	20
3.6 Método de análisis de datos.....	52
3.7 Aspectos éticos .....	53
IV. RESULTADOS.....	54
V. DISCUSIÓN .....	108
VI. CONCLUSIONES .....	111
VII. RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS .....	113
ANEXOS.....	120

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Operacionalización</i> .....	17
<b>Tabla 2.</b> <i>Factor de seguridad</i> .....	44
<b>Tabla 3.</b> <i>Contenido de aire atrapado</i> .....	45
<b>Tabla 4.</b> <i>Volumen Unitario del Agua</i> . ....	45
<b>Tabla 5.</b> <i>Relación agua cemento por resistencia</i> . ....	46
<b>Tabla 6.</b> <i>Relación agua cemento por resistencia</i> . ....	46
<b>Tabla 7.</b> <i>Resultado análisis granulométrico Piedra triturada Quiquijana</i> .....	58
<b>Tabla 8.</b> <i>Resultado análisis granulométrico Piedra Pomez Raqchi</i> .....	59
<b>Tabla 9.</b> <i>Resultados contenidos de humedad de los agregados</i> .....	61
<b>Tabla 10.</b> <i>Resultado cantidad de finos</i> .....	63
<b>Tabla 11.</b> <i>Peso específico y Absorción de los agregados</i> .....	65
<b>Tabla 12.</b> <i>Peso unitario suelto</i> .....	67
<b>Tabla 13.</b> <i>Peso unitario compactado</i> .....	68
<b>Tabla 14.</b> <i>Abrasión de los Ángeles</i> .....	71
<b>Tabla 15.</b> <i>Comparativos relación A/C con igual dosificación</i> .....	72
<b>Tabla 16.</b> <i>Relación A/C 0.67</i> .....	73
<b>Tabla 17.</b> <i>Proporción en volumen por 1 m3</i> . ....	74
<b>Tabla 18.</b> <i>Relación A/C 0.59</i> .....	75
<b>Tabla 19.</b> <i>Proporción en volumen por 1 m3</i> . ....	76
<b>Tabla 20.</b> <i>Relación A/C 0.53</i> .....	77
<b>Tabla 22.</b> <i>Relación A/C 1.28</i> .....	79
<b>Tabla 24.</b> <i>Resistencia compresión piedra triturada y piedra pomez 140 kg/cm<sup>2</sup></i> .....	81
<b>Tabla 25.</b> <i>Resistencia compresión piedra triturada y piedra pomez 175 kg/cm<sup>2</sup></i> .....	82
<b>Tabla 26.</b> <i>Resistencia compresión piedra triturada y piedra pomez 210 kg/cm<sup>2</sup></i> .....	84
<b>Tabla 27.</b> <i>Resistencia compresión piedra pómez para unidades de albañilería</i> . .....	85
<b>Tabla 28.</b> <i>Resultados de dimensionamiento</i> .....	87
<b>Tabla 29.</b> <i>Resultados de Alabeo</i> .....	87
<b>Tabla 30.</b> <i>Resultados de Absorción</i> .....	88
<b>Tabla 31.</b> <i>Resultados de resistencia a compresión del ladrillo por unidad</i> .....	88
<b>Tabla 32.</b> <i>Resultados de compresión del ladrillo por pila</i> .....	89
<b>Tabla 33.</b> <i>Resultados de Resistencia a compresión diagonal del murete</i> .....	89

<b>Tabla 34.</b> <i>Resultados de Resistencia a flexión de la unidad de ladrillo</i> .....	90
<b>Tabla 35.</b> <i>Resumen de resultados de laboratorio</i> .....	92
<b>Tabla 36.</b> <i>Costo de concreto para 1 m<sup>3</sup></i> .....	93
<b>Tabla 37.</b> <i>Pruebas de normalidad</i> .....	95
<b>Tabla 38.</b> <i>Correlaciones</i> .....	96
<b>Tabla 39.</b> <i>Resumen de resultados de resistencia a compresión</i> .....	97
<b>Tabla 40.</b> <i>Varianza de un factor de resistencia a compresión</i> .....	97
<b>Tabla 41.</b> <i>Varianza - ANOVA de la resistencia a compresión</i> .....	97
<b>Tabla 42.</b> <i>Resumen de datos para prueba Tukey HSD (resistencia a la compresión)</i> .....	98
<b>Tabla 43.</b> <i>Prueba Tukey HSD (resistencia a compresión)</i> .....	99
<b>Tabla 44.</b> <i>Prueba de normalidad</i> .....	99
<b>Tabla 45.</b> <i>Correlaciones</i> .....	101
<b>Tabla 46.</b> <i>Resumen de resultados de la relación agua / cemento</i> .....	101
<b>Tabla 47.</b> <i>Varianza de un factor de relación agua / cemento</i> .....	102
<b>Tabla 48.</b> <i>Varianza - ANOVA de la relación agua / cemento</i> .....	102
<b>Tabla 49.</b> <i>Resumen de datos para la prueba Tukey HSD (relación agua / cemento)</i> .....	103
<b>Tabla 50.</b> <i>Prueba Tukey HSD (relación agua / cemento)</i> .....	103
<b>Tabla 51.</b> <i>Pruebas de normalidad</i> .....	104
<b>Tabla 52.</b> <i>Correlaciones</i> .....	105
<b>Tabla 53.</b> <i>Resumen de resultados de costos</i> .....	106
<b>Tabla 54.</b> <i>Varianza de un factor de costos</i> .....	106
<b>Tabla 55.</b> <i>Varianza - ANOVA de costos</i> .....	106
<b>Tabla 56.</b> <i>Resumen de datos para la prueba Tukey HSD (costos)</i> .....	107
<b>Tabla 57.</b> <i>Prueba Tukey HSD (costos)</i> .....	107

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Exploración de la cantera de piedra pómez.....	21
<b>Figura 2.</b> Exploración de la cantera de piedra pómez.....	21
<b>Figura 3.</b> Cuarteo del material. ....	22
<b>Figura 4.</b> Tamizado de la piedra grava. ....	23
<b>Figura 5.</b> Material tamizado. ....	23
<b>Figura 6.</b> Registro de pesos de la muestra. ....	24
<b>Figura 7.</b> Muestra llevada al horno a 100 °C/24 horas. ....	24
<b>Figura 8.</b> Lavado de la muestra para determinar el pasante de la malla N°200. .....	25
<b>Figura 9.</b> Grava saturada superficialmente seca. ....	26
<b>Figura 10.</b> Grava sumergida en agua a 25 °C. ....	27
<b>Figura 11.</b> Moldeado y enrazado de grava suelto y compactado. ....	28
<b>Figura 12.</b> Peso unitario suelto y compacto de la piedra pómez. ....	28
<b>Figura 13.</b> Durabilidad al sulfato de magnesio. ....	29
<b>Figura 14.</b> Ensayo de abrasión de la grava por el método B. ....	30
<b>Figura 15.</b> Tamizado para determinar los pesos y porcentaje de desgaste. ...	31
<b>Figura 16.</b> Peso de la muestra retenida por el tamiz N°12. ....	31
<b>Figura 17.</b> Cuarteo de arena gruesa. ....	32
<b>Figura 18.</b> Proceso de tamizado de la arena gruesa. ....	32
<b>Figura 19.</b> Resultado granulométrico de la arena gruesa. ....	33
<b>Figura 20.</b> Compactado con 25 golpes con varilla de 5/8" para cada 1/3 del molde Proctor para el PUC. ....	34
<b>Figura 21.</b> Enrazado de arena gruesa. ....	35
<b>Figura 22.</b> Peso de arena gruesa + recipiente. ....	35
<b>Figura 23.</b> Muestra saturada por 24 horas. ....	37
<b>Figura 24.</b> Molde de metal de forma troncocónica y compactador metálico. ...	37
<b>Figura 25.</b> Condición óptima de humedad para el ensayo. ....	38
<b>Figura 26.</b> Control de temperatura de agua. ....	38
<b>Figura 27.</b> Peso de la muestra + Fiola. ....	39
<b>Figura 28.</b> Cuarteo de la arena gruesa de la cantera de Ayaviri. ....	40
<b>Figura 29.</b> Determinación de peso con la muestra humedad. ....	40
<b>Figura 30.</b> Colocación de la muestra para su secado. ....	41
<b>Figura 31.</b> Lavado de muestra para disgregar arcilla. ....	42
<b>Figura 32.</b> Colocado de muestra al horno para su secado. ....	42

<b>Figura 33.</b> Control de temperatura de agua utilizada. ....	44
<b>Figura 34.</b> SLUMP según los diseños seleccionados. ....	48
<b>Figura 35.</b> Control de asentamientos entre 3” – 4” de acuerdo con la metodología ACI. ....	49
<b>Figura 36.</b> Proceso de rotura de briquetas en la prensa hidráulica. ....	49
<b>Figura 37.</b> Proceso de rotura de briquetas en la prensa hidráulica. ....	50
<b>Figura 38.</b> Vista de la elaboración de unidades de concreto de baja densidad. ....	50
<b>Figura 39.</b> Pilas y murete elaborado para los ensayos y verificar su comportamiento. ....	51
<b>Figura 40.</b> Verificación de dimensiones. ....	51
<b>Figura 41.</b> Verificación de dimensiones. ....	52
<b>Figura 42.</b> Mapa político Perú .....	54
<b>Figura 43.</b> Mapa departamento de Cusco .....	54
<b>Figura 44.</b> Mapa Provincia Canchis .....	54
<b>Figura 46.</b> Ubicación de la cantera de Raqchi. ....	55
<b>Figura 47.</b> Análisis granulométrico de la piedra pomez .....	57
<b>Figura 48.</b> Tamizaje de la piedra triturada .....	57
<b>Figura 49.</b> Curva Granulométrica de la piedra triturada .....	58
<b>Figura 50.</b> Curva Granulométrica de la piedra pomez. ....	59
<b>Figura 51.</b> Ensayo contenido de humedad. ....	60
<b>Figura 52.</b> Secado del agregado. ....	61
<b>Figura 53.</b> Contenido de humedad de los agregados. ....	62
<b>Figura 54.</b> Cantidad de finos de la arena gruesa. ....	62
<b>Figura 55.</b> Cantidad de finos de los agregados. ....	63
<b>Figura 56.</b> Peso específico del agregado fino.....	64
<b>Figura 57.</b> Absorción del agregado grueso piedra pomez. ....	64
<b>Figura 58.</b> Peso específico de los agregados. ....	65
<b>Figura 59.</b> Absorción de los agregados. ....	66
<b>Figura 60.</b> Peso unitario arena gruesa. ....	66
<b>Figura 61.</b> Peso unitario piedra triturada.....	67
<b>Figura 62.</b> Peso unitario suelto .....	68
<b>Figura 63.</b> Peso unitario compactado. ....	69
<b>Figura 64.</b> Método “A “Abrasión.....	70
<b>Figura 65.</b> Método “B” Abrasión.....	70
<b>Figura 66.</b> Porcentaje de desgaste.....	71

<b>Figura 67.</b> Relación de A/C de diseño. ....	72
<b>Figura 68.</b> Slump diseño.....	73
<b>Figura 69.</b> Dosificación de agregado. ....	73
<b>Figura 70.</b> relación agua - cemento efectivas .....	74
<b>Figura 71.</b> Slump de diseño.....	75
<b>Figura 72.</b> Dosificación de agregado. ....	75
<b>Figura 73.</b> relación agua - cemento efectivas .....	76
<b>Figura 74.</b> Slump diseño .....	77
<b>Figura 75.</b> Slump asentamiento.....	77
<b>Figura 76.</b> relación agua - cemento efectivas .....	78
<b>Figura 77.</b> Dosificación de la mezcla. ....	79
<b>Figura 78.</b> Slump asentamiento (consistencia).....	79
<b>Figura 79.</b> relación agua - cemento efectivas .....	80
<b>Figura 80.</b> Resistencia a compresión piedra triturada vs piedra pomez.....	81
<b>Figura 81.</b> Evolución Resistencia compresión, piedra triturada vs piedra pomez .....	82
<b>Figura 82.</b> Resistencia a compresión piedra triturada vs piedra pomez.....	83
<b>Figura 83.</b> Evolución Resistencia compresión, piedra triturada vs piedra pomez .....	83
<b>Figura 84.</b> Resistencia a compresión piedra triturada vs piedra pomez.....	84
<b>Figura 85.</b> Evolución Resistencia compresión, piedra triturada vs piedra pomez .....	85
<b>Figura 86.</b> Resistencia a compresión de testigos - piedra pómez.....	86
<b>Figura 87.</b> Evolución Resistencia compresión, piedra pómez para unidades de albañilería. ....	86
<b>Figura 88.</b> Resistencia a compresión diagonal del murete .....	90
<b>Figura 89.</b> Resistencia a flexión de la unidad de ladrillo .....	91
<b>Figura 90.</b> Costos de cada diseño por m3 .....	94

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo general diseñar un muro no portante empleando concreto de baja densidad en base a piedra pómez realizando comparaciones con diseños y resistencias de concreto convencional, cumpliendo los parámetros que indica la norma ACI, por ello se desarrolló la investigación teniendo como base un enfoque cuantitativo, siendo del tipo aplicada y de nivel explicativo causal y de un diseño cuasi experimental, contemplando como variables tanto dependiente como independiente el diseño de muro no portante y el concreto de baja densidad con piedra pómez respectivamente, con la finalidad de cumplir los límites de comportamiento del concreto de baja densidad, optimizando la relación agua cemento y logrando disminuir el costo de la obtención de un concreto funcional para muros no portantes para ello se realizó la evaluación de los diseños de 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo mejor resultado tanto en la resistencia como en la dosificación y costo de la elaboración del concreto el diseño de 140kg/cm<sup>2</sup> llegando a una resistencia de 23.8 kg/cm<sup>2</sup> que supera al límite que indica la ACI para muros no portantes cuyo límite es de 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Llegando a la conclusión que se logró cumplir con la resistencia para muros no portantes, optimizar los costos en un 45% menor que el convencional y una relación agua/cemento que fue diseñada con la finalidad de lograr un buen comportamiento ante las pruebas de laboratorio y este apta para el uso en muros no portantes considerando el uso medido de cemento y el aumento de piedra pómez en la dosificación.

**Palabras clave:** piedra pómez, resistencia a compresión, relación agua cemento, muro no portante, concreto de baja densidad.

## Abstract

The general objective of this research was to design a non-bearing wall using low-density concrete based on pumice stone, making comparisons with designs and resistances of conventional concrete, complying with the parameters indicated by the ACI standard, for this reason the research was developed based on a quantitative approach, being of the applied type and of causal explanatory level and of a quasi-experimental design, contemplating as both dependent and independent variables the design of non-bearing wall and low-density concrete with pumice stone, respectively, with the purpose of fulfilling the performance limits of low-density concrete, optimizing the water-cement ratio and managing to reduce the cost of obtaining a functional concrete for non-bearing walls. For this, the evaluation of the designs of 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup> and 210 kg/cm<sup>2</sup> obtaining better results both in resistance and in dosage and cost of the elaboration of the concrete the design of 140kg/cm<sup>2</sup> reaching a resistance of 23.8 kg/cm<sup>2</sup> that exceeds the limit indicated by the ACI for non-bearing walls whose limit is 20kg/cm<sup>2</sup>.

Concluding that it was possible to comply with the resistance for non-bearing walls, optimize costs by 45% less than the conventional one and a water/cement ratio that was designed with the purpose of achieving good behavior before laboratory tests and It is suitable for use in non-bearing walls considering the measured use of cement and the increase of pumice stone in the dosage.

**Keywords:** pumice stone, compressive strength, water-cement ratio, non-bearing wall, low-density concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años en la ciudad del Cusco se observó un crecimiento desmesurado de la población creando demanda en la construcción y en la ejecución de edificaciones, es notorio el avance de los nuevos procesos constructivos que permiten que las estructuras puedan ser desarrolladas de manera vertical sin un límite predeterminado. Existe el problema también en el sector de Sicuani de que miles de personas optan por construir sus viviendas sin la supervisión de un profesional capacitado en el área de estructuras, otro factor también es el económico que obliga a utilizar materiales que no tienen un estándar de calidad que garantice la resistencia mínima de la edificación.

Por otro lado, en la actualidad la explotación de canteras para fines de obtener los agregados demanda de mayor costo y deriva en la escasez del material a causa de la desmesurada explotación de las canteras ya que los agregados como material es el más solicitado como insumos en la elaboración de concreto. Por ello, en el tiempo se fueron realizando variedad de concretos especiales, dentro de los cuales, se encuentra el concreto liviano, cuya característica es su bajo peso específico debido a la utilización de agregados livianos que estén dentro de los parámetros que indican las normas ACI 211.2-98, ASTM C567-05<sup>a</sup>, ASTM C330-05 y ACI 213R-03.

En la actualidad se presentan alternativas para reemplazar los agregados y de esta manera evitar la sobre explotación de canteras, obteniendo los agregados de canteras o de fuentes naturales como por ejemplo la cantera de Raqchi donde se encuentra la piedra pómez en abundancia, ya que gracias a su peso que es liviano puede convertirse en una opción para el uso en el concreto, como también para muros no portantes.

Por ello la presente investigación pretende estudiar el comportamiento que muestra las propiedades físico mecánica de la piedra pómez como insumo en la elaboración de concreto de baja Densidad que provoque la disminución del peso y mantenga la resistencia mínima ante la compresión, densidad y pueda beneficiar al desarrollo urbano concientizando el uso adecuado del concreto como elemento constructivo, en el proceso de las edificaciones con dicho

material, de esta manera también brindar un aporte en la elaboración del concreto liviano incorporando piedra pómez con diferentes dosificaciones con la finalidad de tener un material más liviano y a su vez resistente aprovechando la reutilización de dicho material que se tiene en abundancia en la región, para ello se evaluará el comportamiento de la piedra pómez.

Para fines de la investigación se plantea el siguiente **problema general**: ¿ Que tipos de materiales naturales se encuentran disponibles en el ámbito de la Ciudad de Sicuani, para ser considerados como componentes en el diseño de concreto en reemplazo de los agregados tradicionales? y los **problemas específicos** son: **Pe1**: ¿ De qué forma influye la resistencia a la compresión utilizando como agregado piedra pómez para la ejecución de un concreto de baja densidad para el uso de muros no portantes?, **Pe2**: ¿ De qué manera se podría conocer la adecuada relación agua cemento para la producción de concreto con Piedra Pómez, de tal manera optimizar la cantidad de cemento?, **Pe3**: ¿ De qué forma se puede lograr reducir el costo de la producción de concreto usado en muros no portantes?

En relación con **La justificación técnica**, en la presente investigación se busca investigar en qué medida influye la piedra pómez en las propiedades del concreto de baja densidad mediante ensayos de laboratorio, empleando parámetros de acuerdo a la norma E.060 y brindar los resultados obtenidos con una propuesta que mejore la calidad y resistencia del concreto liviano que se realicen en Sicuani. La **justificación practica** busca servir nuevos parámetros del comportamiento físico - mecánico del concreto liviano incorporando piedra pómez y den como resultado una mejor respuesta ante eventos sísmicos y agentes externos como la humedad, para ello se identificará las fallas en el material y se mejorara la resistencia al momento de construir dichas edificaciones. Respecto a la **justificación social**, brindará una propuesta técnica a las personas que habitan dichas zonas directamente y a la población del Cusco en general, que tienen viviendas autoconstruidas con concreto liviano convencional, para que consideren importante un análisis previo y una dosificación adecuada en la elaboración del concreto para que la edificación a construir brinde seguridad y sea más liviana, que es importante ante eventos sísmicos y pueda garantizar estabilidad y tranquilidad, como también tiempo de

vida útil de la construcción. Otro aspecto importante que las municipalidades realicen un control en diferentes construcciones que día a día se están ejecutando con el fin de disminuir la informalidad de las mismas, haciendo cumplir los parámetros que rige la zona y prevenir fallas ante sucesos sísmicos evitando la pérdida de vidas humanas.

La investigación de manera fundamental tiene como **objetivo general** Diseñar un muro no portante empleando concreto de baja densidad en base a piedra pómez. Y los **objetivos específicos** que se desarrollaran en el lapso de la investigación son: **Oe1:** Verificar la resistencia a la compresión del concreto empleando piedra pómez como insumo de manera de cumplir con la norma E070, **Oe2:** Obtener una relación agua/ cemento efectiva para el diseño de concreto empleando la piedra pómez como insumo, **Oe3:** Reducir y optimizar los costos en la elaboración del concreto cumpliendo las especificaciones técnicas en razón a las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

De acuerdo con la hipótesis del trabajo de investigación, se plantea lo siguiente, **hipótesis general** consiste en un tipo de concreto alternativo de baja densidad para la construcción de muros no portantes el cual sería considerando el diseño de concreto en función al componente principal que es la piedra pómez. Y las **hipótesis específicas** son: **He1:** la resistencia a la compresión es un factor exigido en la norma E070, por lo que cumpliría un factor relevante en el comportamiento del concreto de baja densidad utilizando como agregado piedra pómez para el uso en muros no portantes, **He2:** a partir de diseños de concreto y ensayos de laboratorio se estimaría la relación agua/cemento corregida para diseños de concreto con piedra pómez teniendo en cuenta la elevada absorción del mismo material, **He3:** a partir del uso de la piedra pómez como insumo en la elaboración de concreto se podría reducir y optimizar los costos en la elaboración de concreto de baja densidad.

## II. MARCO TEÓRICO

Mediante un estudio detallado de antecedentes a la tesis de investigación donde se tenían objetivos similares o aproximados a la presente tesis se realizó una búsqueda que sirva para el planeamiento técnico de investigación.

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

Alayo (2019) desarrolló la tesis denominada “Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario En Un Concreto Estructural Para Pórticos, Trujillo – 2019” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte. El **objetivo** de esta investigación fue desarrollar un determinado diseño para la mezcla de una resistencia de 210 Kg/cm<sup>2</sup> en un concreto normal y con la sustitución del agregado grueso con distintos porcentajes como 5%, 10%, 20%, 25% y 30% de la piedra pómez, utilizando el método de la ACI.211. La **metodología** de investigación es experimental, su **población** Se determina con todos los hormigones desarrollados en el Laboratorio de Hormigón de la Universidad Privada del Norte - Trujillo, 2019 según la norma peruana NTP 339.034/ASTM C 39, sus **muestras** son altamente probabilísticas y debido a que es un coeficiente poblacional mayor. La probabilidad es cero si se elige por ensayo. Finalmente, **concluye** que se encontró que el efecto del porcentaje de piedra pómez en la resistencia a la compresión del concreto, resistencia de la piedra pómez usando agregado grueso en lugar de piedra pómez para obtener concreto de baja gravedad específica es de solo 10 lo cual supera el valor estándar de la muestra. . (238 kg/cm<sup>2</sup>), la compresibilidad aumentará en 277 kg/cm<sup>2</sup> después de 28 días de fraguado, lo que reducirá la masa unitaria de hormigón fresco (2360 kg/m<sup>3</sup>).

Matamoros (2019) realizó la tesis denominada “Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando material de región de Huancavelica” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Huancavelica. El **objetivo** de esta investigación es determine el efecto de la densidad del concreto fresco al construir concreto estructural liviano  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup> usando el material de la región de Huancavelica. La **metodología** de investigación es experimental, su

**población** está constituida para 48 muestras del concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , su **muestra** de investigación en el proyecto de investigación incluye 48 muestras de concreto de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente **concluye** que la densidad del hormigón fresco, la densidad media del hormigón estructural ligero durante 7, 1, 21 y 28 días son 2083,78, 2083,18, 210,92 y 2115,23  $\text{kg/m}^3$ , respectivamente, que está en el medio del rango 182 es 283  $\text{kg/m}^3$  (ASTM C138/C138M), la densidad equilibrio también es de 1709,06  $\text{kg/m}^3$ , oscila entre 1680 y 180  $\text{kg/m}^3$ , y la densidad seca en horno es de 1686,77  $\text{kg/m}^3$  (ASTM C567-05a).

Quispe (2019) realizó la tesis denominada “Evaluación del desempeño de concreto estructural ligero utilizando puzolana natural como agregado fino de la cantera raqchi, Cuzco - 2018” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Federico Villarreal. El trabajo tuvo como **objetivo** determinar la cantidad de mezcla de diseño para obtener concreto de baja densidad que cumpla con los parámetros de densidad y resistencia a la compresión ACI.213R03, usando como agregado fino puzolana natural de la cantera Raqchi. El **método** de ensayo es experimental, su **población** es concreto liviano usando la puzolana natural para que cumpla la función de agregado fino y sus **muestras** corresponden a la producción de concreto liviano utilizando puzolana natural como agregado fino de la mina de piedra Raqchi. Finalmente, se **concluyó** y se encontró que la implementación de dicho diseño de grado para concreto estructural liviano utiliza puzolanas de la cantera Raqchi, ya que el agregado fino cumple con lo establecido que demanda la norma sobre la densidad y resistencia a compresión. 1:0.87:0.28 / 0.2) 1:1.27:0.2 / 0.5 (0.9 % aditivo).

### 2.1.2 Antecedentes internacionales

Hernández (2016) realizó la tesis denominada “Caracterización de agregado fino tipo piedra pómez para su uso en concretos estructurales” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad La Gran Colombia. El **objetivo** de esta investigación Comparación de parámetros mecánicos del hormigón a base de arena aluvial y del hidro hormigón a base de arena pómez. La **metodología** de investigación es experimental, su **población**

viene a ser el concreto estructural, y su **muestra** corresponden a la caracterización de la piedra pómez. Finalmente **concluye** El hormigón resultante no está dentro de los parámetros indicados y establecidos por la comunidad de ingenieros. para el concreto estructural liviano, pero muestra una reducción de peso de 13 a 15 litros en comparación con el concreto fabricado comúnmente. Cuando la proporción de arena espumada en la mezcla de hormigón aumenta, su densidad disminuye, una diferencia de 313 kg con respecto al hormigón ordinario. Incidiendo así en la reducción de la CM estructural.

Cañarte (2016) realizó la tesis denominada “Estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural” para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad de Guayaquil. El **objetivo** de esta investigación Análisis de las propiedades mecánicas y mecánicas de la piedra pómez utilizada como agregado liviano en la producción de concreto liviano. La **metodología** la investigación es experimental, su **población** está enfocada al estudio de la piedra pómez que es el principal constituyente del concreto liviano en cuanto a su naturaleza estructural y resistencia a compresión, y su **muestra** corresponde deliberadamente al agregado pómez, tomada en la cantera denominada la Calera, del estado Latacunga, provincia de Cotopaxi. Finalmente **concluyó** que el Concreto Estructural Liviano está definido en el ACI (213R, 1) que lo define como aquel que tiene una densidad entre 1,440 y 1,840 kg/m<sup>3</sup>, con resistencia sometida a compresión mayor a 175,95 kg/cm<sup>2</sup>; mientras que el concreto tradicional tiene una densidad de 2,240 0 a 2,400 kg/m<sup>3</sup>, con una resistencia aparente a la compresión que supera los 195.8 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Artículos internacionales

Morales, Santamaria, Calcedo y Tipán (2018) desarrollaron un artículo científico titulado “Hormigón estructural de baja densidad para edificaciones” efectuada para el centro de investigación de la universidad central del Ecuador. El **objetivo** de esta investigación fue determinar cuál es la resistencia a la compresión simple del hormigón ligero a los 7, 14, 28 días. La **metodología** de investigación es experimental, su **población** viene a ser el sector de La Cruz en

ecuador, y su **muestra** corresponden a la cantera de Pifo donde se extrajo la piedra pómez. Finalmente **concluye** El uso de agregado pómez tiende a reducir la resistencia a la compresión del concreto, por lo que es necesario aumentar la cantidad del cemento, tener una menor relación respecto al agua y al cemento usando superplastificantes para compensar la disminución, este tiro a la vez puede funcionar.

Martínez y Caiza (2016) desarrollaron un artículo científico titulado “Fabricación de hormigones livianos con materiales volcánicos y su influencia en la reducción de fuerzas sísmicas” efectuada para la revista Ciencia de la Universidad de las fuerzas armadas ESPE. El **objetivo** de esta investigación fue determinar las ventajas que tiene el uso de la piedra pómez para el diseño sismorresistente. La **metodología** de investigación es experimental, su **población** viene a ser el sector San Agustín de Callo Ecuador, y su **muestra** corresponden al sector de Cotopaxi. Finalmente **concluye** que La experiencia de aplicación de concreto con el uso de agregados livianos ha confirmado su capacidad para cumplir con los requerimientos solicitados y especificados en las normas internacionales indicadas y alcanzar un rango de densidad de 1835 a 1800 Kg/m<sup>3</sup>, con una capacidad compresiva superior a 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Vivas (2016) desarrollo un artículo científico titulado “Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino” efectuada para la revista científica de la Universidad técnica de Ambato. El **objetivo** de este estudio incluyó el análisis de las siguientes propiedades del hormigón en estado fresco: consistencia, trabajabilidad, uniformidad y resistencia a la compresión en estado endurecido. El **método** de investigación es experimental, su **población** para este estudio no se puede cuantificar por su gran tamaño, su principal impedimento es la inversión de recursos y su **muestra** corresponde a las características del hormigón diseñado a base de ceniza de madera como reemplazo parcial de sintéticos. bueno. Finalmente, **concluyó** que el concreto sustituido a 30° mostró una disminución en la resistencia a la

compresión de 3. 5% en relación con el concreto convencional. (de 186, 9 kg/cm<sup>2</sup> a 180,06 kg/cm<sup>2</sup>).

### 2.1.3 Artículos internacionales otro idioma

Baquero, Guiza y García (2019) desarrollaron un artículo científico titulado “*Exploratory study of expanded clay and pumice stone as added in the production of light concrets*” [Estudio exploratorio de arcilla expandida y piedra pómez como agregados en la producción de concretos ligeros] efectuada para el centro de investigación de la universidad del Norte de Colombia. El **objetivo** de este estudio es promover la investigación nacional relacionada con la producción de concreto liviano y promover el uso de Los nuevos materiales mejoran la portabilidad, el manejo y las propiedades térmicas y acústicas sin sacrificar la resistencia eléctrica del material. El **método** de prueba es experimental, su **población** es la ciudad de Bogotá, Colombia, y su **muestra** corresponde al conjunto de luces. Finalmente, se **concluyó** y se encontró que una mezcla de concreto liviano que contenía arcilla expandida seca y piedra pómez tenía mejores propiedades mecánicas que una mezcla hecha de Estos agregados se encuentran en estado saturado y superficialmente seco. La adición de fibras de polipropileno y polvo de sílice aumenta la densidad media de los composites en un 58 % y la resistencia promedio en un 30 %..

Videla y López (2018) desarrollaron un artículo científico titulado “*Influence of lightweight aggregate intrinsic strength on compressive strength and modulus of elasticity of lightweight concrete*” [Influencia de la resistencia intrínseca del árido liviano en la resistencia a compresión y rigidez del hormigón liviano] efectuada para la revista de investigación de la universidad católica de Chile. El **objetivo** de esta El estudio incluyó estudiar el efecto de reemplazar los agregados gruesos convencionales con agregados livianos en las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** de investigación es experimental, su **población** viene a ser la ciudad Santiago de Chile, y su **muestra** corresponden a los agregados ligeros. Finalmente **concluye** Se han obtenido ecuaciones para predecir, con muy buena confianza, la resistencia en función a la compresión y

el módulo elástico del hormigón ligero en función de la resistencia y la dosis de cada etapa.

Alvarez, Rios y Castellanos (2020) desarrollaron un artículo científico titulado "*Physicomechanical properties, performance and durability of Colombian natural puzzolan of pumice-type based geopolymer mortars*" [Propiedades fisicomecánicas, desempeño y durabilidad de morteros geopoliméricos a base de puzolana natural tipo piedra pómez] efectuada para la revista de investigación de la universidad industrial de Santander. El **objetivo** de este estudio se enfoca en el uso de piedra pómez como materia prima en la producción de cemento geopolimérico para establecer sus propiedades mecánicas y resistencia. La **metodología** de investigación es experimental, su **población** viene a ser la ciudad de Bucaramanga, y su **muestra** corresponden a los agregados livianos con piedra pómez. Finalmente **concluye** que los resultados obtenidos han demostrado que se pueden producir geo polímeros de menor costo y bajo valor agregado a partir del mortero de piedra pómez puzolánica natural y activada tiene las ventajas sobre los morteros CPO en cuanto a los mismos. propiedades mecánicas y físicas y rendimiento y durabilidad en condiciones extremas.

## 2.2 Teorías

Seguidamente, se dará a conocer las teorías relacionadas al tema de investigación teniendo en cuenta lo siguiente: variable independiente y las variables Dependientes para tener una guía definida del trabajo que se efectuará en este proyecto de investigación.

### 2.2.1 Variable 1: Resistencia de muro no portante

Los muros de carga son muros que soportarán las cargas de un edificio, es decir, muros que tienen un propósito estructural. Por ejemplo, es sobre estos donde se encuentran las vigas de hormigón. Además de estos existen los llamados "muros no portantes", también conocidos como "tabiques" y son capas que no aceptan peso vertical. Considerados como muros de carga, aquellos

muros con elementos divisorios utilizan hormigón con resistencia a la compresión mayor o igual a 175 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.2.2 Variable 2: Relación de agua cemento efectiva de concreto con piedra pómez**

El hormigón es un material obtenido de una mezcla de ingredientes:

Aglomerante (cemento), agregado (arena y piedra), agua y aditivo opcional. La pasta, compuesta de cemento Portland y agua, une agregados, generalmente arena y grava (piedra triturada), para crear una masa de roca. En esta relación agua/cemento, la importancia del agua es grande, porque ella y su relación con el cemento están íntimamente asociadas a un gran número de propiedades del material. La adición de agua por la fluidez de la mezcla aumenta por y por lo tanto su trabajabilidad y ductilidad, tiene una gran ventaja para el trabajo; sin embargo, la resistencia también comienza a disminuir en la medida que aumenta el volumen del espacio creado por las aguas abiertas.

## **2.3 Enfoques conceptuales**

### **2.3.1 Variable 1: Resistencia a la compresión diagonal**

El ensayo de resistencia a compresión y rigidez a cortante diagonal de mampostería consiste en someter la probeta a compresión a lo largo de una de sus diagonales. Durante la prueba, una carga vertical que produce un esfuerzo de tracción creciente se orienta perpendicularmente a la dirección de la carga. Este campo de tensiones de tracción conduce al fallo del muro a lo largo de una fisura longitudinal aproximada entre los dos ángulos de carga.

### **2.3.2 Variable 2: Resistencia a flexión**

La resistencia a la flexión se puede considerar como una medida indirecta de la resistencia a la tracción del hormigón. Es una medida de la resistencia a la tracción de vigas o losas de hormigón no reforzado. La resistencia a la flexión es

un factor decisivo en la calidad del hormigón vertido debido al movimiento del vehículo y la diferencia de temperatura entre los lados izquierdo y derecho...

### **2.3.3 Variable 3: Resistencia a la compresión axial**

La resistencia a la compresión del concreto liviano varía con el tipo específico de concreto y varía ampliamente entre los grados. Por otra parte, también en un mismo hormigón ligero, presentan variación de resistencia en función de la relación agua/cemento formado, su peso volumétrico, su contenido de humedad y el tipo de producción, donde existe un gran sistema de congelación. La base se utiliza para determinar la resistencia frente al contenido de cemento para un asentamiento determinado. El contenido de agua-cemento requerido para un asentamiento dado no es la propiedad mecánica del concreto liviano; sin embargo, esto afecta su resistencia, ductilidad y contracción. Para crear una determinada densidad, el hormigón ligero requiere 60% más cemento que el hormigón normal. En algunos casos, especialmente cuando la resistencia esperada es de 300 kg/cm<sup>2</sup>, la cantidad de cemento necesaria para el hormigón ligero es similar a la del hormigón normal. (Cemex, 2021)

### **2.3.4 Variable 4: Contenido de cemento:**

La dosificación es una de las técnicas básicas en lo que respecta a la construcción, y como ejecutar dicha proporción de manera adecuada. La dosificación del concreto no es otra cosa que las proporciones que corresponden al material que se usará para la elaboración del concreto, esto con la finalidad de lograr ciertas características que dejen utilizar al concreto de forma tranquila, por ello se determina dichas características como resistencia, durabilidad y adhesión adecuadas. La dosificación no es algo que se establezca sin parámetros porque sí y punto, se expresa en gramos por metro cúbico y es muy importante en las obras de construcción

### **2.3.5 Variable 5: Contenido de agua efectiva:**

El contenido efectivo de agua es la diferencia entre la cantidad total de agua presente en el concreto fresco y la cantidad de agua absorbida por el agregado, mientras que el contenido de cemento en masa del concreto está más relacionado con el kilogramo de cemento. El concepto mismo de la relación

agua-cemento fue desarrollada por el investigador estadounidense Duff A. Abrams en 1918 -el mismo hombre que nos trajo el cono de Abrams para medir la densidad del hormigón- estableciendo la relación entre la relación agua-cemento y la resistencia a la compresión simple del hormigón duro.

## **2.4 Otras teorías relacionadas al tema**

### **2.4.1 Densidad del concreto fresco:**

El concreto simple se usa comúnmente para pasarelas, edificios y otras estructuras y su densidad (densidad, gravedad específica, peso unitario) varía de 2200 a 200 kg/m<sup>3</sup> (137 a 150 lb/ft<sup>3</sup>). La densidad del concreto varía con la cantidad y densidad del agregado, la cantidad de aire incorporado (apretado) o objetivo, y la cantidad de agua y cemento. Por otro lado, el tamaño máximo de agregado afecta la cantidad de agua y cemento. Reducir la cantidad de mortero (aumentar la cantidad de árido), aumentar la densidad del hormigón recién fraguado que aún no ha comenzado a compactarse en forma de losas, vigas y cimentaciones., etc. (Eddy.h,2018)

La densidad, también conocida como densidad relativa del agregado, es la relación entre la masa y el volumen igual absoluto de agua (agua dispersada durante la inmersión). Se utiliza en ciertos cálculos de dosificaciones y proporciones de mezclas y controles.

### **2.4.2 Agregado:**

El agregado de concreto debe cumplir con uno de los siguientes criterios:

- El agregado tiene un peso normal. NTC 17 (ASTM C33).
- Agregado ligero: NTC 0 5 (ASTM C330).

Se permite el uso de agregados probados o experiencia de campo para producir concreto de resistencia y resistencia adecuadas en condiciones aprobadas por el supervisor técnico. El tamaño nominal máximo del agregado grueso debe ser mayor que:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa.

- $\frac{3}{4}$  de espacio libre mínimo entre barras o alambres de refuerzo individuales, varillas individuales, cables, haces de cables o conductos.

Los diseñadores creen que estas restricciones pueden ser eliminadas. Un método de compactación práctico y con licencia profesional que permite verter concreto sin crear colinas, vacíos o separaciones en la mezcla. Los agregados pueden ocupar hasta las tres cuartas partes del volumen de una mezcla de concreto típica, por lo que en este artículo realizaremos un análisis detallado y en profundidad del total utilizado en las pruebas. (Tufino, 2009)

#### **2.4.3 Instituto americano del concreto ACI:**

Sigla correspondiente a la entidad (Concrete Institute of America), que es una organización que enseña técnicas y prácticas de manejo del concreto

Es una sociedad de educación en ingeniería sin fines de lucro fundada en 190 y una de las principales autoridades mundiales en el manejo y la práctica del concreto. ACI también se presenta como un foro para la discusión de todos los temas relacionados con soluciones específicas y en evolución a los problemas; Este foro es posible a través de congresos y reuniones y medios como ACI Structural Review, ACI Materials Review, Concrete International y publicaciones técnicas; actividades programadas y trabajos del comité técnico reuniéndose dos veces al año.

#### **2.4.4 Granulometría:**

El tamaño de partícula es la distribución de cada tamaño de partícula de los agregados, por eso se determina por tamizado. El tamaño de partícula del agregado se determina mediante un tamiz de malla de alambre de orificio cuadrado de tamaño estándar.

Por granulometría o análisis granulométrico de un agregado se escuchará todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se puedan dividir las partículas del agregado según tamaño Para la separación de tamaños se utilizan mallas de diferentes agujeros, resultando un tamaño máximo de añadido en cada uno de estos agujeros. En la práctica, el peso de cada dimensión se expresa como un porcentaje retenido en cada malla con respecto al número total de muestras. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto

parciales como acumulativos, en cada grilla, porque con la siguiente grilla se grafica un histograma de valores del material (tamaño de partícula).

#### **2.4.5 Absorción:**

En general, la absorción del agregado se obtiene luego de dejar saturar el material por 2 h, luego de lo cual el material se seca al aire libre, y por diferencia de masa se puede obtener el porcentaje de adsorción al peso seco de materiales. La cantidad de agua absorbida determina la porosidad de las partículas del agregado. Siempre es útil conocer la capacidad de agua del agregado y, a veces, se usa como un valor específico para transferir o eliminar el agregado en algunas aplicaciones. Por ejemplo, cuando el agregado puede afectar la resistencia al frío del concreto, es un agregado con baja absorción de agua. (no más de 5). (construcción civil, 2016)

#### **2.4.6 Contenido de humedad:**

Los agregados que contienen un grado de humedad por ello se relacionan con la porosidad de cada una de sus partículas y a su vez el tamaño de los poros están en relación a su permeabilidad y volumen del agregado de los cuales pueden pasar por cuatro estados como por ejemplo, totalmente seco el agregado que logra por medio del secado en el horno hasta el punto que los agregados tengan un peso constante, por otro lado existe el estado parcialmente seco que se obtiene con la exposición al aire libre y finalmente el estado saturado que se caracteriza por mantener en un estado limite a los agregados porque todos los poros del agregado están llenos de agua y están superficialmente secos pero solo se puede lograr dicho estado en laboratorio. (Gómez, 2018)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipos y Diseño de Investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Según al **propósito de investigación**, Lozada (2014) indica que la investigación es un aporte relevante para la sociedad, por lo que puede ser parte de investigación o conocimiento, la investigación tiene por objetivo llegar a la solución de un problema existente teniendo en cuenta como referencia las investigaciones previas y así lograr obtener un resultado coherente (p. 38). Por ello se toma en consideración que la investigación será de tipo **aplicada**.

##### 3.1.2 Enfoque de investigación

Según el **enfoque de investigación**, Hernández, Fernández y Baptista (2014) indica que es de importancia que los trabajos previamente elaborados para la ejecución del análisis con enfoque cuantitativo ya que tiene relevancia como antecedente para la presente investigación (p.12). La presente investigación será **cuantitativa** porque es de tipo experimental, porque con ello se analizará mediante ensayos y cálculos el comportamiento físico – mecánico del concreto incorporando piedra pómez como agregado.

##### 3.1.3 Diseño de investigación

Según el **diseño de investigación**, Béjar (2008) indica que el diseño de investigación es experimental cuando el investigador utiliza la variable independiente para poder evaluar la relación y modificar de manera directa o indirecta (p46). De esta manera se concluye que la **investigación será experimental** (por que se podrá manipular la variable independiente), también será **cuasi experimental** (porque la muestra es no aleatoria)

### 3.1.4 Nivel de investigación

De acuerdo con el **nivel de investigación**, Hernández, Fernández y Baptista (2014), indica, “como la correlación y asociación que presenta una o más variables en la investigación para probar unas hipótesis, y llegar al resultado” (p. 94). Por otro lado, indica que, lo que se obtiene con los estudios descriptivos son las propiedades de cualquier aspecto sujeto a ser analizado, por consiguiente la presente investigación será de nivel **explicativo** porque mencionará características físico - mecánicas del concreto liviano y su comportamiento ante la adición de materiales naturales como la piedra pómez así mismo despejar y responder las incógnitas planteadas por ello dicho resultado que se recopilará en la variable dependiente será determinado por la misma.

La presente investigación tendrá como base la investigación explicativa puesto que se buscará identificar el efecto al adicionar de piedra pómez lo cual se evaluará las causas que provoquen al concreto liviano con este sistema **explicativo o causal**.

## 3.2 Variables, Operacionalización

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), menciona que una variable son elementos hipotéticos referenciales que son medibles y observables, mientras el desarrollo adquiere un valor importante en la investigación científica, por lo que conduce a una o más hipótesis (p.6)

### 3.2.1 Variable dependiente (X1):

- Resistencia de muro no portante

### 3.2.2 Variable Independiente (Y1):

- Relación agua/cemento efectiva de concreto con piedra pómez

### 3.2.3 Operacionalización de las variables

**Tabla 1. Operacionalización**

<b>DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA PÓMEZ PARA FINES DE USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Variable Dependiente</b>	Según Dificonsa (2015, p5) menciona que es un concreto de densidad variable en el rango de 1.200 a 2.300 kg/m <sup>3</sup> contra 2.300 a 2.500 kg/m <sup>3</sup> para hormigón estándar, resistencia a la compresión de 17 a 28 MPa y resistencia a la tracción de 2,1 a 2,3 MPa. (MTC, 201, pág. 42)	Optimiza diseñar secciones de elementos estructurales reduciendo las cargas muertas en la estructura.	Resistencia	Resistencia a la compresión diagonal  Resistencia a la flexión	Razón
Resistencia de muro no portante					
<b>Variable Independiente</b>	Según Putzmeister (2017, p54) El contenido efectivo de agua es la diferencia entre la cantidad total de agua presente en el concreto fresco y la cantidad de agua absorbida por el agregado, mientras que el contenido de cemento en masa del concreto está más relacionado con el kilogramo de cemento.	Al igual que la resistencia, la durabilidad también se ve afectada cuando se cambia la relación agua-cemento. Por ejemplo, cuando este último es alto, las partículas de cemento están muy espaciadas.	Resistencia  Diseño de Concreto	Resistencia a la compresión axial  Contenido de cemento  Contenido de agua efectiva	Razón
Relación de agua cemento efectiva de concreto con piedra pómez					

Fuente: Elaboración Propia

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

#### **3.3.1 Población:**

Según Sampieri (2014) indica que una población es un conjunto de diversos casos que tienen similitud respecto a diversos factores que están relacionados a la investigación. En otras palabras, es el caso a estudiar y verificar lo cual cuenta con características comunes y están habilitadas para el estudio (p. 65).

Teniendo en cuenta e importancia la definición anterior la población está ubicada en la cantera de Raqchi.

#### **3.3.2 Muestra:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona que la muestra es una parte de la población lo cual recolecta dicha información y busca delimitar hasta qué punto o parte investigar (p. 170).

La muestra está constituida por un metro cubico del material obtenido de la cantera de Raqchi.

#### **3.3.3 Muestreo:**

El tipo de muestreo se realizó de forma intencional, donde el mismo investigador, en base a la norma técnica mencionada previamente, se demostró la exposición de las muestras consideradas anteriormente. Mientras que, el tipo de muestra ha sido el no probabilístico, por no haber utilizado a una fórmula estadística para la determinación de la muestra.

#### **3.3.4 Unidad de análisis:**

Finalmente determinar los análisis mediante las probetas de concreto.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.4.1 Técnica de recolección de datos**

Según Méndez (2009) menciona que una técnica a utilizar será la observación directa que es el proceso por el cual se discierne deliberadamente determinadas características que existen en la realidad mediante estructuras conceptuales definidos según al contexto de cómo se quiere investigar (p. 49)

También menciona que “consiste en verificar toda la información cuantificable, recopilada desde los datos obtenidos en los ensayos previos, tesis investigaciones realizadas en el contexto relacionado con la realidad local” (p.48). Para ello en la investigación se utilizará técnicas de ensayos y mediante la observación para recabar datos.

Por consiguiente, la técnica a utilizar será por medio de la **observación directa** puesto que se recolectará los datos e información mediante los ensayos de laboratorio.

### **3.4.2 El instrumento de recolección de datos**

Según Tamayo y Tamayo (2006) menciona que la investigación científica funciona debido a que está en relación con la técnica de observación y el medio o instrumento de recolección obteniendo que el investigador de importancia a aspectos según la condición (p. 121).

Se utilizará técnicas de recolección de la información por medio de la aplicación de observación directa verificando el contenido de la humedad del material, los límites de Aterberg, su granulometría y los ensayos de absorción, resistencia a compresión, densidad, temperatura y relación agua cemento, además como recurso complementario se tomará fotografías como prueba de la toma de datos y los muestreos pasados.

la presente investigación usará como instrumento para recabar información las fichas técnicas validadas por juicio de expertos.

### **3.4.3 Validez**

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona de forma general que es el grado de medición de un instrumento que por consiguiente muestra datos respecto a la variable (p. 200).

La variable es observable y medible

La base será la muestra tomada in situ se corroborará mediante los instrumentos que determinen el estado del material a usar para la elaboración del concreto mediante ensayos de laboratorio validados por un certificado de calibración y

también por las fichas del estudio que están validadas mediante el formato del ministerio de transportes.

Finalmente, los programas o software de apoyo para la elaboración de las fichas técnicas.

#### **3.4.4 Confiabilidad**

Según Chávez (2001) indica que un instrumento es confiable de acuerdo con el nivel de aplicación consecutiva a un mismo objeto y dé como resultado lo mismo. (p. 74).

La confiabilidad de los dispositivos de medición se basará en el certificado de calibración del equipo que realizará las pruebas de laboratorio.

### **3.5 Procedimientos**

Se comenzó la presente investigación mediante la recopilación de información de documentos precedentes, con la finalidad de lograr analizar las variables planteadas para someterlas a estudio; con ello poder incrementar el nivel de conocimiento que se ha obtenido con los antecedentes de investigación, respecto a lo mencionado. De la misma manera, se procedió a recolectar la materia base, para la fabricación del concreto liviano, para obtener como resultado las características físicas del agregado liviano y las características físico-mecánicas que se obtendrán en laboratorio. Después del diseño de mezcla, vaciado y recolección de datos, se procedió a analizar los resultados, mediante comparaciones del concreto convencional y con el concreto liviano con piedra pomez y crear una discusión con diferentes autores y la interpretación de dichos resultados, con la meta de lograr obtener una respuesta hacia los objetivos planteados en la investigación. Finalmente, se han planteado las conclusiones de la investigación, brindando respuesta a los objetivos planteados previamente.

Para el desarrollo de la tesis se consideró dos etapas fundamentales:

- Recolección y análisis de datos.
- Emisión de resultados.

Para iniciar durante la recolección de datos se realizó una encuesta de ocupación en los distritos de Sicuani, Ayaviri y Quiquijana como se muestra en las siguientes imágenes.



**Figura 1.** Exploración de la cantera de piedra pómez

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2.** Exploración de la cantera de piedra pómez

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.1 Ensayos de laboratorio (Material grava, piedra pómez y piedra convencional)**

Para la presente tesis se toma muestras de la cantera de piedra pómez-Sicuani y para piedra chancada convencional de la cantera de Quiquijana y realizar los siguientes ensayos:

### a. Granulometría

Se realiza el ensayo de granulometría por tamizado de los tres tipos de agregados según indica las normas aplicables, NORMA MTC E-107, ASTM D-422/AASHTO T-27, T- 88, NTP 339.128.

los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.1 gramos.
- Tamiz
- Recipientes
- Escobas
- Brochas

Procedimiento:

- Cuarteo del material
- Tamizado de material
- Registro de pesos de material retenido.



**Figura 3.** Cuarteo del material.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.** Tamizado de la piedra grava.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5.** Material tamizado.

Fuente: Elaboración propia.

El agregado grueso es retenido en la Cuadrícula No (4 .75mm) por rotura de roca natural o artificial y está sujeto a los límites especificados en esta NTP 00.037.

#### **b. Contenido de humedad**

Se realiza el ensayo para determinación del porcentaje (%) de humedad, NORMA: MTC 108, ASTM D-2216.

los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.1 gramos.
- Recipientes
- Cucharones de laboratorio
- Brochas

Procedimiento:

- Selección de muestra
- Registro del peso recipiente + muestra.
- La muestra es puesta a horno a una temp. 110°C/24 horas
- Registro del peso de Recipiente + muestra seca



**Figura 6.** Registro de pesos de la muestra.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7.** Muestra llevada al horno a 100 °C/24 horas.

Fuente: Elaboración propia.

### c. Tamizado malla 200

Se realiza el ensayo para determinar la cantidad que se solicita de material fino que pasa por el tamiz, NORMA ASTM C 117.

Con la finalidad de determinar cuál es el contenido que se requiere de partículas más finas por medio de lavado, además es que el ensayo nos ayuda a disgregar partículas de arcilla y otras.

los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos
- Recipientes
- Cucharones de laboratorio
- Tamiz malla N°4 (malla 200)
- Horno

Procedimiento:

- Procedimos a pesar la muestra
- Se realiza el lavado para separar partículas de arcilla de la muestra
- Lavado de muestra para disgregar arcilla
- Para luego ser colocado al horno a loa 110°C para su secado
- Colocado de muestra al horno para su secado
- Luego del secado se procede a pesar para obtener un resultado de peso de material seco fino+ recipiente



**Figura 8.** Lavado de la muestra para determinar el pasante de la malla N°200.

Fuente: Elaboración propia.

#### d. **Peso específico y absorción del agregado**

Se realiza el ensayo para determinar el peso específico y absorción de la piedra pómez, NORMA AASHTO T-85, ASTM C127.

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Recipientes
- Cucharones de laboratorio
- Trapo seco absorbente
- Balde de 05 galones
- Canastilla metálica de densidad para sumergir la muestra.
- Termómetro de laboratorio.

Procedimiento:

- Se procedió a sumergir durante 24 horas el agregado grueso, con la finalidad de llenar los espacios vacíos producidos por los poros.
- Luego se saca la muestra de lo sumergido y se seca con un paño/trapo de forma superficial.
- Luego procedimos a pesar la muestra secada de forma superficial.
- Luego colocamos la muestra a la canasta de densidad y colocamos sobre un recipiente de agua que esta sujeta por una balanza para poder contralar el peso de la muestra sumergida.
- Se procedimos a retirar la muestra para poder colocar al horno a 110 °C.



**Figura 9.** Grava saturada superficialmente seca.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.** Grava sumergida en agua a 25 °C.

Fuente: Elaboración propia.

#### **e. Peso unitario**

Se realiza prueba para determinar unidad de volumen, ASTM C 29

los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos
- Molde Proctor.
- Varilla.
- Cucharones de laboratorio

Procedimiento:

- Teniendo la muestra se procede a rellenar el recipiente hasta llenar y enrazar para luego registrar el peso de la muestra + el recipiente.



**Figura 11.** Moldeado y enrazado de grava suelta y compactado.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12.** Peso unitario suelta y compacto de la piedra pómez.

Fuente: Elaboración propia.

#### **f. Ensayo de durabilidad del agregado**

Se realiza el ensayo para determinar la durabilidad de la grava, NORMA MTC E-209 AASHTO T-104, ASTM C88

los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos
- recipientes
- Cucharones de laboratorio

Procedimiento:

- Se disolvió 350 gramos de sulfato de sodio en un recipiente con agua de 1 litro a una temperatura de 25°C.
- Se agito de forma constante la mezcla hasta cuando está en uso.
- Se debe tomar en cuenta que para reducir la evaporación y evitar la contaminación se debe tapar la mezcla en todo momento.
- Luego se sumerge la solución saturada de sulfato de sodio por 17 horas sumergido a 1.5cm a 21°C de temperatura.
- Luego de escurrir esperamos 15 minutos y se prosigue a secar en una estufa a 110°C hasta obtener un peso constante.
- Se realiza el mismo procedimiento de lavado y secado hasta quitar el sulfato de sodio hasta llegar a 1%de concentración de muestra.
- Para concluir realizamos el lavado con cloruro de bario que reacciona formando sulfato de sodio que es soluble y precipita en forma de sal.
- Luego se seca en el horno a 110°C y se tamiza otra vez el agregado grueso.
- Se toma el peso retenido de cada tamiz y se realiza la comparación de muestra con la muestra inicial.



**Figura 13.** Durabilidad al sulfato de magnesio.

Fuente: Elaboración propia.

### **g. Abrasión "Los Ángeles"**

Se realiza el ensayo para determinar desgaste de la piedra pómez, NORMA MTC E-207, ASTM C131, MTC E207, AASHTO T96, los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos
- Recipientes
- 11 unidades de esferas metálicas.
- Máquina de los ángeles
- Cucharones de laboratorio
- brochas

Procedimiento:

- se toma la muestra inicial de un total de 5000 gr.
- Se emplea el método B donde se determina el uso de 11.00 unidades de esferas metálicas.
- Se inicia con las revoluciones por un tiempo de 40 minutos.
- Se extrae el material de la maquina luego se tamiza para determinar el material pasante por el tamiz n° tamiz n° 12.



**Figura 14.** Ensayo de abrasión de la grava por el método B.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 15.** Tamizado para determinar los pesos y porcentaje de desgaste.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 16.** Peso de la muestra retenida por el tamiz N°12.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5.2 Ensayos de laboratorio (Material Agregado Fino (Arena Gruesa))**

Para la presente tesis se toma muestras de la cantera de Ayaviri y realizar los siguientes ensayos:

#### **a. Granulometría**

Se realiza el ensayo de granulometría por tamiz agregados según normas aplicables, ESTÁNDAR MTC E107, ASTM D 22 / AASHTO T27, T88 tamizado de los tres tipos de agregados de acuerdo con las normas aplicables, NORMA MTC E-107, ASTM D-422/AASHTO T-27, T-88, NTP 339.128 los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Tamices
- Recipientes
- Brocha

Procedimiento:

- Se inició con el muestreo de la arena gruesa, el material extraído es de la cantera de Ayaviri.
- Se realizó el cuarteo correspondiente de la arena gruesa
- Se procedió con el tamizado de la arena gruesa
- Registro de pesos de las cantidades retenidas



**Figura 17.** Cuarteo de arena gruesa.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 18.** Proceso de tamizado de la arena gruesa.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19.** Resultado granulométrico de la arena gruesa.

Fuente: Elaboración propia.

#### **b. Peso unitario compacto -puc y pus**

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo con la NORMA: MTC E-203, ASTM C-29, con la finalidad de determinar la densidad de la masa (para un determinado nivel de confort y/o densidad) y el volumen que ocupa, incluidos los espacios de aire.

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Molde Proctor
- Varilla de acero liso 5/8"
- Recipientes
- Brocha

Procedimiento:

- Se procedió a pesar el recipiente
- Para el PUS se rellena el molde con arena gruesa sin compactar y luego se enraza y tomar el registro del peso del molde + la muestra de arena repitiendo 03 veces.
- Se coloca la arena gruesa hasta  $\frac{1}{3}$  de la capacidad del molde para luego ser compactado con 25 golpes de manera uniforme con una varilla de  $\frac{5}{8}$ " y este procedimiento se repite 03 veces para el PUC.
- enrazado del material para luego ser pesado.
- Se registra el peso del recipiente + la muestra



**Figura 20.** Compactado con 25 golpes con varilla de  $\frac{5}{8}$ " para cada  $\frac{1}{3}$  del molde Proctor para el PUC.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 21.** Enrazado de arena gruesa.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 22.** Peso de arena gruesa + recipiente.

Fuente: Elaboración propia.

**c. Peso específico y absorción de la arena gruesa**

Este ensayo se realizó de acuerdo con la NORMA AASHTO T-85, ASTM C127, con la finalidad de conocer el peso específico y porcentaje de absorción que serán utilizados para el diseño de mezcla.

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Fiola
- Termómetro de laboratorio
- Recipientes metálicos

Procedimiento:

- El ensayo se realizó con agregado Pasante del tamiz N° 4 y retenido en la malla N°200
- Se procedió a saturar la muestra por 24 horas.
- Luego se procedió a secar dicha muestra a temperatura natural
- Se determinó la humedad superficial utilizando un molde de metal de forma troncocónica, y su respectivo compactador metálico que tiene 350 gramos que tiene una cara plana de compactación de sección circular de 25mm de diámetro.
- Luego en el proceso de llenado se realizan 10 apisonadas con el compactador metálico dejando caer de una altura de 10 cm.
- Condición óptima para empezar con el ensayo.
- Pesamos 300 g de la muestra óptima.
- Luego tomamos la temperatura de agua del agua incorporada a la fiola a 25°C.
- Luego adicionamos el agua destilada en una cantidad de 500 mililitros, donde tenemos cuidado incorporar aire al adicionar agua.
- luego pesamos la Fiola + la muestra saturada + agua incorporada.



**Figura 23.** Muestra saturada por 24 horas.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 24.** Molde de metal de forma troncocónica y compactador metálico.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 25.** Condición óptima de humedad para el ensayo.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 26.** Control de temperatura de agua.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 27.** Peso de la muestra + Fiola.

Fuente: Elaboración propia.

#### **d. Contenido de humedad**

El siguiente ensayo se realizó de acuerdo con NORMA: MTC 108, ASTM D-2216, con la finalidad de determinar la humedad de la muestra.

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Horno de laboratorio
- Recipientes metálicos
- Cucharones laboratorio
- brochas

Procedimiento:

- se realizó el cuarteo de la muestra donde se eligen los extremos del cuarteo.
- Se tomó 100 gramos de muestra de acuerdo con la norma
- Luego se proceden a pesar el recipiente.

- Luego se procede a pesar el recipiente + la muestra en condición húmeda.
- Se procedió a colocar la muestra pesada al horno a una temperatura de 110°C por 24 horas.
- El contenido de humedad se calcula tomando en cuenta la siguiente formula:



**Figura 28.** Cuarteo de la arena gruesa de la cantera de Ayaviri.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 29.** Determinación de peso con la muestra humedad.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 30.** Colocación de la muestra para su secado.

Fuente: Elaboración propia.

**e. Cantidad de material fino que pasa por el tamiz n° 200**

La siguiente prueba se realiza de acuerdo con la norma ASTM C 117 para determinar el contenido de partículas más finas por medio de lavado, además este ensayo nos ayuda a disgregar partículas de arcilla y otras.

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Tamiz N°200
- Horno de laboratorio
- Recipientes metálicos

Procedimiento:

- Procedimos a pesar la muestra de agregado
- Se realiza el lavado para separar partículas de arcilla de la muestra
- Para luego ser colocado al horno a loa 110°C para su secado
- Luego del secado se procede a pesar para obtener un resultado de peso de material seco fino+ recipiente



**Figura 31.** Lavado de muestra para disgregar arcilla.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 32.** Colocado de muestra al horno para su secado.

Fuente: Elaboración propia.

#### **f. Ensayo de durabilidad del agregado**

Se realizó de acuerdo con la NORMA MTC E-209 AASHTO T-104, ASTM C88, este ensayo de durabilidad de agregado por ataque con sulfato de sodio donde se puede observar la acción de desintegración de los agentes atmosféricos para ello se tomaron los siguientes procedimientos.

Los materiales y equipos empleados son los siguientes:

- Balanzas con precisión de 0.01 gramos.
- Tamiz
- Horno de laboratorio
- Sulfato de sodio.
- Recipientes metálicos

Procedimiento:

- Se disolvió 350 gramos de sulfato de sodio en un recipiente con agua de 1 litro a una temperatura de 25°C.
- Se agito de forma constante la mezcla hasta cuando está en uso.
- Se debe tomar en cuenta que para reducir la evaporación y evitar la contaminación se debe tapar la mezcla en todo momento.
- Luego la solución se dejó reposar 48 horas a 21°C antes de emplear.
- Se tomó una muestra de 100 gramos.
- La muestra empleada es lavada sobre la malla N°50.
- Se pone al horno para secarlas a una temperatura de 110°C.
- Luego se sumerge la solución debidamente saturada de sulfato de sodio por 17 horas sumergido a 1.5cm a 21°C de temperatura.
- Luego de escurrir esperamos 15 minutos y se procede a secar en una estufa a 110°C hasta obtener un peso constante.
- Se realiza el mismo procedimiento de lavado y secado hasta quitar el sulfato de sodio hasta llegar a 1%de concentración de muestra.
- Para concluir realizamos el lavado con cloruro de bario que reacciona formando sulfato de sodio que es soluble y precipita en forma de sal.
- Luego se seca en el horno a 110°C y se tamiza otra vez el agregado grueso.

- Se toma el peso retenido en cada tamiz y se realiza la comparación de muestra con la muestra inicial.



**Figura 33.** Control de temperatura de agua utilizada.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.3 Pruebas de laboratorio (dosificación y resistencias)

#### a. Diseño de mezclas

Se realizó de acuerdo con la NORMA MTC E-209 AASHTO T-104, ASTM C88, este ensayo de durabilidad de agregado por ataque con sulfato de sodio donde se puede observar la acción de desintegración de los agentes atmosféricos para ello se tomaron los siguientes procedimientos.

**Paso 01:** determinación de la resistencia promedio requerida como Factor de seguridad:

**Tabla 2.** Factor de seguridad

<b>F'c</b>	<b>F'cr</b>
<210	F'c +70
210-350	F'c +84
>350	F'c +98

Fuente: Elaboración propia en base (ACI 318, 2011)

Diseñaremos un diseño de mezclas para una resistencia de 190 kg/cm<sup>2</sup> y tendremos como resistencia requerida de  $F'_{cr} = 140 + 70 = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Paso 02:** determinamos el de aire retenido acorde al tamaño máximo nominal del agregado grueso AG obtenido que viene a ser  $TMN = 1/2"$  por lo que tomamos el valor de 2.5% de aire atrapado.

**Tabla 3.** Contenido de aire atrapado.

Tamaño Maximo Nominal del Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8 "	3.0%
1/2 "	2.5%
3/4 "	2.0%
1 "	1.5%
1 1/2 "	1.0%
2 "	0.5%
3 "	0.3%
4 "	0.2%

Fuente: Elaboración propia en base (211 del ACI).

**Paso 03:** para la determinación de contenido de agua de diseño se tiene como dato el  $TMN = 1/2"$  y el asentamiento (SLUMP) = 3" - 4", por lo que se tendría según el siguiente cuadro:

**Tabla 4.** Volumen Unitario del Agua.

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los TMN de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: Elaboración propia en base (211 del ACI).

Se tiene como resultado  $VUA = 216$  Ltr. /m<sup>3</sup>.

**Paso 04:** determinaremos la relación agua cemento (A/C) por medio de la resistencia teniendo los siguientes datos de  $F'_{cr} = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 5. Relación agua cemento por resistencia.**

f'c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Elaboración propia en base (211 del ACI).

Interpolamos de acuerdo con las resistencias.

$$X = \text{relación A/C de diseño} = 0.68$$

**Paso 05:** se tiene como datos la cantidad de agua que es de 216 Ltr. /m<sup>3</sup> y la A/C = 0.68, con el que determinamos la cantidad de peso de cemento para el diseño con la siguiente expresión  $C = A/R = 216/0.68 = 317.65 \text{ kg}$ .

En base a la cantidad de cemento por 1m<sup>3</sup> se tiene un factor cemento de  $FC = 356.44/42.5 = 7.47$  bolsas.

**Paso 06:** La masa del agregado grueso se calcula sobre la base del módulo de finura del agregado fino,  $MFAF = 3,5$ ,  $TMN = \frac{1}{2}$ ", unidad de masa del agregado grueso compactado  $PUC = 621,00 \text{ kg/m}^3$ .

**Tabla 6. Relación agua cemento por resistencia.**

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO				
	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (b/b <sub>o</sub> )			
tamaño máximo nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8 "	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4 "	0.66	0.64	0.62	0.6
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.76	0.74	0.72	0.7
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente. Tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Se tiene como peso del agregado grueso  $WAG=0.48$  kg.

**Paso 07:** calculamos el peso del agregado fino por lo que se tiene como dato aire incorporado de 2.5%, el peso del agua de 216 Ltr., peso del cemento de 317.65 kg, peso del agregado grueso de 341.55 kg. y los pesos específicos del agua de 1000 kg/m<sup>3</sup>, peso específico del cemento de 2800 kg/m<sup>3</sup> y peso específico del agregado grueso de 1442 kg/m<sup>3</sup>, luego procedemos a calcular los volúmenes absolutos:

$$\text{Vol. del Cemento} = 317.65/2800 = 0.11 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Del agua} = 216/1000 = 0.22 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. del aire} = 2.5/100 = 0.03 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Del Agregado Grueso} = 341.55/1442 = 0.24 \text{ m}^3$$

Sumamos todos los volúmenes obtenidos por m<sup>3</sup>.  $0.11+0.22+0.03+0.24 = 0.60$  m<sup>3</sup>.

Volumen del agregado fino  $1.00 \text{ m}^3 - 0.60 \text{ m}^3 = 0.40 \text{ m}^3$ . y como peso sería  $0.40 \text{ m}^3 \times 2540 \text{ kg/m}^3 = 1016.00 \text{ kg}$ .

**Paso 08:** tenemos el cálculo de diseño en estado seco para todos los insumos que conforman la pasta del concreto.

$$\text{Cemento} = 356.44 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 838.82 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 434.7 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 216.00 \text{ Ltr.}$$

**Paso 09:** Para ajustar la humedad del agregado, usamos la siguiente ecuación  $\text{Peso Seso} \times (w\%/100 + 1)$ , con el que se obtiene el peso del agregado fino de 1073.91 kg y el agregado grueso de 381.17 kg.

**Paso 10:** para el aporte del agua a la mezcla consideramos la siguiente ecuación  $((\%w - \% \text{ abs}) \times (w \text{ agregado seco})) / 100$ , obteniendo para agregado fino de 12.56 Ltr. Y para el agregado grueso de tiene -49.36 Ltr. Teniendo un aporte total de agua de  $12.56 + (-49.63) = -36.80$  Ltr.

**Paso 11:** determinamos el agua efectiva para la mezcla sumando el la cantidad de agua de diseño más el aporte de agua de los agregados teniendo  $216 - (-36.80) = 252.80$  Ltr.

**Paso 12:** proporcionamiento del diseño

Cemento	= 317.65 kg/317.65 kg	= 1
Agregado fino	= 1073.91 kg/317.65 kg	= 3.38
Agregado grueso	= 381.17 kg/317.65 kg	= 1.20
Agua	= 252.80 Ltr. /7.47 bolsas	= 32.84 Ltr.

**Paso 13:** calculamos la relación agua cemento efectiva  $A/C = 268.45/356.44 = 0.80$ .

#### b. Consistencias

Consistencias de las mezclas obtenidas para diferentes los diseños empleando materiales y equipos de acuerdo con la MTC E 705.



**Figura 34.** SLUMP según los diseños seleccionados.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 35.** Control de asentamientos entre 3” – 4” de acuerdo con la metodología ACI.

Fuente: Elaboración propia.

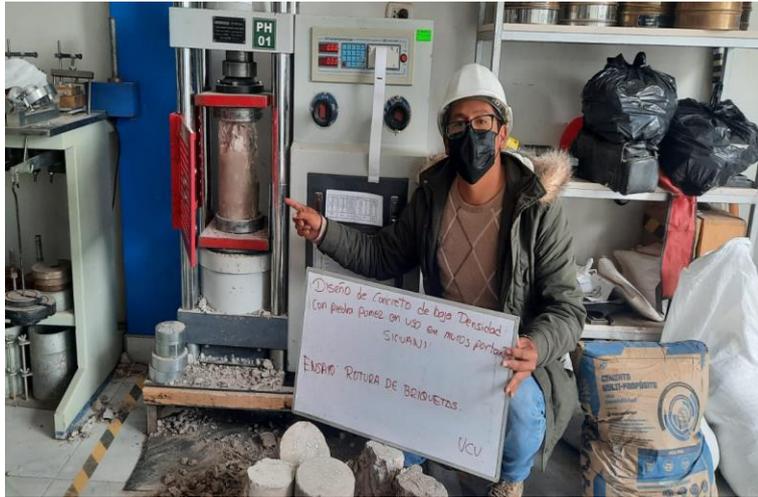
### c. Resistencia a la compresión

Se tiene los datos de los diseños de mezcla para diferentes relaciones de agua cemento, con los que desarrollamos los testigos de concretos los cuales fueron expuestos a una carga máxima donde obtendremos los valores verificados para la resistencia respecto a la compresión del concreto de acuerdo con la norma MTC E 704.



**Figura 36.** Proceso de rotura de briquetas en la prensa hidráulica.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 37.** Proceso de rotura de briquetas en la prensa hidráulica.

#### d. Elaboración de unidades de concreto

Para la fabricación de las unidades de albañilería se tiene moldes metálicos de medidas 20X13X9 cm. y 15X15X9 cm.



**Figura 38.** Vista de la elaboración de unidades de concreto de baja densidad.

Fuente: Elaboración propia.

#### e. Elaboración de pila y murete de concreto

Para la elaboración de la pilas se realizaron con las unidades de medidas de 15x15x9 cm.



**Figura 39.** Pilas y murete elaborado para los ensayos y verificar su comportamiento.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 40.** Verificación de dimensiones.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 41.** Verificación de dimensiones.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Método de análisis de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) menciona que cuando se logra evaluar toda la información recopilada cuantitativamente se tiene que realizar una comparación estadística y mantener un parámetro en relación a la realidad para lograr establecer resultados de acuerdo al contexto del lugar y zona.

El método que se usará en la presente tesis de investigación será la observación directa de la muestra que se extraerá de una cantera específica y se analizará en laboratorio.

Luego para la obtención y verificación del tipo de material se usará el método inductivo cuando se vaya a laboratorio para realizar los ensayos requeridos.

La investigación de campo se efectuó según a las recomendaciones de la norma de concreto armado E.060 que previamente se efectuaran con la toma de muestra in situ en campo para luego llevarlas a laboratorio.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación será ejecutada teniendo como base y representación los principios éticos y morales con respecto al derecho de autor de cada fuente bibliográfica de antecedentes que ha servido de apoyo con esta investigación por medio de citas bibliográficas y fichas técnicas validadas por juicio de expertos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

#### 4.1.1 Ubicación política

La presente investigación se desarrolló en la cantera de Raqchi, distrito de Sicuani, provincia. de Canchis, Departamento del Cusco.



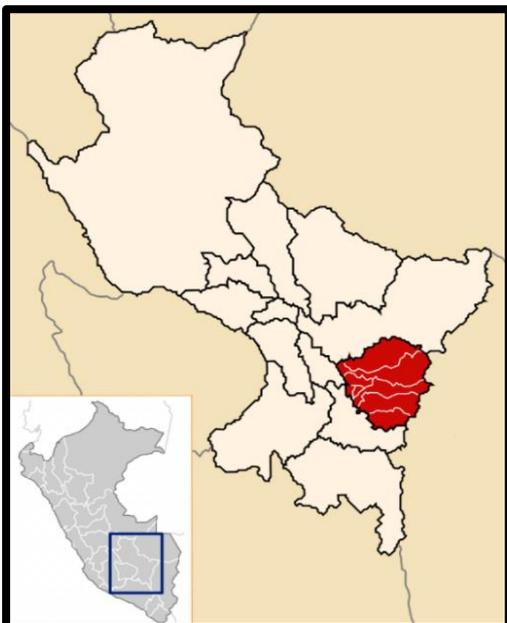
**Figura 42.** Mapa político Perú



**Figura 43.** Mapa político

Departamento de Cusco

#### 4.1.2 Ubicación del Proyecto



**Figura 44.** Mapa Provincia Canchis



**Figura 45.** Mapa distrito de Sicuani

#### 4.1.3 Limites

- Norte : Limita con el Distrito de San Pablo
- Sur : Limita con el Distrito de Marangani
- Este : Limita con el Distrito de Nuñoa
- Oeste: Limita con los Distritos de San Pedro y Langui

#### 4.1.4 Ubicación Geográfica

El distrito de Sicuani presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud 14.2714 y Longitud: Sur -71.2292 14° 16' 17", y Oeste 71° 13' 45", contando con un área de 646,00 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud de 3.546 m.s.n.m. Según la INEI hasta el 2015 contaba con una población de 57,551 habitantes.



**Figura 46.** Ubicación de la cantera de Raqchi.

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.5 Clima**

El clima que posee el distrito de Sicuani es de tundra, lo que en conclusión se refiere que aun en los meses más cálidos las temperaturas con muy bajas cuentan con una temperatura que varía entre los -1 °C hasta los 20 °C, teniendo una temperatura promedio de 18 °C durante los meses de Julio – agosto.

Los resultados del proyecto “Diseño de hormigón celular de baja densidad para muros no portantes de edificaciones, Sicuani, Cusco, 2021” se reflejan en Se realizan pruebas de laboratorio para determinar las propiedades de los agregados tales como como granulometría, humedad, finura, gravedad específica, absorbancia, peso unitario, pérdida por desgaste, ayuda a determinar la cantidad de componentes para el diseño del concreto, luego verifíquelos mediante el control de calidad a través de f'c, pruebas de resistencia a la compresión. Finalmente, con base en la información recopilada, se realiza un análisis descriptivo utilizando la tabla para contrarrestar las suposiciones anteriores.

Los resultados obtenidos y recopilados en el laboratorio se detallan de la siguiente manera:

### **4.2 Resultados de Laboratorio (Caracterización de los agregados)**

#### **4.2.1 Resultados de ensayos de análisis granulométrico**

- Piedra triturada – cantera Quiquijana
- Piedra pómez – cantera Raqchi



**Figura 47.** Análisis granulométrico de la piedra pomez  
Fuente: Elaboración propia.

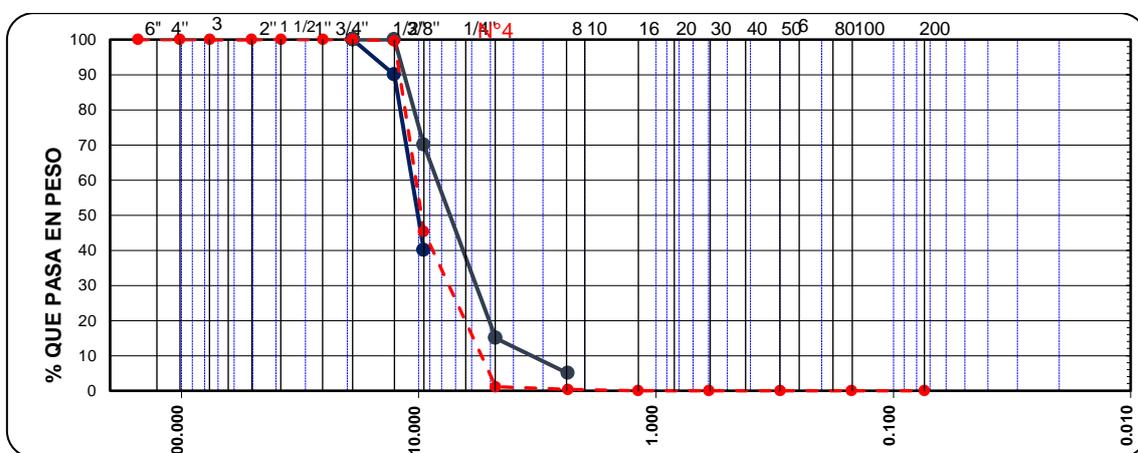


**Figura 48.** Tamizaje de la piedra triturada  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7. Resultado análisis granulométrico Piedra triturada Quiquijana**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO PIEDRA TRITURADA (CANTERA QUIQUIJANA)							
Malla		Peso (gr)	% Rect Parcial	% Rect Acum.	% que Pasa	grava concreto AG-3	
Tamiz	mm.					MIN	MAX
8"	203.200						
6"	152.400						
4"	101.600						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000				100.0	100	100
1/2"	12.700	34.000	0.4	0.4	99.6	90	100
3/8"	9.520	5.127	54.3	54.6	45.4	40	70
1/4"	6.350						
Nº4	4.750	4	44.2	98.9	1.1	0	15
8	2.360	500	0.7	99.6	0.4	0	5
10	2.000						
16	1.190	320.000	0.4	100.0			
20	0.850						
30	0.600						
40	0.420						
50	0.300						
60	0.250						
80	0.180						
100	0.150						
200	0.074						
PASANTE		510.0	0.5	100.0			

Fuente: Elaboración propia.



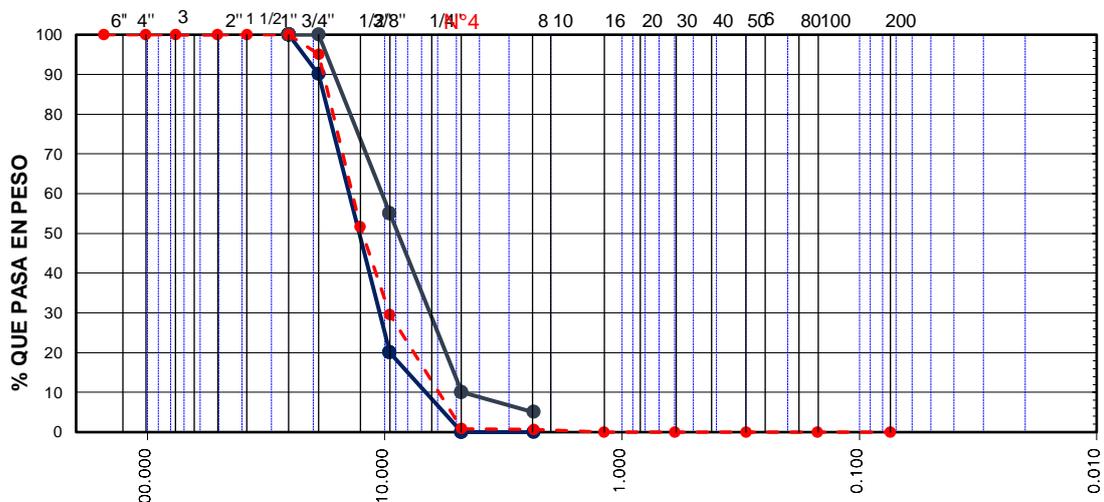
**Figura 49.** Curva Granulométrica de la piedra triturada

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8. Resultado análisis granulométrico Piedra Pomez Raqchi**

ENSAYO GRANULOMÉTRICO PIEDRA POMEZ (CANTERA RAQCHI)							
Malla		Peso (gr)	% Rect Parcial	% Rect Acum.	% que Pasa	grava concreto AG-3	
Tamiz	mm.					MIN	MAX
8"	203.200						
6"	152.400						
4"	101.600						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100					100	100
1"	25.400				100.0	90	100
3/4"	19.000	377	42.0	46.5	95.1		
1/2"	12.700	6.474	41.0	87.5	51.6	20	55
3/8"	9.520	702.000	9.7	97.2	29.6		
1/4"	6.350						
N°4	4.750	7	2.2	99.4	0.9	0	10
8	2.360	100	0.1	99.5	0.7	0	5
10	2.000						
16	1.190						
20	0.850						
30	0.600						
40	0.420						
50	0.300						
60	0.250						
80	0.180						
100	0.150						
200	0.074						
PASANTE		400.0	0.7	100.0			

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 50.** Curva Granulométrica de la piedra pomez.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con las Tablas 7, 8 y Figuras 49 Y 50 se puede visualizar los resultados obtenidos mediante el análisis de granulometría por tamizado como indica la norma ASTM – D422, se logró determinar de la muestra de la piedra triturada de quiquijana que fue extraída su clasificación SUCS, que contiene 98.9% de grava, 1.1% de arena y 0% de finos, por otro lado, según su plasticidad no presenta limites líquidos ni plásticos por otro lado de la muestra de la piedra pómez de Raqchi según su clasificación SUCS contiene 99.4% de grava, 0.9% de arena y 0% de finos, no presenta limites liquido ni plástico.

### 4.3 Resultados de Laboratorio (Propiedades físicas de los agregados)

#### 4.3.1 Resultados de ensayo de contenido de humedad



**Figura 51.** Ensayo contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 52.** Secado del agregado.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.** Resultados contenidos de humedad de los agregados

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>HUMEDAD NATURAL</b>			
<b>Muestra</b>	<b>PIEDRA TRITURADA</b>	<b>PIEDRA POMEZ</b>	<b>ARENA GRUESA</b>
N° de Tarro	T-3	T-4	T-1
Tarro + S. Humedo (gr)	3062.6	3223.6	3974.5
Tarro + S. Seco (gr)	3,009.9	2,940.7	3,788.1
P. Del S. Humedo (gr)	52.7	282.9	186.4
P. Del S. Seco (gr)	500.6	502.3	518.3
P. Del Agua (gr)	2509.30	2438.40	3269.80
% De Humedad	2.10%	11.60%	5.70%
Humedad Promedio (%)=	<b>2.10%</b>	<b>11.60%</b>	<b>5.70%</b>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 53.** Contenido de humedad de los agregados.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 9 y Figura 53 como indica la norma (MTC 108 y ASTM D2216) se efectuó el ensayo de Contenido de Humedad tanto para la piedra triturada, piedra pomez y arena gruesa lo cual se obtuvo como resultados los porcentajes de humedad de **2.10%**, **11.60%** y **5.70%** respectivamente que está dentro de los límites admisibles en los tres casos para ser utilizados como agregado.

#### 4.3.2 Resultados de ensayo de cantidad de finos que pasa por el tamiz N°200



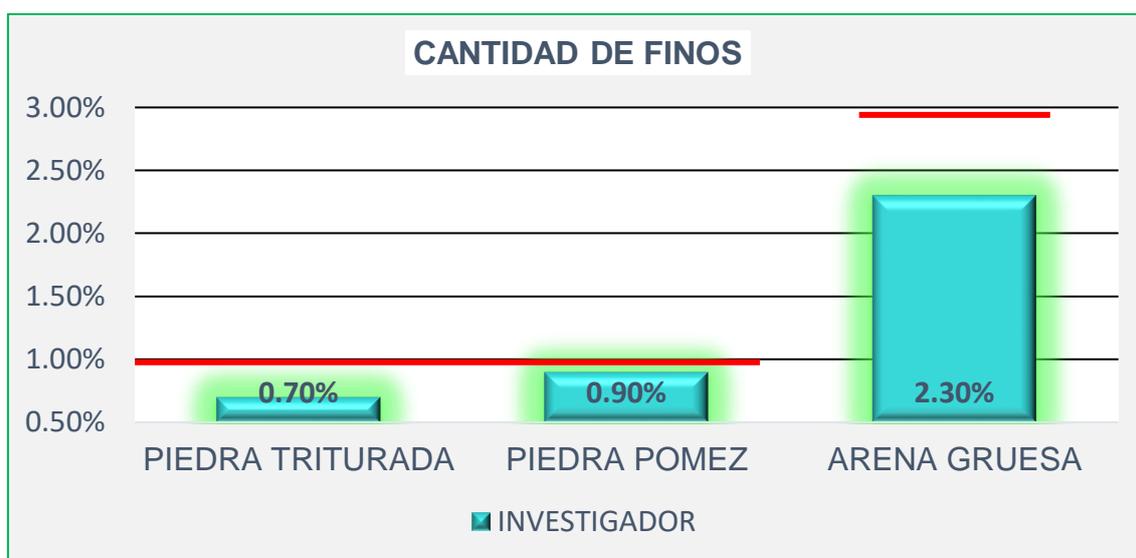
**Figura 54.** Cantidad de finos de la arena gruesa.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10. Resultado cantidad de finos**

CANTIDAD DE FINOS TAMIZ N°200				
AGREGADO GRUESO				
ENSAYO N°	UND	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	ARENA GRUESA
		1	1	2
Recipiente N°		T-6	T-7	T-2
Peso del material seco	gr	2666.8	2663.9	3796.1
peso del material lavado seco	gr	2652.2	2644	3720.9
peso de la tara	gr	512.8	509.6	526.3
peso del material neto	gr	2154	2154.3	3269.8
peso del material < N° 200	gr	14.6	19.9	75.2
% Material < N° 200	%	0.70	0.90	2.30
Promedio % Material < N° 200		<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>2.3</b>
	OBTENIDO (%)	ESPECIFICADO MAX		OBSERVACIONES
<b>PIEDRA TRITURADA</b>	0.70%	1%		CUMPLE PARA CONCRETOS
<b>PIEDRA POMEZ</b>	0.90%	1%		CUMPLE PARA CONCRETOS
<b>ARENA GRUESA</b>	2.30%	3%		CUMPLE PARA CONCRETOS PARA ABRASION
		5%		CUMPLE PARA OTROS CONCRETOS

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 55.** Cantidad de finos de los agregados.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 10 y la Figura 55 como indica la norma (ASTM C117) se realizó los ensayos para verificar la cantidad de finos pasan por el tamiz N°200, lo cual

se obtuvo como resultados los porcentajes **0.7%** de piedra triturada que cumple con la especificación de 1%, para de piedra pomez se obtuvo **0.90%** que si cumple con la especificación de 1% y de arena gruesa se obtuvo **2.30%** que cumple con la especificación de 3% para otros concretos.

#### 4.3.3 Resultados del ensayo del peso específico y absorción de los agregados fino y grueso



**Figura 56.** Peso específico del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.



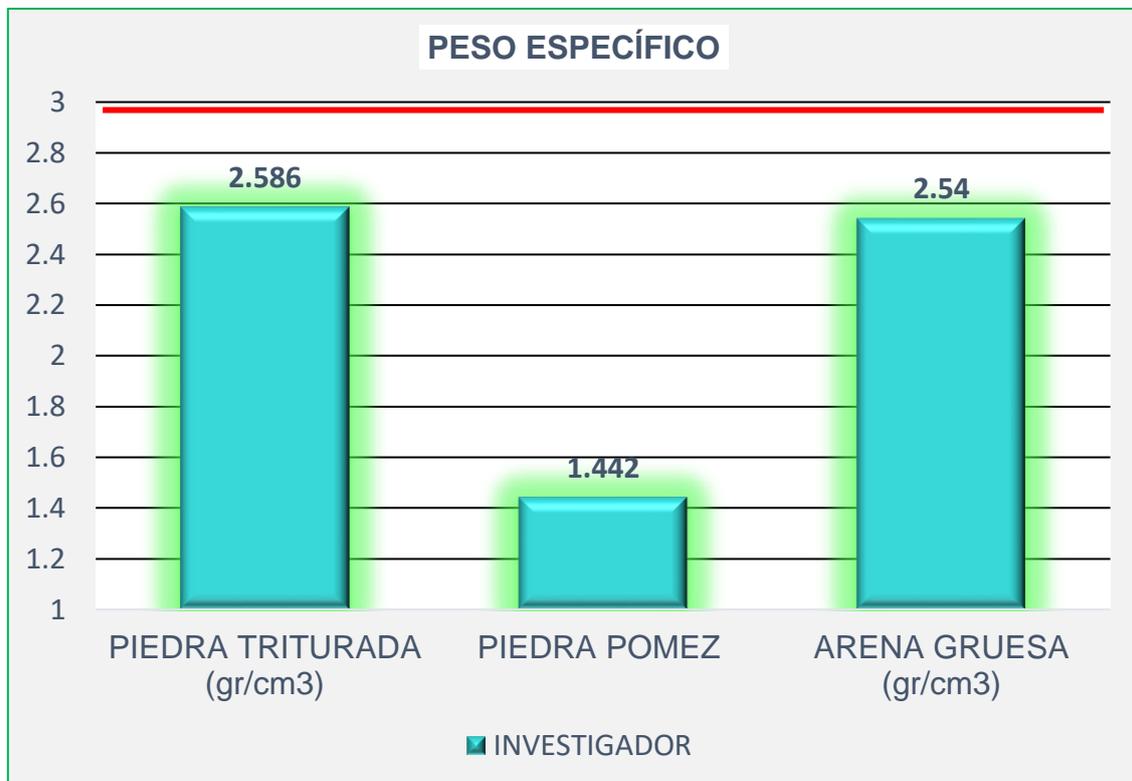
**Figura 57.** Absorción del agregado grueso piedra pomez.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11. Peso específico y Absorción de los agregados**

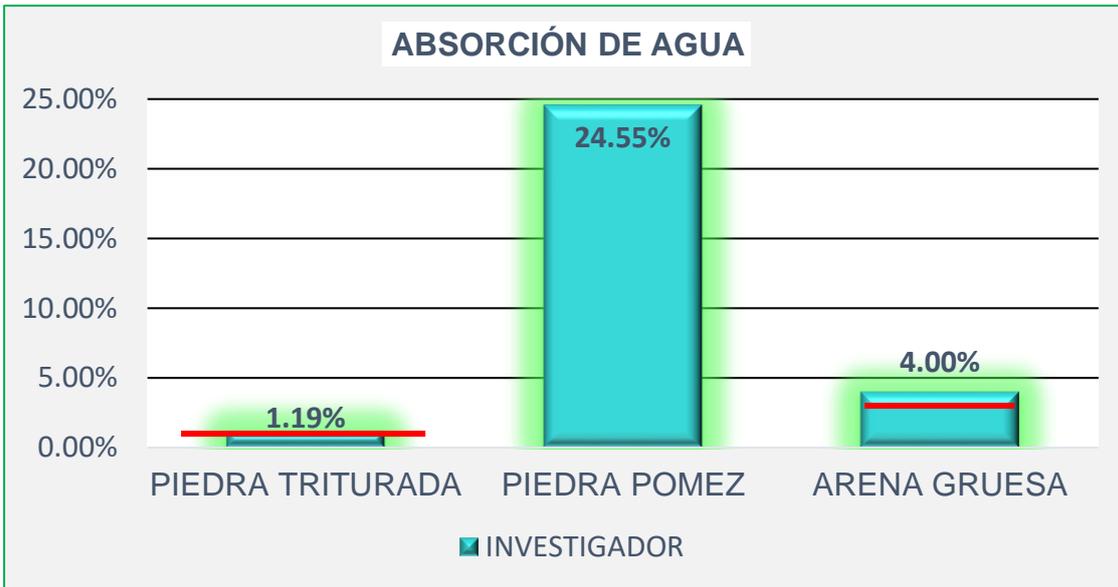
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO				
AGREGADO GRUESO				
ENSAYO N°	UND	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	ARENA GRUESA
		1	1	1
Recipiente N°		T-7	T-7	T-2
Peso del recipiente + Agregado Saturado superf. Seco	gr.	5164.2	1669.2	
Peso del recipiente + Agregado seco	gr.	5065.4	1440.6	
Peso de recipiente	gr.	509.6	509.6	
Peso de agregado saturado superf. Seco	gr.	4654.6	1159.6	
Peso del agregado seco	gr.	4585.8	931	
Peso de la canastilla + Agregado Sumergido	gr.	2854.4	355.4	
Peso de la canastilla sumergido	gr.	0	0	
Peso del agregado sumergido	gr.	2854.4	355.4	
Temperatura del agua	°C	25	25	25
Factor de correccion	-	1	1	1
Peso especifico aparente (BASE SECA)	-	2.649	1.617	2.731
<b>Gravedad especifica BULK SSS (SATURADA)</b>	gr/cm3	<b>2.586</b>	<b>1.442</b>	<b>2.54</b>
Gravedad especifica BULK ( BASE SECA)	-	2.555	1.158	2.43
<b>Absorcion</b>	%	<b>1.19%</b>	<b>24.55%</b>	<b>4.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 58.** Peso específico de los agregados.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 59.** Absorción de los agregados.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 11 y las Figuras 58 y 59 se puede observar que el peso específico en la piedra triturada de la cantera de quiquijana es de **2.586 gr/cm<sup>3</sup>**, en la piedra pomez es de **1.442 gr/cm<sup>3</sup>** y en la arena gruesa del rio Ayaviri es de **2.54 gr/cm<sup>3</sup>**, por otro lado, se obtuvo los resultados de la absorción de agua de **1.19%** de piedra triturada, **24.55%** de piedra pomez y **4.00%** en arena gruesa lo cual en los tres casos exceden los límites de aceptación máxima de 1% y 4% respectivamente tal como indica la norma (ASTM C128).

#### 4.3.4 Resultados de ensayo de Peso Unitario



**Figura 60.** Peso unitario arena gruesa.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 61.** Peso unitario piedra triturada.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12.** *Peso unitario suelto*

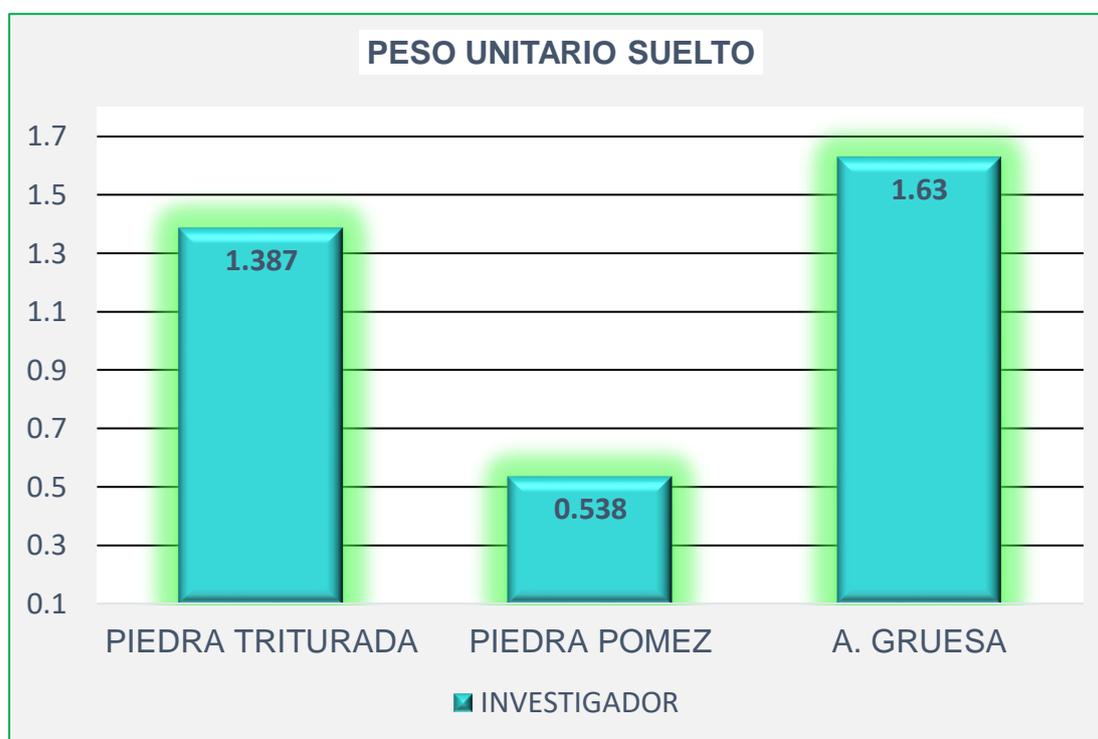
PESO UNITARIO SUELTO				
AGREGADO GRUESO				
ENSAYO N°	UND	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	ARENA GRUESA
		1	1	1
Muestra		M - 1	M - 1	M - 1
Peso del recipiente +muestra	gr.	13106.0	7230.0	9636.0
Peso del recipiente	gr.	3503.0	3503.0	6165.0
Peso de la muestra	gr.	9603.0	3727.0	3471.0
Volumen del molde	gr.	6922.0	6922.0	2130.0
Peso unitario suelto seco	gr/cm3	1.387	0.538	1.63
PROMEDIO	gr/cm3	1.387	0.538	1.63

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13. Peso unitario compactado**

PESO UNITARIO COMPACTADO				
AGREGADO GRUESO				
ENSAYO N°	UND	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	ARENA GRUESA
		1	1	1
Muestra		M - 1	M - 1	M - 1
Peso del recipiente +muestra	gr.	14104.0	7804.0	9991.0
Peso del recipiente	gr.	3503.0	3503.0	6165.0
Peso de la muestra	gr.	10601.0	4301.0	3826.0
Volumen del molde	gr.	6922.0	6922.0	2130.0
Peso unitario suelto seco	gr/cm3	1.531	0.621	1.796
PROMEDIO	gr/cm3	1.531	0.621	1.796

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 62. Peso unitario suelto**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 63.** Peso unitario compactado.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 12 y la figura 62 se muestra el peso unitario suelto de la piedra triturada, piedra pomez y arena gruesa según el promedio es de 1.387 gr/cm<sup>3</sup>, 0.538 gr/cm<sup>3</sup> y 1.63 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente el cual cumple con lo establecido en la norma (ASTM C29).

Según la Tabla 13 y la figura 63 se muestra el peso unitario compactado de la piedra triturada, piedra pomez y arena gruesa según el promedio es de 1.531 gr/cm<sup>3</sup>, 0.621 gr/cm<sup>3</sup> y 1.796 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente el cual cumple con lo establecido en la norma (ASTM C29).

#### 4.3.5 Resultado de ensayo Abrasión “Los Ángeles)”



**Figura 64.** Método “A” Abrasión.

Fuente: Elaboración propia.



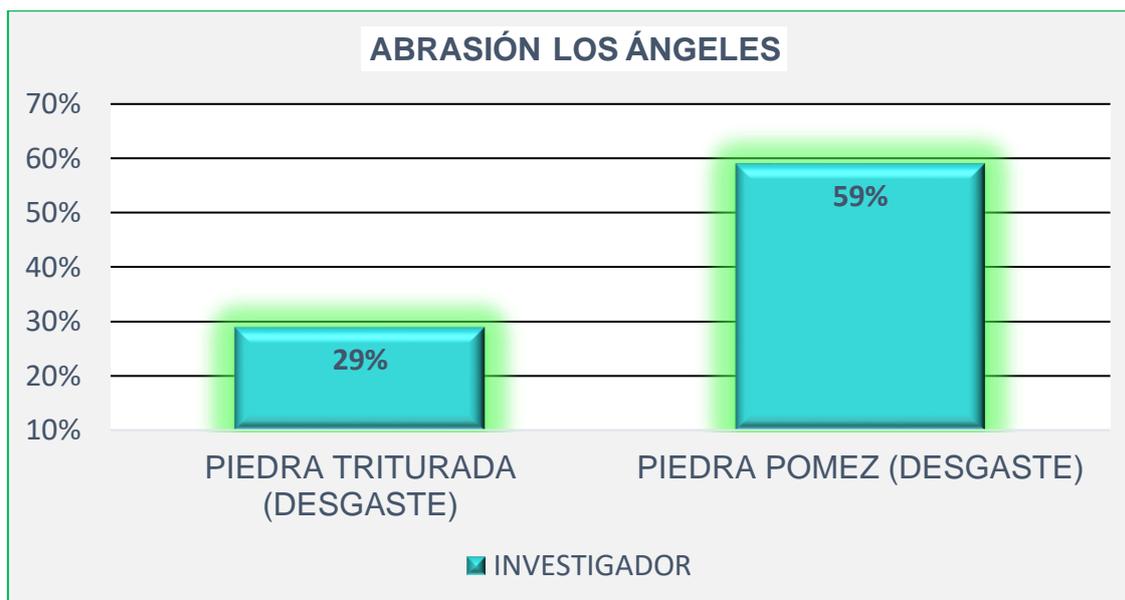
**Figura 65.** Método “B” Abrasión.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14. Abrasión de los Ángeles**

ABRASIÓN			
AGREGADO GRUESO			
	ESPECIFICACIÓN	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
GRADACION	A	B	A
Nº DE ESFERAS	12	11	12
PESO DE ESFERAS	5000 ± 25	5000± 25	5000 ± 25
TAMIZ (Nº)	PESO RETENIDO (gr)		
1 1/2" - 1"	-		
1" - 3/4"	-		
3/4" - 1/2"	2500 ± 10	2500	2500
1/2" - 3/8"	2500 ± 10	2500	2500
1/8" - 1/4"	-		
1/4" - Nro4	-		
Nro4 - Nro8	-		
PESO TOTAL	5000 ± 10	5000	5000
MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ Nº 12		3533	2075
MATERIAL PASANTE EN EL TAMIZ Nº 12		1467	2925
PORCENTAJE DE DESGASTE		29%	59%
PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO		29%	59%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 66.** Porcentaje de desgaste.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 14 y la Figura 65, se pueden observar los resultados obtenidos en el ensayo de abrasión "Los Ángeles" como lo indica la norma ASTM. – C131,

lo cual se logró determinar de la muestra que fue extraída el porcentaje de desgaste de la piedra triturada y piedra pomez que fue de **29% y 59%** respectivamente.

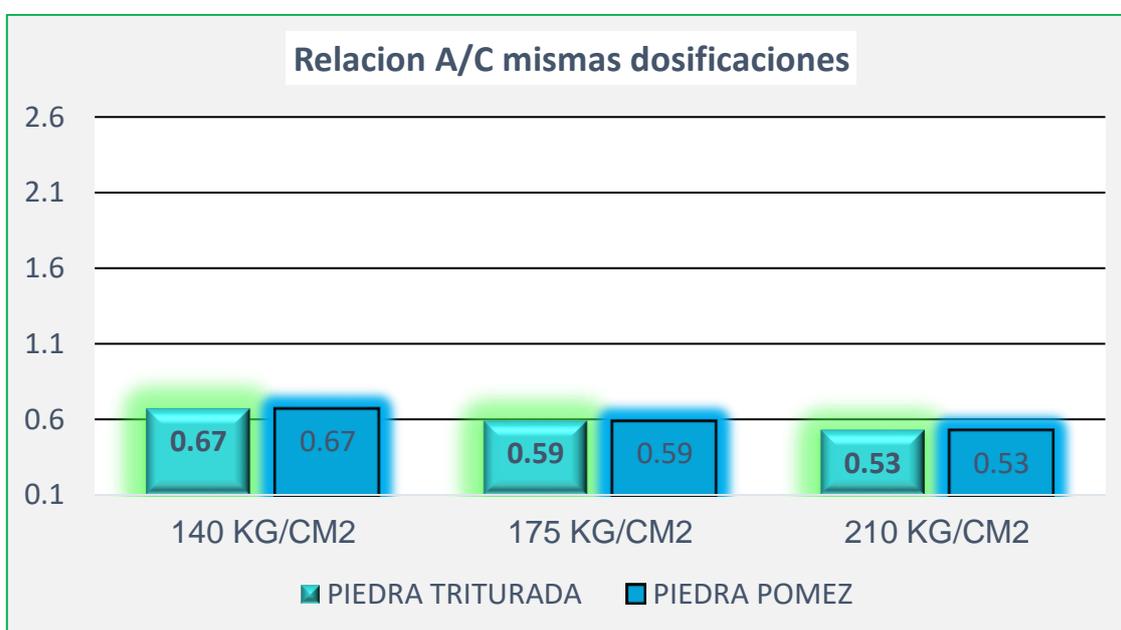
#### 4.4 Resultados de Laboratorio (Diseño de mezclas)

##### 4.4.1 Resultados comparativos en función a la relación A/C de diseño con las mismas dosificaciones

**Tabla 15.** Comparativos relación A/C con igual dosificación

A/C	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
140 KG/CM2	0.67	0.67
175 KG/CM2	0.59	0.59
210 KG/CM2	0.53	0.53

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 67.** Relación de A/C de diseño.

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 15 y la Figura 67, los resultados obtenidos al ensayar las relaciones A/C con las mismas dosificaciones a los 3 diseños de concreto planteados tal como indica la norma ACI – comité 211, inicialmente se considera las siguientes relaciones agua/cemento de diseño para la piedra triturada de Quiquijana y la piedra pómez para obtener las resistencias de 140 kg/cm<sup>2</sup> es 0.67, para 175 kg/cm<sup>2</sup> es de 0.59 y para 210 kg/cm<sup>2</sup> es de 0.53 respectivamente.

#### 4.4.2 Diseño de mezcla para una relación A/C = 0.67



**Figura 68.** Slump diseño.

Fuente: Elaboración propia.



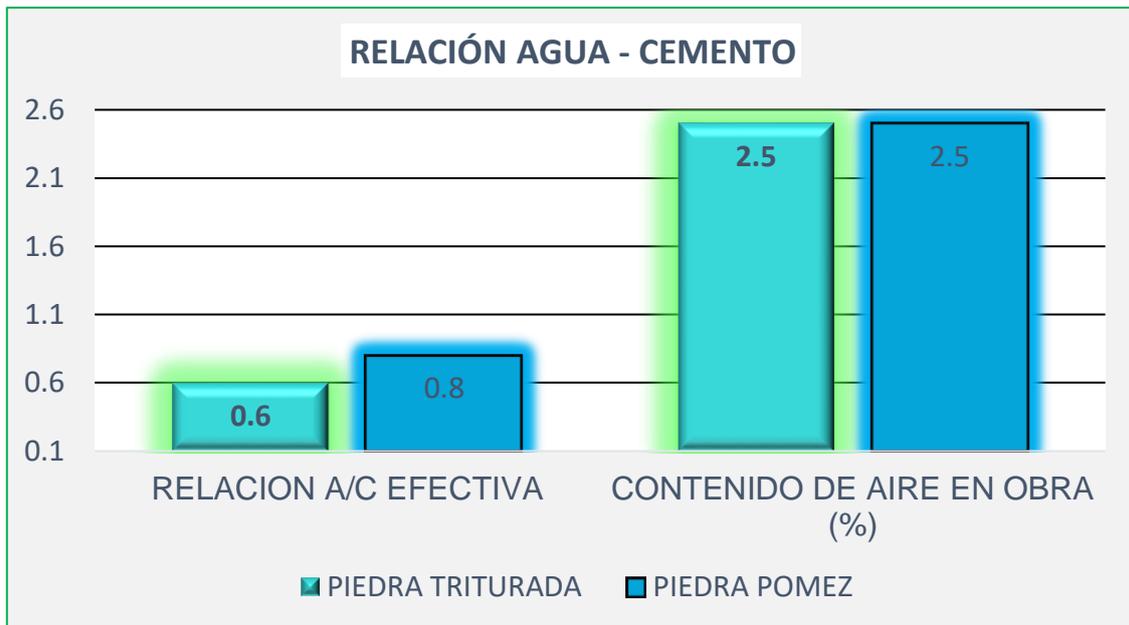
**Figura 69.** Dosificación de agregado.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.** Relación A/C 0.67

DISEÑO DE CONCRETO RELACION A/C = 0.67		
	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
slump diseño	3" - 4"	3" - 4"
Relacion AF : AG	50 :50	50:50
Relacion A/C Efectiva	<b>0.60</b>	<b>0.80</b>
Contenido de aire en obra	2.5%	2.5%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 70.** relación agua - cemento efectivas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17.** Proporción en volumen por 1 m3.

RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA		
	PIEDRA	PIEDRA POMEZ
MATERIAL	Para 1 m3 (en Vol)	Para 1 m3 (en Vol)
Cemento	7.6 bolsas	7.6 bolsas
Agua	193.0 lts	260.6 lts
Arena gruesa	0.5 m3	0.5 m3
Agregado grueso	0.6 m3	0.8 m3

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 16 y la Figura 70, los resultados obtenidos en el diseño de mezclas, para una relación A/C = 0.67, para el diseño con piedra triturada y piedra pómez, se obtuvo una relación A/C efectiva de 0.60 y 0.80 respectivamente.

De acuerdo con la Tabla 17 se puede visualizar las proporciones según volúmenes de cada uno de los materiales para el diseño convencional para 1 m3 considerando cemento 7.6 bolsas, agua 193 litros, área gruesa 0.5 m3, y piedra triturada 0.6 m3. Para diseño con piedra pomez considerando cemento 7.6 bolsas, agua 260.6 litros, área gruesa 0.5 m3, y piedra triturada 0.80 m3.

#### 4.4.3 Diseño de mezcla para una relación A/C = 0.59



**Figura 71.** Slump de diseño.

Fuente: Elaboración propia.



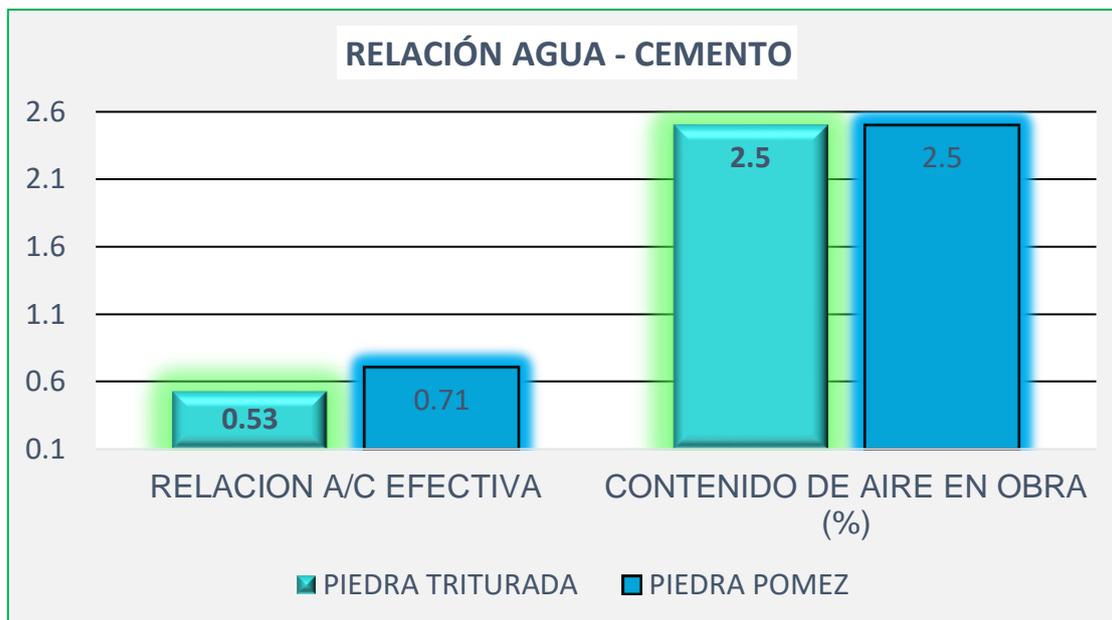
**Figura 72.** Dosificación de agregado.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18.** Relación A/C 0.59

DISEÑO DE CONCRETO RELACION A/C = 0.59		
	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
slump diseño	3" - 4"	3" - 4"
Relacion AF : AG	50 :50	50:50
Relacion A/C Efectiva	<b>0.53</b>	<b>0.71</b>
Contenido de aire en obra	2.5%	2.5%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 73.** relación agua - cemento efectivas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 19.** Proporción en volumen por 1 m3.

RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA		
	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
MATERIAL	Para 1 m3 (en Vol)	Para 1 m3 (en Vol)
Cemento	8.6 bolsas	8.6 bolsas
Agua	193.5 lts	259.6 lts
Arena gruesa	0.5 m3	0.5 m3
Piedra Triturada	0.6 m3	0.8 m3

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 18 y la Figura 73, los resultados obtenidos en el diseño de mezclas, para una relación A/C = 0.59, para el diseño con piedra triturada y piedra pómez, se obtuvo una relación A/C efectiva de 0.53 y 0.71 respectivamente.

De acuerdo con la Tabla 19 se visualiza las proporciones según volúmenes de cada uno de los materiales para el diseño convencional para 1 m3 considerando cemento 8.6 bolsas, agua 193.5 litros, área gruesa 0.5 m3, y piedra triturada 0.6 m3. Para diseño con piedra pomez considerando cemento 8.6 bolsas, agua 259.6 litros, área gruesa 0.5 m3, y piedra triturada 0.8 m3.

#### 4.4.4 Diseño de mezcla para una relación A/C = 0.53



**Figura 74.** Slump diseño

Fuente: Elaboración propia.



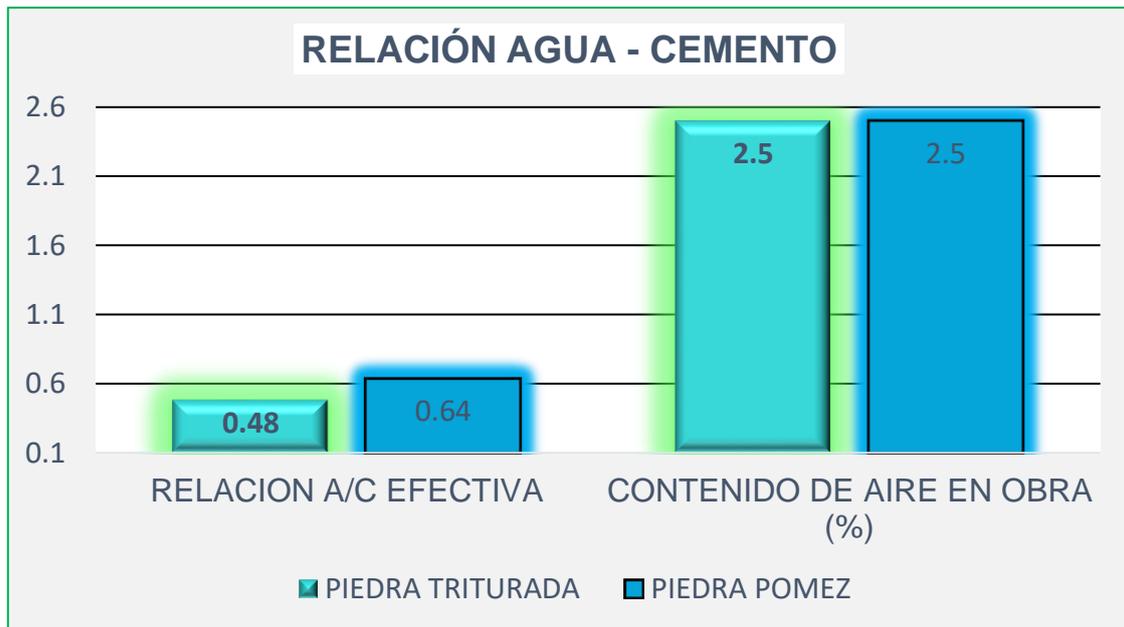
**Figura 75.** Slump asentamiento

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20.** Relación A/C 0.53

DISEÑO DE CONCRETO RELACION A/C = 0.53		
	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
slump diseño	3" - 4"	3" - 4"
Relacion AF : AG	50 :50	50:50
Relacion A/C Efectiva	<b>0.48</b>	<b>0.64</b>
Contenido de aire en obra	2.5%	2.5%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 76.** relación agua - cemento efectivas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 21.** Proporción en volumen por 1 m<sup>3</sup>.

RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA		
	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
MATERIAL	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)
Cemento	9.6 bolsas	9.6 bolsas
Agua	194.0 lts	258.6 lts
Arena gruesa	0.5 m <sup>3</sup>	0.5 m <sup>3</sup>
Piedra Triturada	0.6 m <sup>3</sup>	0.8 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 20 y la Figura 76, los resultados obtenidos en el diseño de mezclas, para una relación A/C = 0.53, para el diseño con piedra triturada y piedra pómez, se obtuvo una relación A/C efectiva de 0.48 y 0.64 respectivamente.

De acuerdo con la Tabla 21 se visualiza las proporciones según volúmenes de cada uno de los materiales para el diseño convencional para 1 m<sup>3</sup> considerando cemento 9.6 bolsas, agua 194 litros, área gruesa 0.5 m<sup>3</sup>, y piedra triturada 0.6 m<sup>3</sup>. Para diseño con piedra pomez considerando cemento 9.6 bolsas, agua 258.6 litros, área gruesa 0.5 m<sup>3</sup>, y piedra triturada 0.8 m<sup>3</sup>.

#### 4.4.5 Diseño de mezcla para una relación A/C = 1.28 (Para elaboración de unidades de Albañilería)



**Figura 77.** Dosificación de la mezcla.

Fuente: Elaboración propia.



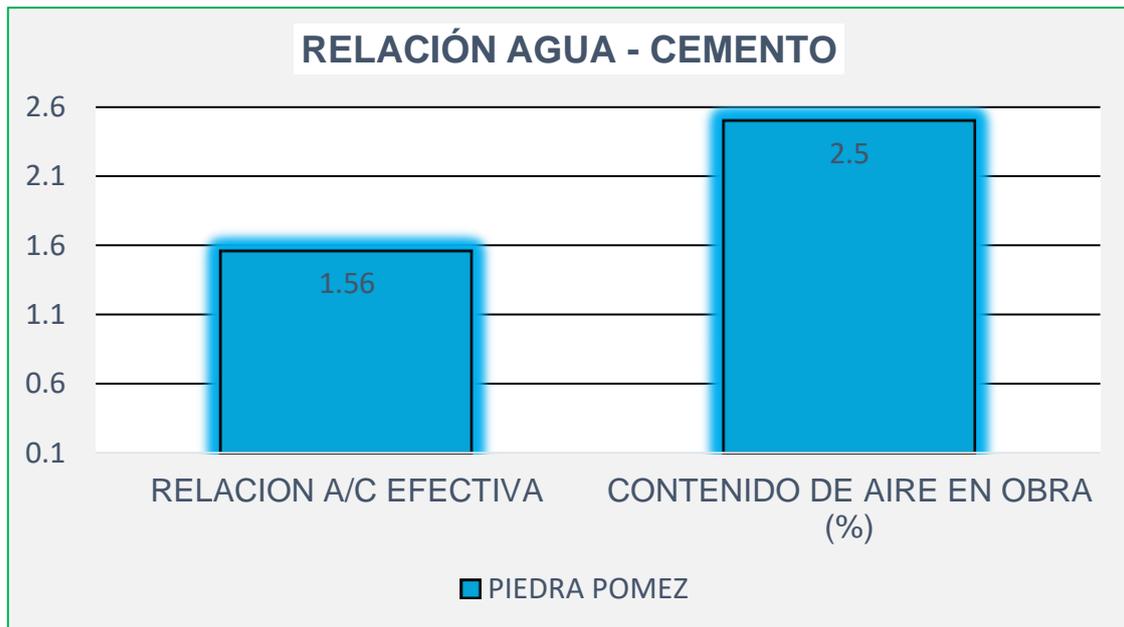
**Figura 78.** Slump asentamiento (consistencia)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22.** Relación A/C 1.28

DISEÑO DE CONCRETO RELACION A/C = 1.28	
	PIEDRA POMEZ
slump diseño	3" - 4"
Relacion AF : AG	50:50
Relacion A/C Efectiva	<b>1.56</b>
Contenido de aire en obra	2.5%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 79.** relación agua - cemento efectivas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 23.** Proporción en volumen por 1 m3.

RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA	
PIEDRA POMEZ	
MATERIAL	Para 1 m3 (en Vol)
Cemento	4.0 bolsas
Agua	264.5 lts
Arena gruesa	0.5 m3
Piedra Pomez	0.9 m3

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 22 y la Figura 79, los resultados obtenidos en el diseño de mezclas, para una relación A/C = 1.28, para el diseño con piedra pómez, se obtuvo una relación A/C efectiva de 1.56.

De acuerdo con la Tabla 23 se visualiza las proporciones según volúmenes de cada uno de los materiales para el diseño con piedra pómez para 1 m3 considerando cemento 4.0 bolsas, agua 264.5 litros, área gruesa 0.5 m3, y piedra triturada 0.9 m3.

Diseño elaborado para fines de elaboración de unidades de albañilería de acuerdo con los requisitos mínimos de la norma E 070.

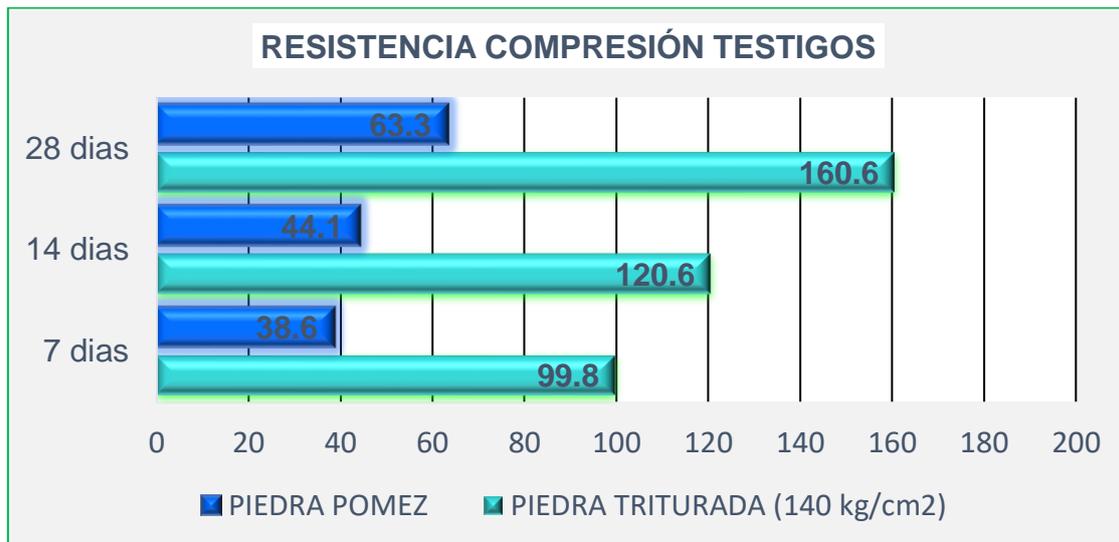
#### 4.5 Resultados de Laboratorio (Resistencia a la compresión de testigos)

##### 4.5.1 Resultados resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días (piedra triturada y piedra pomez) para una resistencia 140 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 24.** Resistencia compresión piedra triturada y piedra pomez 140 kg/cm<sup>2</sup>

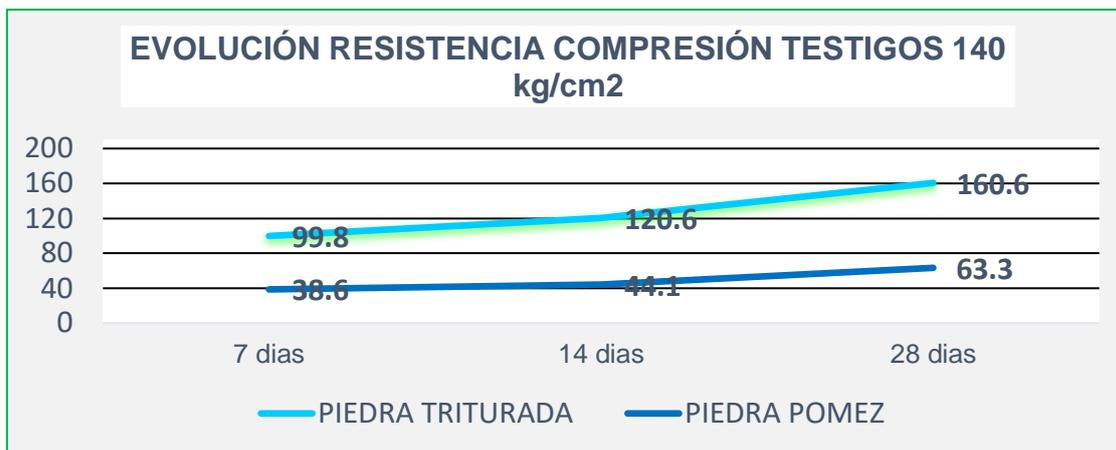
N° de Cilindro	Diseño f <sub>c</sub> Kg./cm <sup>2</sup>	ESTRUCTURA		Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
		IDENTIFICACION	ELEMENTO	Por Defecto				
1	r a/c = 0.60	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	7	176.71	173.00	17,641	99.8
2	r a/c = 0.60	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	14	176.71	208.96	21,308	120.6
3	r a/c = 0.60	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	28	176.71	278.36	28,385	160.6
4	r a/c = 0.80	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	7	176.71	66.91	6,823	38.6
5	r a/c = 0.80	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	14	176.71	76.35	7,786	44.1
6	r a/c = 0.80	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	28	176.71	109.65	11,181	63.3

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 80.** Resistencia a compresión piedra triturada vs piedra pomez

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 81.** Evolución Resistencia compresión, piedra triturada vs piedra pomez  
Fuente: Elaboración propia.

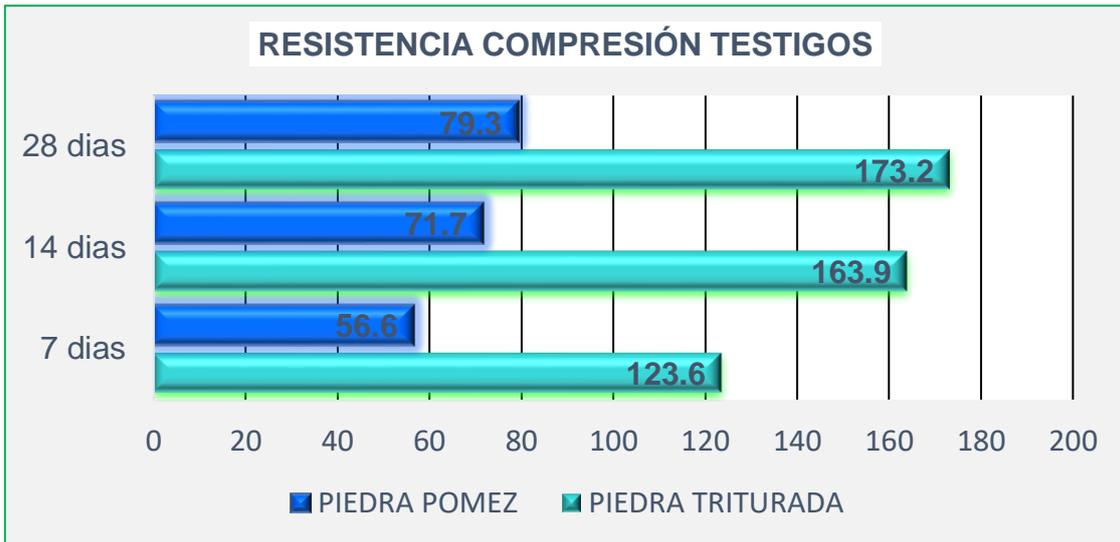
De acuerdo con la Tabla 24 y Figuras 80 y 81, Se observa el perfil de rotura de probetas con edades de curado de 7, 14 y 28 días para resistencia  $f'c = 140$  kg/m<sup>2</sup>, con piedra triturada presentando una determinada resistencia de 99.8 kg/cm<sup>2</sup>, 120.6 kg/cm<sup>2</sup> y 160.6 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con piedra pomez presenta una determinada resistencia de 38.6 kg/cm<sup>2</sup>, 44.1 kg/cm<sup>2</sup> y 63.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

#### 4.5.2 Resultados resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días (piedra triturada y piedra pomez) para una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 25.** Resistencia compresión piedra triturada y piedra pomez 175 kg/cm<sup>2</sup>

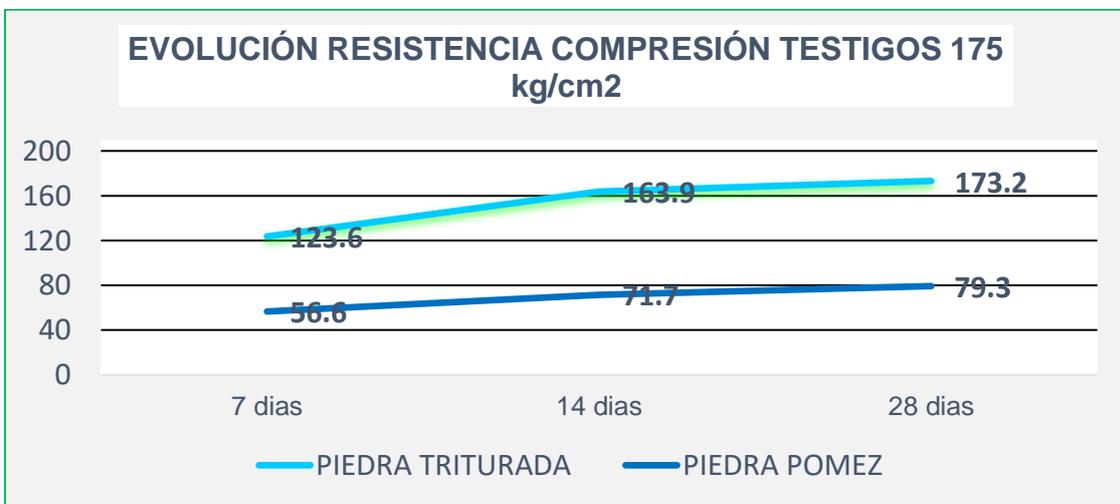
N° de Cilindro	Diseño $f_c$ Kg./cm <sup>2</sup>	ESTRUCTURA		Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
		IDENTIFICACION	ELEMENTO	Por Defecto				
1	$r a/c = 0.53$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	7	176.71	214.47	21,870	123.6
2	$r a/c = 0.53$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	14	176.71	284.00	28,960	163.9
3	$r a/c = 0.53$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	28	176.71	300.24	30,616	173.2
4	$r a/c = 0.71$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	7	176.71	98.05	9,998	56.6
5	$r a/c = 0.71$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	14	176.71	124.32	12,677	71.7
6	$r a/c = 0.71$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	28	176.71	137.36	14,007	79.3

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 82.** Resistencia a compresión piedra triturada vs piedra pomez

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 83.** Evolución Resistencia compresión, piedra triturada vs piedra pomez

Fuente: Elaboración propia.

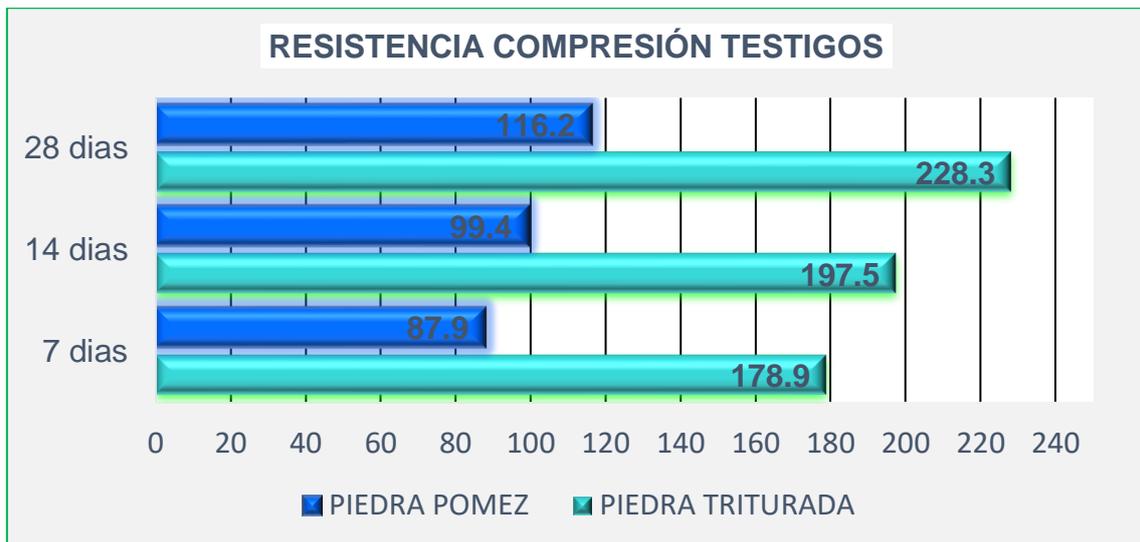
De acuerdo con la Tabla 25 y Figuras 82 y 83, Se observa el perfil de rotura de probetas con edades de curado de 7, 14 y 28 días para resistencia  $f'c = 175$  kg/m<sup>2</sup>, con piedra triturada presentando una resistencia de 123.6 kg/cm<sup>2</sup>, 163.9 kg/cm<sup>2</sup> y 173.2 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con piedra pomez presenta una resistencia de 56.6 kg/cm<sup>2</sup>, 71.1 kg/cm<sup>2</sup> y 79.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

#### 4.5.3 Resultados resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días (piedra triturada y piedra pómez) para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 26.** Resistencia compresión piedra triturada y piedra pómez 210 kg/cm<sup>2</sup>

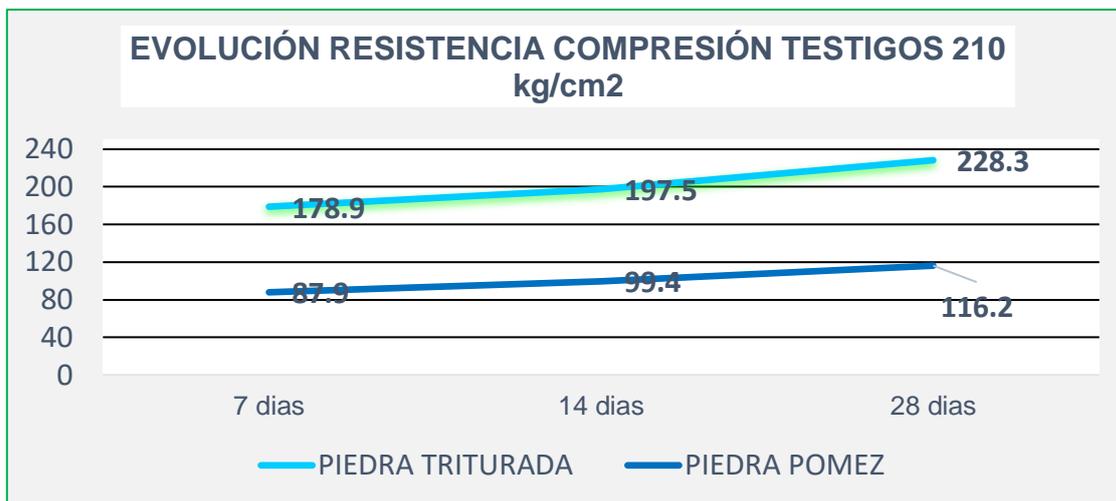
N° de Cilindro	Diseño f <sub>c</sub> Kg./cm <sup>2</sup>	ESTRUCTURA		Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
		IDENTIFICACION	ELEMENTO					
1	r a/c = 0.48	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	7	176.71	310.00	31.000	178.9
2	r a/c = 0.48	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	14	176.71	342.25	34.225	197.5
3	r a/c = 0.48	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA TRITURADA	28	176.71	395.36	39.536	228.3
4	r a/c = 0.64	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	7	176.71	152.32	14.197	87.9
5	r a/c = 0.64	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	14	176.71	172.31	16.650	99.4
6	r a/c = 0.64	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	28	176.71	201.38	39.251	116.2

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 84.** Resistencia a compresión piedra triturada vs piedra pómez

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 85.** Evolución Resistencia compresión, piedra triturada vs piedra pomez

Fuente: Elaboración propia.

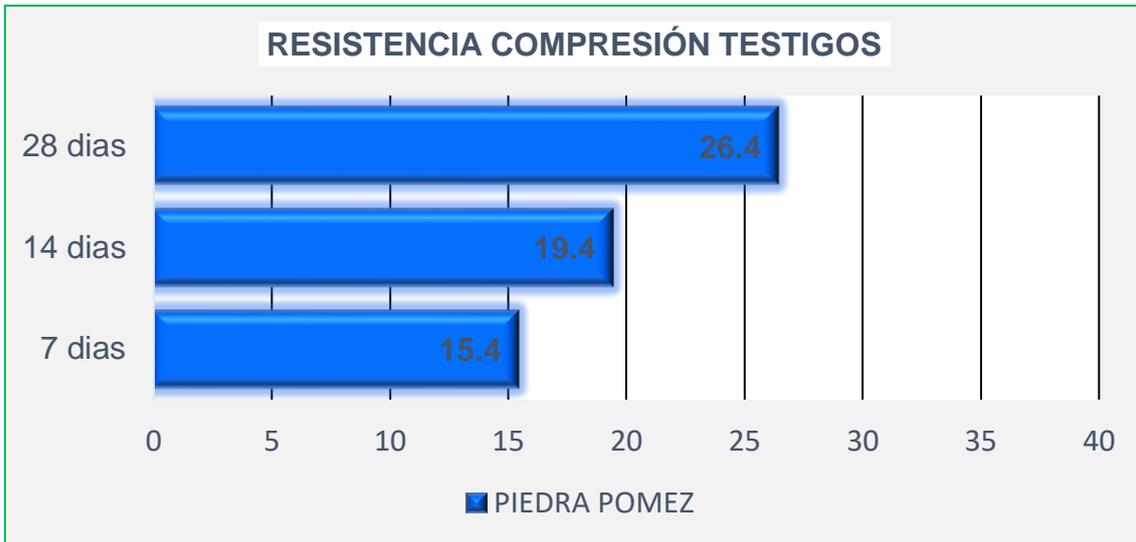
De acuerdo con la Tabla 26 y Figuras 84 y 85, Se observa el perfil de rotura de probetas con edades de curado de 7, 14 y 28 días para resistencia  $f'c = 210$  kg/m<sup>2</sup>, con piedra triturada presentando una resistencia de 178.9 kg/cm<sup>2</sup>, 197.5 kg/cm<sup>2</sup> y 228.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con piedra pomez presenta una resistencia de 87.9 kg/cm<sup>2</sup>, 99.4 kg/cm<sup>2</sup> y 116.2 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

#### 4.5.4 Resultados resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días

**Tabla 27.** Resistencia compresión piedra pómez para unidades de albañilería.

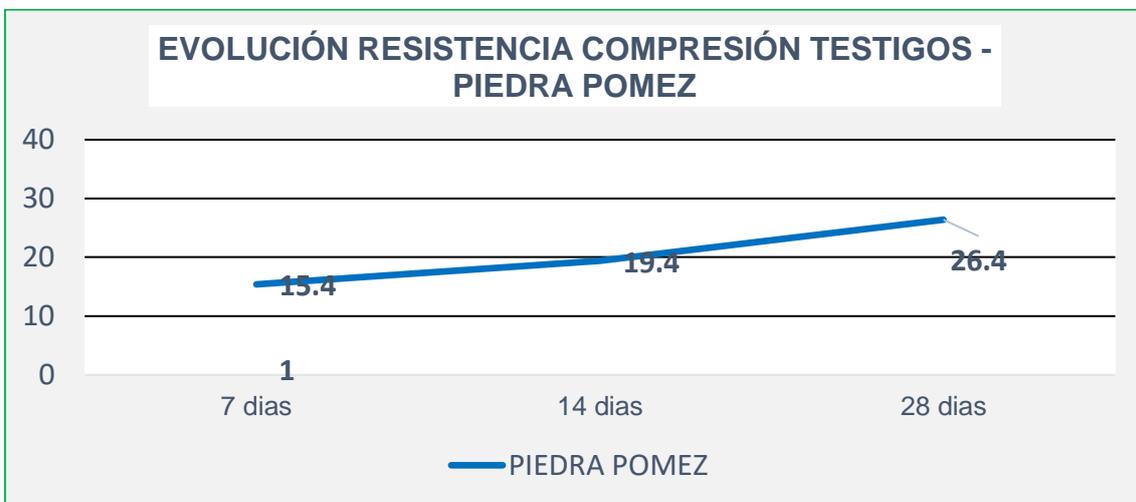
N° de Cilindro	Diseño $f'c$ Kg./cm <sup>2</sup>	ESTRUCTURA		Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
		IDENTIFICACION	ELEMENTO	Por Defecto				
4	$r a/c = 1.28$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	7	176.71	26.76	2,729	15.4
5	$r a/c = 1.28$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	14	176.71	33.65	3,431	19.4
6	$r a/c = 1.28$	TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO	PIEDRA POMEZ	28	176.71	45.76	4,666	26.4

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 86.** Resistencia a compresión de testigos - piedra pómez

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 87.** Evolución Resistencia compresión, piedra pómez para unidades de albañilería.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 27 y Figuras 86 y 87, Se observa el perfil de rotura de probetas con edades de curado de 7, 14 y 28 días para unidades de albañilería, con piedra pómez el mismo que representa una resistencia de 15.4 kg/cm<sup>2</sup>, 19.4 kg/cm<sup>2</sup> y 26.4 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

De acuerdo con clase de unidad de albañilería para fines estructurales de la norma E 070, indica que para BLOQUE NP se tiene una resistencia a compresión mínima de 20 kg/cm<sup>2</sup>, para ello se realiza el diseño de mezclas donde se obtiene

una resistencia de 26.2 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, por lo que se encuentra dentro de los parámetros exigidos en la norma.

#### 4.6 Resultados de Laboratorio (Ladrillo con piedra pómez)

##### 4.6.1 Resultados de dimensionamiento de ladrillo

**Tabla 28. Resultados de dimensionamiento**

DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	LARGO				ANCHO				ALTURA					
	D.E	M.P.	mm	V	D.E	M.P.	mm	V	D.E	M.P.	mm	V		
MUESTRA NRO 1	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 2	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 2	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 4	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 5	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.02	0	0.0%		
MUESTRA NRO 6	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 7	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 8	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.03	0	0.0%		
MUESTRA NRO 9	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%		
MUESTRA NRO 10	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.02	0	0.0%		
PROMEDIO DE VARIACION	LARGO:			0	0.0%	ANCHO:			0	0.0%	ALTURA:		0	0.0%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 28 se obtuvo los resultados de dimensionamiento en el diseño de piedra pómez, teniendo en cuenta el porcentaje menor al 2%, por lo que se acepta como se menciona en la norma E070. Esto por lo tanto implica que la unidad es aceptable en la medida de dimensiones.

##### 4.6.2 Resultados de Alabeo

**Tabla 29. Resultados de Alabeo**

	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
MUESTRA NRO 1	0.00	0.00
MUESTRA NRO 2	0.00	0.00
MUESTRA NRO 3	0.00	0.00
MUESTRA NRO 4	0.00	0.00
MUESTRA NRO 5	0.00	0.00
MUESTRA NRO 6	0.00	0.00
MUESTRA NRO 7	0.00	0.00
MUESTRA NRO 8	0.00	0.00
MUESTRA NRO 9	0.00	0.00
MUESTRA NRO	0.00	0.00
PROMEDIO DE VARIACION	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.3 Resultados de Absorción

**Tabla 30. Resultados de Absorción**

DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	DATOS			%	gr/cm <sup>3</sup>
	P. SAT	PESO SUMERGIDO	P.SEC	ABSORCION	DENSIDAD
MUESTRA NRO 1	3880.0	1433.7	3434.8	12.96%	1.586
MUESTRA NRO 2	3867.0	1409.1	3451.9	12.03%	1.573
MUESTRA NRO 3	3840.8	1412.4	3425.5	12.12%	1.582
MUESTRA NRO 4	3802.0	1405.2	3425.8	10.98%	1.586
MUESTRA NRO 5	3799.0	1406.4	3404.7	11.58%	1.588
PROMEDIO				<b>11.94%</b>	<b>1.580</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 30, el resultado promedio de absorción de agua de los ladrillos de concreto estándar 399.601% es de 11.9%, que es inferior al 12%. Aceptar unidad de producción de ladrillos.

#### 4.6.4 Resultados de Resistencia a la Compresión del Ladrillo por unidad

**Tabla 31. Resultados de resistencia a compresión del ladrillo por unidad**

DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA SOMETIDA Lec Dial (Kg)	ALTURA CM	ESFUERZO A LA ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	
				R <sub>mu</sub> =(Kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>ue</sub> = F' b=Kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA NRO 1	325.00	6830.1	9.00	21	19
MUESTRA NRO 2	325.00	7499.0	9.00	23	21
MUESTRA NRO 3	325.00	9165.2	9.00	28	26
MUESTRA NRO 4	325.00	7953.8	9.00	24	23
MUESTRA NRO 5	325.00	9177.5	9.00	28	26
MEDIA ARITMETICA (X)				25.00	
DESVIACIONESTANDAR (S)				3.19	
COEFICIENTE DE VARIACION (CV)				12.74	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 31, es posible ver los resultados de la durabilidad de los ladrillos y cumplir con los requisitos del bloque clase NP cuya resistencia mínima es de 20 kg/cm<sup>2</sup> según lo establecido en la NTP 399.601. Por lo tanto, cumple con los requisitos de la norma al obtener resistencias superiores.

#### 4.6.5 Resultados de Compresión del Ladrillo por pila

**Tabla 32. Resultados de compresión del ladrillo por pila**

DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	DATOS								
	Largo Lp	Ancho Tp	Altura Hp	A=Area (mm <sup>2</sup> )	P=CARGA (KN)	F'm =(P/A) Kg/cm <sup>2</sup>	E=Hp/Tp	CC	f'm corregido
MUESTRA NRO 1	25.0	13.1	30.0	327.6	150.8	46.9	2.29	0.790	49.28
MUESTRA NRO 2	25.0	13.1	30.0	327.6	163.2	50.8	2.29	0.790	48.06
MUESTRA NRO 3	25.0	13.1	30.0	327.6	145.8	45.4	2.29	0.790	43.95
MUESTRA NRO 4	25.0	13.1	30.0	327.6	135.0	42.0	2.29	0.790	41.39
MUESTRA NRO 5	25.0	13.1	30.0	327.6	118.8	37.0	2.29	0.790	48.87
PROMEDIO	25.0	13.1	30.0	327.6	142.7	44.4			
f'm promedio									35.11
Desv. Estándar									4.13
f'm									31.0 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

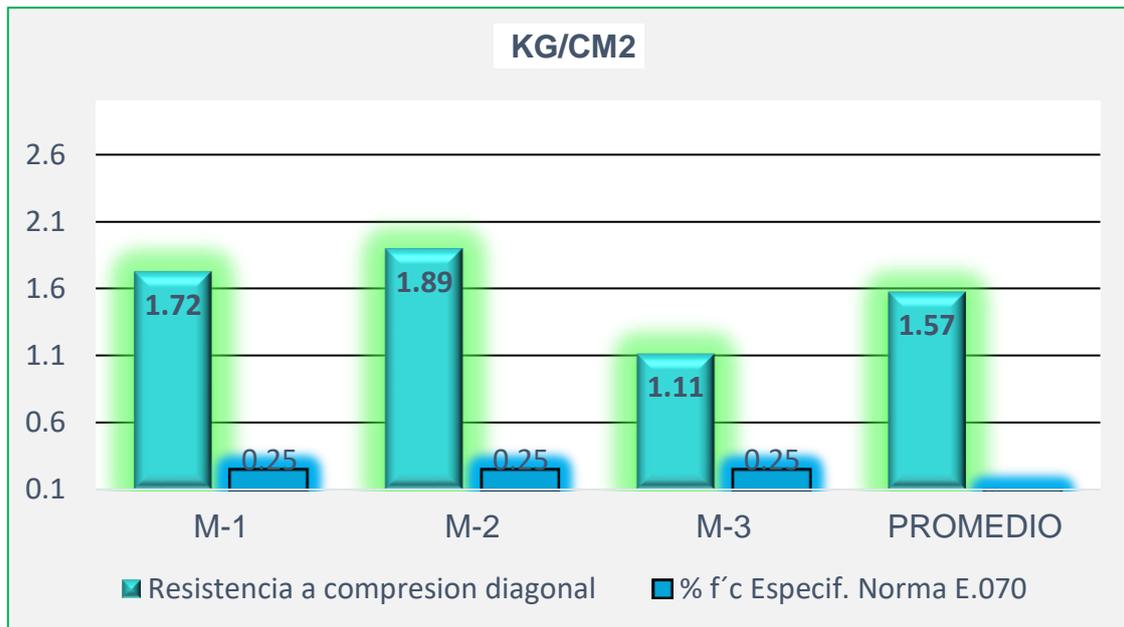
De acuerdo con la tabla 32, Se observó el perfil de rotura de los especímenes con un tiempo de curado de 28 días para una resistencia  $f'c = 140 \text{ kg/m}^2$ , con piedra pómez presentando una resistencia de  $31,0 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.6.6 Resultados Resistencia a Compresión Diagonal del Murete

**Tabla 33. Resultados de Resistencia a compresión diagonal del murete**

Código de muestra	N° de Muestra	Edad (días)	DIMENSIONES			SUPERFICIE DE LA CARGA EN	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA	Carga Máx. (Kg)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A	*Promedio 4 pruebas consecutivas	% f'c Especific. Norma E.080	Condición: $\bar{x} > f'c$ Conformidad
			Longitud	Ancho	Altura							
M-1	1	28	38.00	13.90	38.20	1056.40	17.87	1,822	1.72 Kg/cm <sup>2</sup>	1.57 Kg/cm <sup>2</sup>	0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-2	2	28	38.00	13.76	39.00	1045.76	19.35	1,973	1.89 Kg/cm <sup>2</sup>		0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-3	3	28	38.80	13.76	39.00	1067.78	11.65	1,188	1.11 Kg/cm <sup>2</sup>		0.25 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión $f_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )										1.57 Kg/cm <sup>2</sup>		
MIN										1.11 Kg/cm <sup>2</sup>		
MAX										1.89 Kg/cm <sup>2</sup>		
Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm <sup>2</sup> )										0.41		
Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)										25.93		
VARIANZA										0.17		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 88.** Resistencia a compresión diagonal del murete

Fuente: Elaboración propia

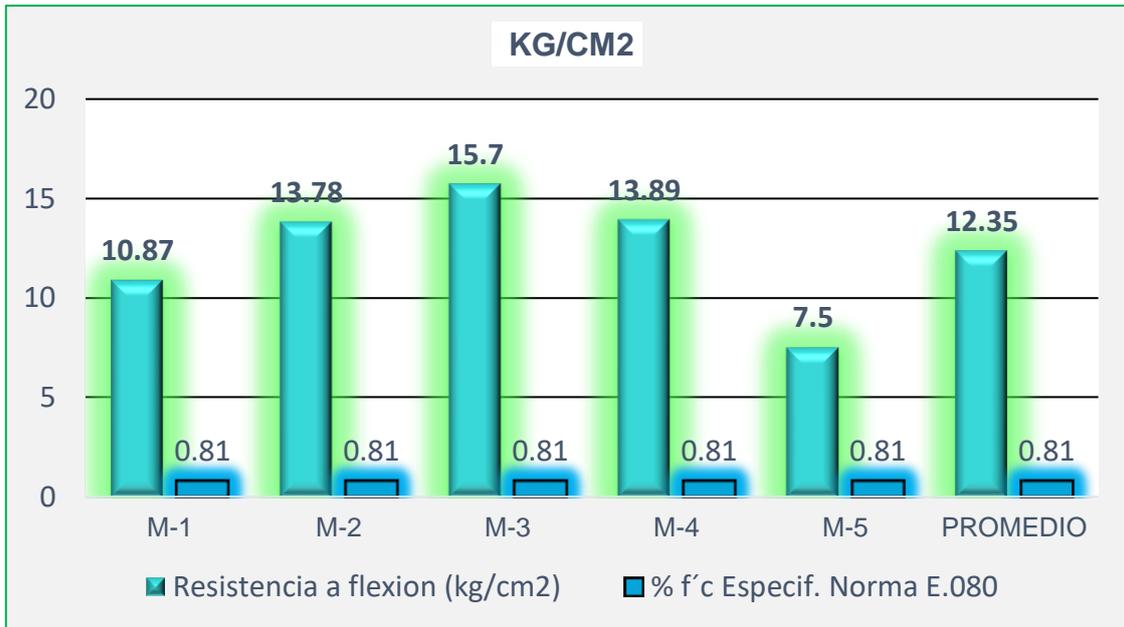
Según lo que muestra la tabla 33 y figura 88, Se observó el perfil de rotura de especímenes con un tiempo de curado de 28 días para una resistencia  $f'c = 140$  kg/m<sup>2</sup>, con piedra pómez presentando una resistencia a compresión diagonal promedio de 1.57 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.6.7 Resultados Resistencia a la Flexión de la unidad de ladrillo

**Tabla 34.** Resultados de Resistencia a flexión de la unidad de ladrillo

Código de muestra	N° de Muestra	Edad (días)	DIMENSIONES			Area (cm <sup>2</sup> )	Longitud entre apoyos (L) cm	Carga Max. (KN)	Carga Máx. (Kg)	Resistencia de la unidad de adobe a la flexion f <sub>fx</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	% f'c Especific. Norma E.080	Condición: Xi > f'c Conformidad Resultado
			Longitud	Ancho	Altura							
M-1	1	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	5.00	510	10.87 Kg/cm <sup>2</sup>	0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-2	2	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	6.34	646	13.78 Kg/cm <sup>2</sup>	0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-3	3	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	7.22	736	15.70 Kg/cm <sup>2</sup>	0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-4	4	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	6.39	652	13.89 Kg/cm <sup>2</sup>	0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-5	5	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	3.45	352	7.50 Kg/cm <sup>2</sup>	0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión f <sub>0</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )										12.35 Kg/cm <sup>2</sup>		
MIN										7.50 Kg/cm <sup>2</sup>		
MAX										15.70 Kg/cm <sup>2</sup>		
Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm <sup>2</sup> )										3.21		
Coeficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)										26.03		
VARIANZA										10.33		

Fuente: Elaboración propia



**Figura 89.** Resistencia a flexión de la unidad de ladrillo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 34 y Figura 89, Se observó el perfil de rotura de especímenes con un tiempo de curado de unos 28 días para llegar a una resistencia  $f'c = 140 \text{ kg/m}^2$ , con piedra pómez presentando una determinada resistencia a flexión promedio de  $12.35 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.7 Resumen de resultados de laboratorio

Tabla 35. Resumen de resultados de laboratorio

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LAB	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	ARENA GRUESA	UND
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>				
Grava	99.4	99.2		%
Arena	0.6	0.9		%
Finos	0	0		%
MODULO DE FINEZA	3.43	3.02		
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.1	11.6	5.7	%
CANTIDAD DE FINOS	0.7	1.3	2.3	%
PESO ESPECÍFICO	2.586	1.442	2.54	gr/cm <sup>3</sup>
ABSORCIÓN	1.5	24.55	4.5	%
PESO UNITARIO SUELTO	1.387	0.538	1.63	gr/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTO	1.531	0.621	1.796	gr/cm <sup>3</sup>
ABRASIÓN LOS ANGELES	29	59		%
<b>DISEÑO F'c = 140 kg/cm<sup>2</sup></b>				
Relación A/C	0.67	1.28		
<b>DISEÑO F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup></b>				
Relación A/C	0.53	0.71		
<b>DISEÑO F'c = 210 kg/cm<sup>3</sup></b>				
Relación A/C	0.48	0.64		
<b>DISEÑO DE LADRILLO F'c = 140 kg/cm<sup>2</sup></b>				
Relación A/C	0.67	1.28		
Contenido de aire en obra	2.5	2.5		%
<b>DISEÑO DE LADRILLO F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup></b>				
Relación A/C	0.53	0.71		
Contenido de aire en obra	2.5	2.5		%
<b>DISEÑO DE LADRILLO F'c = 210 kg/cm<sup>3</sup></b>				
Relación A/C	0.48	0.64		
Contenido de aire en obra	2.5	2.5		%
<b>R.C. TESTIGOS 140 KG/CM<sup>2</sup></b>				
7 DIAS	99.8	15.4		kg/cm <sup>2</sup>
14 DIAS	120.6	19.4		kg/cm <sup>2</sup>
28 DIAS	160.6	23.8		kg/cm <sup>2</sup>
<b>R.C. TESTIGOS 175 KG/CM<sup>2</sup></b>				
7 DIAS	119.7	56.6		kg/cm <sup>2</sup>
14 DIAS	163.9	70.8		kg/cm <sup>2</sup>
28 DIAS	171	78.6		kg/cm <sup>2</sup>
<b>R.C. TESTIGOS 210 KG/CM<sup>2</sup></b>				
7 DIAS	178.9	81.9		kg/cm <sup>2</sup>
14 DIAS	197.5	96.1		kg/cm <sup>2</sup>
28 DIAS	228.1	116.2		kg/cm <sup>2</sup>
<b>R.C. DEL LADRILLO POR UND.</b>		25		kg/cm <sup>2</sup>
<b>R.C. DEL LADRILLO POR PILA.</b>		35.11		kg/cm <sup>2</sup>
<b>R.C. DIAGONAL DEL MURETE.</b>		1.57		kg/cm <sup>2</sup>
<b>R. FLEXIÓN POR UND. DE LADRILLO</b>		12.35		kg/cm <sup>2</sup>

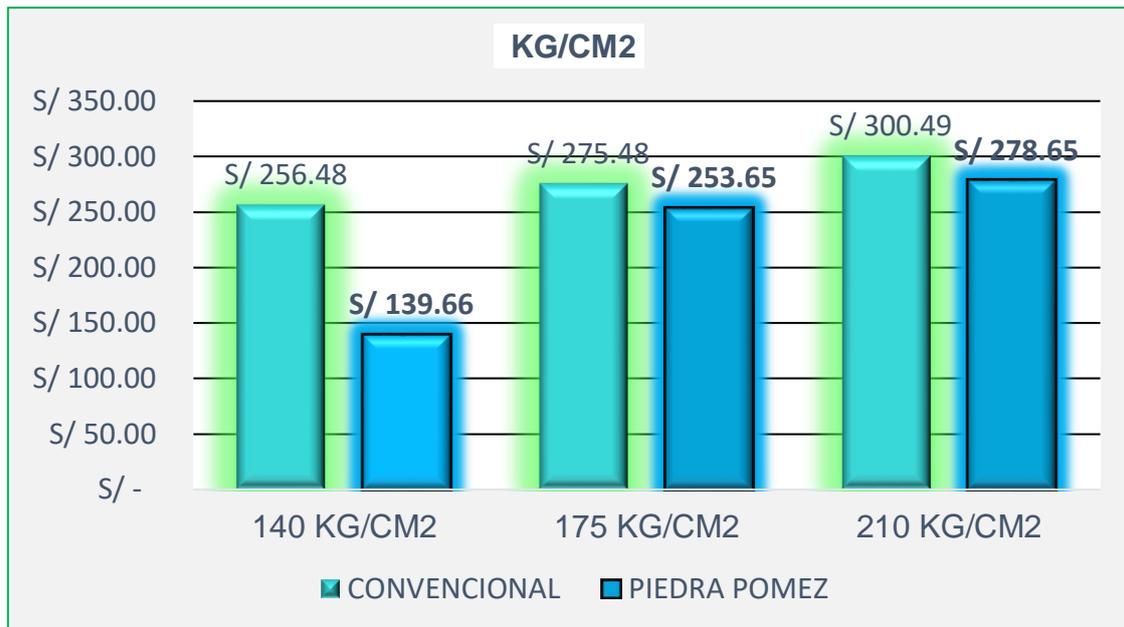
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8 Resultados de laboratorio (Costos de concreto por m3)

Tabla 36. Costo de concreto para 1 m3

COSTOS PARA 1 M3 (FC=140 KG/CM2)						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
1	Arena gruesa	0.5	M3	60	30	S/ 256.48
2	Agua	0.193	M3	2.5	0.4825	
3	pedra triturada	0.6	M3	60	36	
4	cemento portland	7.6	BOLSA	25	190	
CONCRETO CONVENCIONAL						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
1	Arena gruesa	0.5	M3	60	30	S/ 139.66
2	Agua	0.264	M3	2.5	0.66	
3	pedra pomez	0.9	M3	10	9	
4	cemento portland	4	BOLSA	25	100	
CONCRETO CON PIEDRA POMEZ						
COSTOS PARA 1 M3 (FC=175 KG/CM2)						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
1	Arena gruesa	0.5	M3	60	30	S/ 275.48
2	Agua	0.1935	M3	2.5	0.48375	
3	pedra triturada	0.5	M3	60	30	
4	cemento portland	8.6	BOLSA	25	215	
CONCRETO CONVENCIONAL						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
1	Arena gruesa	0.5	M3	60	30	S/ 253.65
2	Agua	0.2596	M3	2.5	0.649	
3	pedra pomez	0.8	M3	10	8	
4	cemento portland	8.6	BOLSA	25	215	
CONCRETO CON PIEDRA POMEZ						
COSTOS PARA 1 M3 (FC=210 KG/CM2)						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
1	Arena gruesa	0.5	M3	60	30	S/ 300.49
2	Agua	0.194	M3	2.5	0.485	
3	pedra triturada	0.5	M3	60	30	
4	cemento portland	9.6	BOLSA	25	240	
CONCRETO CONVENCIONAL						
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UND	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
1	Arena gruesa	0.5	M3	60	30	S/ 278.65
2	Agua	0.2586	M3	2.5	0.6465	
3	pedra pomez	0.8	M3	10	8	
4	cemento portland	9.6	BOLSA	25	240	
CONCRETO CON PIEDRA POMEZ						

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 90.** Costos de cada diseño por m3

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla 36 y Figura 90 se puede observar los resultados obtenidos de los costos de cada uno de los diseños para 1 m3, lo cual se logró determinar que el costo de diseño para el diseño de 140 kg/cm2 de concreto convencional y concreto con piedra pómez varía en un 46%, para un diseño de 175 kg/cm2 varía en un 8% y para un diseño de 210 kg/cm2 varía en un 8%.

#### 4.9 Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis se convierte en un proceso de toma de decisiones basado en los datos recopilados y las posibles conclusiones. La hipótesis estadística verdadera o falsa es incierta a menos que cada muestra pueda probarse si toda la población es factible.

Para el montaje de las pruebas de hipótesis de este estudio se extrajo un diseño completamente al azar utilizando el Test Normativo y el denominado Test Analítico de un Factor (ANOVA), la correlación de Pearson y el Test Estadístico HSD de Tukey. El intervalo de confianza medio es el rango, la significancia y el nivel de significancia de una variable cuantitativa del 5 % (confianza del 95)..

#### 4.9.1 Prueba de hipótesis para la resistencia a compresión de testigos

##### PRUEBA DE NORMALIDAD

##### Paso 1: Planteamiento de hipótesis para normalidad

Tabla 37. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONVENCIONAL	0.169	9	,200*	0.962	9	0.821
POMEZ	0.191	9	,200*	0.925	9	0.435

Fuente: Elaboración propia

**Hipótesis Nula Ho:** Los datos de la variable pómez tiene normalidad

**Hipótesis alterna H1:** Los datos de la variable pómez no tiene normalidad

**Paso 2: Nivel de significancia** (Alpha 0.05)

**Paso 3: Prueba estadística:**

n>50 se evaluará por KS

n<=50 se evaluará por Shapiro wilk

**Paso 4: La regla de decisión**

p-valor  $\leq$  0.05 (se rechaza la hipótesis nula)

p-valor = 0.435

entonces se acepta la hipótesis nula

**Paso 5: Conclusión**

Los datos de la variable convencional tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%

##### PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON

**Paso 1: Planteamiento de Hipótesis**

**Hipótesis Nula Ho:** La resistencia a compresión no cumple un factor relevante en el comportamiento del concreto de baja densidad utilizando como agregado piedra pómez para el uso de muros no portantes

**Hipótesis alterna H1:** La resistencia a compresión cumple un factor relevante en el comportamiento del concreto de baja densidad utilizando como agregado piedra pómez para el uso de muros no portantes

**Paso 2: Nivel de significancia** (Alpha 0.05)

**Paso 3: Prueba estadística: “r”**

**Tabla 38.** Correlaciones

Correlaciones			
		CONVENCIONAL	POMEZ
CONVENCIONAL	Correlación de Pearson	1	,873**
	Sig. (bilateral)		0.002
	N	9	9
POMEZ	Correlación de Pearson	,873**	1
	Sig. (bilateral)	0.002	
	N	9	9

Fuente: Elaboración propia

**Paso 4: La regla de decisión**

Nos indica que si el p-valor < 0.05 se rechaza la Ho

$$0.002 < 0.05$$

Entonces se rechaza la hipótesis nula

**Paso 5: Conclusión**

La resistencia a la compresión es un factor relacionado con el desempeño del concreto de baja densidad que usa piedra pómez como agregado para uso de muros no portantes y existe evidencia significativa. (r=0,873)

## PRUEBA ANOVA

El análisis de varianza se realizó con la prueba ANOVA.

**Tabla 39.** Resumen de resultados de resistencia a compresión

NUMERO DE VECES	DISEÑO	UND.	POMEZ - 7 DIAS	TRIT. - 7 DIAS	POMEZ - 14 DIAS	TRIT. - 14 DIAS	POMEZ - 28 DIAS	TRIT. - 28 DIAS
1	140	kg/cm2	38.6	99.8	42.3	120.6	63.3	160.6
2	175	kg/cm2	56.6	119.7	70.8	163.9	79.3	171.0
3	210	kg/cm2	81.9	178.9	96.1	197.5	115.6	228.3

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 39, se puede ver la tabla de resistencia aditiva o a compresión del hormigón y del hormigón ordinario. baja densidad (con la adición de piedra pómez).

**Tabla 40.** Varianza de un factor de resistencia a compresión

DESCRIPCION					Alpha	0.05		
GRUPO	CONTAR	SUMA	SIGNIFICAR	VARIANZA	SS	Std Err	BAJAR	SUPERIOR
POMEZ - 7 DIAS	3	177.1	59.03	473.16	946.33	27.96	-1.88	119.95
TRIT. - 7 DIAS	3	398.4	132.80	1692.91	3385.82	27.96	71.88	193.72
POMEZ - 14 DIAS	3	209.2	69.73	724.46	1448.93	27.96	8.82	130.65
TRIT. - 14 DIAS	3	482	160.67	1486.24	2972.49	27.96	99.75	221.58
POMEZ - 28 DIAS	3	364.3	121.43	8373.34	16746.69	27.96	60.52	182.35
TRIT. - 28 DIAS	3	559.7	186.57	1320.80	2641.61	27.96	125.65	247.48

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 40 se puede ver el resumen de varianza para luego desarrollar la prueba denominada ANOVA.

Para el análisis de varianza, se utilizaron datos de resistencia a la compresión de 7, 1 y 28 días de edad de fraguado.

**Tabla 41.** Varianza - ANOVA de la resistencia a compresión

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	37431.036	5	7486.2072	3.1922	0.0462	3.1059
Dentro de los grupos	28141.853	12	2345.1544			
<b>Total</b>	<b>65572.889</b>	<b>17</b>				

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 41, se puede ver que la F calculada es mayor que el valor crítico de F, de lo contrario, la probabilidad menor que el valor de significación 0.05, por lo que en este caso se rechaza y acepta la hipótesis nula. alternativa, mostrando que efectivamente existe una diferencia entre estas resistencias; Por esta razón, el paso de comparación promedio se realiza utilizando la prueba de Tukey al 5% de nivel de significación, para resaltar la diferencia entre la resistencia a la compresión media del hormigón de baja espuma y el hormigón normal que se encuentra en la tabla de resumen de resistencia a la compresión.

### PRUEBA TUKEY HSD

**Tabla 42.** Resumen de datos para prueba Tukey HSD (resistencia a la compresión)

TUKEY HSD/KRAMER			alpha	0.05	
GRUPO	SIGNIFICAR	n	ss	df	q-crit
POMEZ - 7 DIAS	59.0333	3	946.33		
TRIT. - 7 DIAS	132.8000	3	3385.8		
POMEZ - 14 DIAS	69.7333	3	1448.9		
TRIT. - 14 DIAS	160.6667	3	2972.5		
POMEZ - 28 DIAS	121.4333	3	16747		
TRIT. - 28 DIAS	186.5667	3	2641.6		
		18	28142	12	4.75

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 42, observamos el resumen de datos de la prueba Tukey HSD, en la que se mencionan los grupos de edad de 7, 14 y 28 días para desarrollar la diferenciación del vehículo; en caso contrario, se muestran medias, muestra "n", suma de cuadrados "ss", grados de libertad "df" y q crítica; para las resistencias del concreto de baja densidad y del concreto convencional.

**Tabla 43.** Prueba Tukey HSD (resistencia a compresión)

GRUPO 1	GRUPO 2	SIGNIFICAR	std err	q-stat	BAJAR	SUPERIOR	P- VALOR	CRIT MEDIO	Cohen d
POMEZ - 7 DIAS	TRIT. - 7 DIAS	73.767	18.8916	3.90473	-15.968439	163.5018	0.1328580	89.73511	2.25440
POMEZ - 7 DIAS	POMEZ - 14 DIAS	10.700	18.8916	0.56639	-79.035105	100.4351	0.9983100	89.73511	0.32700
POMEZ - 7 DIAS	TRIT. - 14 DIAS	101.633	18.8916	5.37982	11.898228	191.3684	0.0236074	89.73511	3.10604
POMEZ - 7 DIAS	POMEZ - 28 DIAS	27.033	18.8916	1.43097	-62.701772	116.7684	0.9052460	89.73511	0.82617
POMEZ - 7 DIAS	TRIT. - 28 DIAS	127.600	18.8916	6.75432	37.8648947	217.3351	0.0046553	89.73511	3.89961
TRIT. - 7 DIAS	POMEZ - 14 DIAS	63.067	18.8916	3.33834	-26.668439	152.8018	0.2434876	89.73511	1.92739
TRIT. - 7 DIAS	TRIT. - 14 DIAS	27.867	18.8916	1.47508	-61.868439	117.6018	0.8941928	89.73511	0.85164
TRIT. - 7 DIAS	POMEZ - 28 DIAS	46.733	18.8916	2.47376	-43.001772	136.4684	0.5283481	89.73511	1.42823
TRIT. - 7 DIAS	TRIT. - 28 DIAS	53.833	18.8916	2.84959	-35.901772	143.5684	0.3881803	89.73511	1.64521
POMEZ - 14 DIAS	TRIT. - 14 DIAS	90.933	18.8916	4.81343	1.19822805	180.6684	0.0463914	89.73511	2.77903
POMEZ - 14 DIAS	POMEZ - 28 DIAS	16.333	18.8916	0.86458	-73.401772	106.0684	0.9880559	89.73511	0.49917
POMEZ - 14 DIAS	TRIT. - 28 DIAS	116.900	18.8916	6.18794	27.1648947	206.6351	0.0090254	89.73511	3.57261
TRIT. - 14 DIAS	POMEZ - 28 DIAS	74.600	18.8916	3.94884	-15.135105	164.3351	0.1264672	89.73511	2.27987
TRIT. - 14 DIAS	TRIT. - 28 DIAS	25.967	18.8916	1.37451	-63.768439	115.7018	0.9183961	89.73511	0.79357
POMEZ - 28 DIAS	TRIT. - 28 DIAS	100.567	18.8916	5.32335	10.8315614	190.3018	0.0252558	89.73511	3.07344

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 43, observando la llamada prueba de Tukey, que analiza 15 intervalos de confianza, para calcular la diferencia entre los diferentes valores, mostrando así que ninguno de los (valores de p) está por debajo de la significación 0, 05 en la compresibilidad del concreto. fuerza, permitiendo concluir que no existe diferencia significativa y estadísticamente significativa.

#### 4.9.2 Prueba de hipótesis para la relación agua / cemento

##### PRUEBA DE NORMALIDAD

##### Paso 1: Planteamiento de hipótesis para normalidad

**Tabla 44.** Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk	gl	Sig.
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico		
CONVENCIONAL	0.286	3		0.930	3	0.490
POMEZ	0.349	3		0.831	3	0.191

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis Nula Ho:** Los datos de la variable pómez tiene normalidad

**Hipótesis alterna H1:** Los datos de la variable pómez no tiene normalidad

**Paso 2: Nivel de significancia (Alpha 0.05)**

**Paso 3: Prueba estadística:**

$n > 50$  se evaluará por KS

$n \leq 50$  se evaluará por Shapiro wilk

**Paso 4: La regla de decisión**

$p\text{-valor} \leq 0.05$  (se rechaza la hipótesis nula)

$p\text{-valor} = 0.191$

entonces se acepta la hipótesis nula

**Paso 5: Conclusión**

Los datos de la variable convencional tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%

**PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON****Paso 1: Planteamiento de Hipótesis**

**Hipótesis Nula  $H_0$ :** La piedra pómez no cumple con las pruebas de diseño según especificaciones técnicas con una adecuada relación de agua cemento en concretos, realizando pruebas de diseño con diferentes resistencias en laboratorio.

**Hipótesis alterna  $H_1$ :** La piedra pómez cumple con las pruebas de diseño según especificaciones técnicas con una adecuada relación de agua cemento en concretos, realizando pruebas de diseño con diferentes resistencias en laboratorio.

**Paso 2: Nivel de significancia** (Alpha 0.05)

**Paso 3: Prueba estadística: “r”**

**Tabla 45.** Correlaciones

Correlaciones			
		CONVENCIONAL	POMEZ
CONVENCIONAL	Correlación de Pearson	1	0.988
	Sig. (bilateral)		0.100
	N	3	3
POMEZ	Correlación de Pearson	0.988	1
	Sig. (bilateral)	0.100	
	N	3	3

Fuente: Elaboración propia.

#### **Paso 4: La regla de decisión**

Nos indica que si el p-valor < 0.05 se rechaza la Ho

$$0.01 < 0.05$$

Entonces se rechaza la hipótesis nula

#### **Paso 5: Conclusión**

La piedra pomez cumple con las pruebas de diseño según especificaciones técnicas con una adecuada relación de agua cemento en concretos, realizando pruebas de diseño con diferentes resistencias en laboratorio y existe evidencia significativa (r=0,988)

#### **PRUEBA ANOVA**

Se desarrolló el análisis de varianza con la prueba ANOVA

**Tabla 46.** Resumen de resultados de la relación agua / cemento

NUMERO DE VECES	DISEÑO	UND.	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
1	140	kg/cm2	0.60	0.80
2	175	kg/cm2	0.53	0.71
4	210	kg/cm2	0.48	0.64

Fuente: Elaboración propia.

Según con la Tabla 46 se puede visualizar el resumen de la relación agua/cemento de concreto convencional y el concreto de baja densidad (con agregado de piedra pomez).

**Tabla 47.** Varianza de un factor de relación agua / cemento

DESCRIPCION					Alpha	0.05		
GRUPO	CONTAR	SUMA	SIGNIFICAR	VARIANZA	SS	Std Err	BAJAR	SUPERIOR
PIEDRA TRITURADA	3	1.61	0.53667	0.0036	0.007	0.041	0.423	0.650
PIEDRA POMEZ	3	2.15	0.71667	0.0064	0.013	0.041	0.603	0.830

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 47 se puede observar el resumen de varianza para luego realizar la prueba denominada ANOVA

**Tabla 48.** Varianza - ANOVA de la relación agua / cemento

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0486	1	0.0486	7.5066	0.035964021	7.4508
Dentro de los grupos	0.02013333	4	0.005033333			
Total	0.06873333	5				

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 48 se puede observar que la F calculada es mayor que el valor crítico de F, por otro lado la probabilidad es 0.05 menor que el valor de significancia; Entonces, en este caso, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa., lo que demuestra que efectivamente existe una diferencia entre estas relaciones de diseño; Por tal motivo, se realiza el paso de comparación de medias mediante la prueba Tukey con el 5% nivel de significancia, para resaltar la diferencia entre la media del concreto con piedra pómez y el concreto convencional que se encuentra en la tabla resumen de relación agua/cemento.

## PRUEBA TUKEY HSD

**Tabla 49.** Resumen de datos para la prueba Tukey HSD (relación agua / cemento)

TUKEY HSD/KRAMER		alpha		0.05	
GRUPO	SIGNIFICAR	n	ss	df	q-crit
PIEDRA TRITURADA	0.536666667	3	0.0073		
PIEDRA POMEZ	0.716666667	3	0.0129		
		6	0.0201	4	3.926

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 49, se observa un resumen de datos para la prueba Tukey HSD, donde se mencionan grupos para ampliar por diferencias de vehículos; en caso contrario, se muestran medias, muestra “n”, suma de cuadrados “ss”, grados de libertad “df” y q crítica; para la relación agua/cemento tanto para hormigón de baja densidad como para hormigón convencional.

**Tabla 50.** Prueba Tukey HSD (relación agua / cemento)

GRUPO 1	GRUPO 2	SIGNIFICAR	std err	q-stat	BAJAR	SUPERIOR	P- VALOR	CRIT MEDIO	Cohen d
PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	0.18	0.041	4.394	0.019	0.341	0.036	0.161	2.537

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 50, se visualiza la denominada prueba de Tukey, observamos un intervalo de confianza para calcular la diferencia entre valores, por otro lado, mostramos que en el mencionado intervalo de la relación agua/agua cemento de concreto su probabilidad (p valor) es menor a 0,05 nivel de significación, lo que nos permite concluir que si hay diferencia estadísticamente significativa

### 4.9.3 Prueba de hipótesis para los costos de concreto con piedra pómez

#### PRUEBA DE NORMALIDAD

##### Paso 1: Planteamiento de hipótesis para normalidad

**Tabla 51. Pruebas de normalidad**

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>CONVENCIONAL</b>	0.203	3		0.994	3	0.850
<b>POMEZ</b>	0.322	3		0.880	3	0.324

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis Nula Ho:** Los datos de la variable pómez tiene normalidad

**Hipótesis alterna H1:** Los datos de la variable pómez no tiene normalidad

**Paso 2: Nivel de significancia** (Alpha 0.05)

**Paso 3: Prueba estadística:**

n>50 se evaluará por KS

n<=50 se evaluará por Shapiro wilk

**Paso 4: La regla de decisión**

p-valor  $\leq$  0.05 (se rechaza la hipótesis nula)

p-valor = 0.324

entonces se acepta la hipótesis nula

**Paso 5: Conclusión**

Los datos de la variable convencional tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%

## **PRUEBA DE CORRELACIÓN DE PEARSON**

**Paso 1: Planteamiento de Hipótesis**

**Hipótesis Nula Ho:** No existe reducción del costo de producción de concreto usado en muros no portantes considerando la Piedra Pómez como componente principal de concreto.

**Hipótesis alterna H1:** Existe reducción del costo de producción de concreto usado en muros no portantes considerando la Piedra Pómez como componente principal de concreto.

**Paso 2: Nivel de significancia** (Alpha 0.05)

**Paso 3: Prueba estadística: “r”**

**Tabla 52. Correlaciones**

Correlaciones			
		CONVENCIONAL	POMEZ
CONVENCIONAL	Correlación de Pearson	1	0.908
	Sig. (bilateral)		0.276
	N	3	3
POMEZ	Correlación de Pearson	0.908	1
	Sig. (bilateral)	0.276	
	N	3	3

Fuente: Elaboración propia.

**Paso 4: La regla de decisión**

Nos indica que si el p-valor < 0.05 se rechaza la Ho

$$0.0276 < 0.05$$

Entonces se declina la hipótesis nula

**Paso 5: Conclusión**

Existe reducción del costo de producción de concreto usado en muros no portantes considerando la Piedra Pómez como componente principal de concreto. Y existe evidencia significativa ( $r=0,908$ )

## PRUEBA ANOVA

Se desarrolló el análisis de varianza con la prueba ANOVA

**Tabla 53.** Resumen de resultados de costos

NUMERO DE VECES	DISEÑO	UND.	PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ
1	140	KG/CM2	S/256.48	S/228.65
2	175	KG/CM2	S/275.48	S/253.65
3	210	KG/CM2	S/300.49	S/278.65

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 53, se puede visualizar el resumen de los costos del concreto ordinario o convencional y el concreto de baja densidad (con agregado de piedra pómez).

**Tabla 54.** Varianza de un factor de costos

DESCRIPCION					Alpha	0.05		
GRUPO	CONTAR	SUMA	SIGNIFICAR	VARIANZA	SS	Std Err	BAJAR	SUPERIOR
PIEDRA TRITURADA	3	S/832.45	S/277.48	487.23003	974.46	13.61513	239.68	315.28498
PIEDRA POMEZ	3	S/760.95	S/253.65	625	1250	13.61513	215.85	291.45165

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 54 se puede observar el resumen de varianza para luego realizar la prueba denominada ANOVA

**Tabla 55.** Varianza - ANOVA de costos

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	852.0416667	1	852.0416667	1.532132097	0.04689	1.22649
Dentro de los gru	2224.460067	4	556.1150167			
<b>Total</b>	3076.501733	5				

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 55, se puede ver que la F calculada es mayor que el valor crítico de F, de lo contrario, la probabilidad por debajo del valor de significación 0,05; Entonces, En este caso, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, mostrando que efectivamente existe una diferencia entre estos costos; Por esta razón, la etapa de comparación de vehículos se realizó

mediante la prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia, para resaltar la diferencia entre el costo del concreto convencional y el concreto con pomez.

## PRUEBA TUKEY

**Tabla 56.** Resumen de datos para la prueba Tukey HSD (costos)

TUKEY HSD/KRAMER			alpha	0.05	
GRUPO	SIGNIFICAR	n	ss	df	q-crit
PIEDRA TRITURADA	S/277.48	3	974.46		
PIEDRA POMEZ	S/253.65	3	1250		
		6	2224.5	4	3.926

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 56, observamos el resumen de datos de la prueba Tukey HSD, en la que se mencionan los grupos de costos de concreto convencional y concreto con piedra pómez para desarrollar la diferenciación del vehículo; en caso contrario, se muestran medias, muestra “n”, suma de cuadrados “ss”, grados de libertad “df” y q crítica; para los costos del concreto de baja densidad y del concreto convencional.

**Tabla 57.** Prueba Tukey HSD (costos)

GRUPO 1	GRUPO 2	SIGNIFICAR	std err	q-stat	BAJAR	SUPERIOR	P- VALOR	CRIT MEDIO	Cohen d
PIEDRA TRITURADA	PIEDRA POMEZ	23.83333333	13.6151	1.750504	-29.6197	77.28632035	0.04689	53.45298702	1.010653946

Fuente: Elaboración propia.

Según la Tabla 57, se observa la llamada prueba de Tukey, indica que en el intervalo de confianza para calcular la diferencia entre valores y muestra que en un rango de costos dado, la probabilidad (p-valor) es menor a 0.05 nivel de significancia, lo que permite concluir que si figura una diferencia estadísticamente significativa.

## V. DISCUSIÓN

- Antecedente: **Matamoros (2019)**, en su investigación indica que los resultados obtenidos a través del diseño efectuado en laboratorio emiten que la resistencia a la compresión para un diseño de  $f_c=140$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando piedra pómez es de 21.2 kg/cm<sup>2</sup> por otro lado, se concluye que las investigaciones ejecutadas en esta investigación arrojaron resultados positivos ya que cumple las recomendaciones del ACI-comité 211.

Resultado: se obtuvo mediante el ensayo de diseño de concreto  $f_c=140$  kg/cm<sup>2</sup> tal como indica la norma ACI – comité 211, lo cual se logró determinar una resistencia del concreto liviano con piedra pómez es de 26.40 kg/cm<sup>2</sup> lo cual supera la resistencia mínima de diseño para muro no portante que es 20 kg/cm<sup>2</sup> y cumple las recomendaciones de la norma ACI-comité 211

Validación: Los resultados de este estudio muestran que la resistencia correspondiente a la compresión responde a factores relacionados con las propiedades del hormigón de baja densidad mediante análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de probabilidad (p-value) de 0.062, significación menor a 0.05 y prueba de Tukey. (HSD) muestra que el intervalo de confianza para comparar medias es menor a 0.05 nivel de significación, por lo que la diferencia es estadísticamente significativa, por ello según lo analizado se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa.

- Antecedente: **Rojas (2019)**, en su investigación indica que los resultados obtenidos a través del diseño efectuado en laboratorio emiten que la relación agua/cemento para un diseño de  $f_c=140$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando piedra pómez es de 0.70 y 7 bolsas de cemento, cuentan con contenido de aire de 1.8%. por otro lado, se concluye que las investigaciones ejecutadas en esta investigación arrojaron resultados positivos ya que cumple las recomendaciones del ACI-comité 211.

Resultado: se obtuvo mediante el ensayo de diseño de concreto  $f_c=140$  kg/cm<sup>2</sup> tal como indica la norma ACI – comité 211, lo cual se logró determinar del diseño efectuado para el concreto con piedra pómez su

relación agua/cemento es de 1.28 y 4 bolsas de cemento y el contenido de aire es 2.5%.

Validación: Los resultados de la presente investigación indican que la relación adecuada de agua/cemento sí cumple un factor relevante en el comportamiento del concreto de baja densidad, como se describe en el análisis de varianza (ANOVA), donde el nivel de la probabilidad (pvalue) es 0.03596, es menor que el 0.05 de nivel de significación, por lo que la prueba de Tukey (HSD) muestra que el intervalo de la relación agua/cemento de concreto con piedra pómez indica que su probabilidad (p valor) es menor también a 0,05 nivel de significación, lo que nos permite concluir que si hay diferencia estadísticamente significativa

- Antecedente: **Alayo (2019)**, en su investigación indica que los costos para el uso de concreto para los muros no portantes adicionando piedra pómez para 1 m<sup>3</sup> y un diseño de 140 kg/cm<sup>2</sup> es de S/. 235.04 por m<sup>3</sup> y el costo del concreto convencional es de S/. 260.80 por m<sup>3</sup> existiendo una diferencia por parte del concreto con adición de piedra pómez de S/. 25.76 o 10% más económico.

Resultado: se obtuvo los costos de cada uno de los diseños para 1 m<sup>3</sup>, lo cual se logró determinar que el costo respecto al diseño  $f_c=140$  kg/cm<sup>2</sup> de concreto convencional es de S/. 256.48 soles, y el costo de concreto con piedra pómez es de S/. 139.66 soles que resulta 46% más barato que el convencional dado que es específicamente para muros no portantes. Por otro lado, para el diseño  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> de concreto convencional tuvo un costo de S/. 275.48 soles, y el costo de concreto con piedra pómez es de S/. 253.65 soles que resulta 8% más barato que el convencional y finalmente para el diseño  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> de concreto convencional tuvo un costo de S/. 300.49 soles, y el costo de concreto con piedra pómez es de S/. 278.65 que resulta 8% más barato que el convencional.

Validación: Los resultados de este estudio muestran que existe una reducción de costos en la producción de concreto con piedra pómez, tal como se menciona en el análisis de varianza denominado (ANOVA), donde el nivel de probabilidad (pvalue) es 0.0689, es significativo menor a 0.05, al igual que el de Tukey. prueba (HSD) muestra que el intervalo de costo

de concreto con piedra pómez en relación al concreto convencional indica que su probabilidad (p valor) es menor también a 0,05 nivel de significación, lo que nos permite concluir que si hay diferencia estadísticamente significativa

## VI. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de la denominada resistencia a compresión se compararon los diseños de 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto convencional con los diseños de concreto de baja densidad adicionando piedra pómez encontrando notorias diferencias de resistencia a causa del diseño efectuado para cada resistencia, por lo que se dio más importancia al diseño para muros no portantes y la resistencia que más se acerca es el de 140 kg/cm<sup>2</sup> llegando a los 28 días de edad con una resistencia a compresión de 26.4 kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo con la norma ACI según la clase de unidad de albañilería del bloque NP (no portante) que su resistencia mínima es de 20 kg/cm<sup>2</sup>.
- De acuerdo con la relación agua/cemento se realizó la comparación para identificar las cantidades optimas que permitan llegar a las resistencias solicitadas por la ACI obteniendo como mejor resultado el diseño 140 kg/cm<sup>2</sup> con una relación A / C de 1.28 utilizando una cantidad de 4 bolsas de cemento, 264.5 litros de agua 0,50 m<sup>3</sup> de arena gruesa y 0.9 m<sup>3</sup> de piedra pómez cumpliendo con lo requerido para muros no portantes
- Respecto al costo para 1m<sup>3</sup> de concreto se desarrolló la comparación para los diseños de 140 kg/cm<sup>2</sup>, 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> de concreto convencional con los diseños de concreto de baja densidad adicionando piedra pómez optimizando costos, siendo el diseño de 140 kg/cm<sup>2</sup> el que más diferencia obtuvo en un 46% más económico utilizando netamente para muros no portantes.

## VII. RECOMENDACIONES

- Para optimizar la resistencia a la compresión de dicho concreto de baja densidad se recomienda utilizar diferentes cantidades de agregado que en este caso es la piedra pómez y evaluar diversos rangos de resistencia y lograr mejorar el rendimiento y comportamiento del concreto superando las clases de tipo de albañilería y los límites de resistencia que indica la norma ACI.

Respecto al análisis de las resistencias para ladrillos de baja densidad se recomienda variar la dosificación y controlar el nivel alto de absorción que demanda la piedra pómez y utilizar equipos debidamente calibrados para realizar pruebas y obtener resultados confiables.

- Respecto a la relación agua/cemento se recomienda aumentar la cantidad de piedra pómez y disminuir su diámetro para mejorar su manejabilidad y la densidad del concreto para muros no portantes, así como también agregar la arena gruesa, pero sin descuidar la resistencia y la calidad de diseño óptimo para dicha finalidad
- En relación a los costos para la obtención de concreto de baja densidad se recomienda controlar la cantidad de cemento dosificando adecuadamente con los agregados y llegar moderadamente a las resistencias solicitadas sin exceder en los costos y mantenerlo por debajo del precio en relación a un concreto convencional que supera en el diseño de 140 kg/cm en casi 50 %.

## REFERENCIAS

1. MATAMOROS PAITAN, Cristian. "Influencia de piedra pómez en la elaboración de un concreto liviano estructural de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  utilizando material de región de Huancavelica". *Repositorio* [en línea]. 9 de marzo de 2020 [consultado el 2 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2973?show=full>
2. ALAYO LUJÁN, Alexandra Estefany y Miriam Mercedes POLO ALFARO. Influencia del porcentaje de piedra pómez sobre la resistencia a la compresión y peso unitario en un concreto estructural para pórticos, Trujillo – 2019. *Repositorio Institucional* [en línea]. 20 de diciembre de 2019 [consultado el 3 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23377>
3. OLIVEROS ANDRADE, Edgard Andrés y Dayan TAPAHUASCO GUILLÉN. Influencia del concreto liviano en el desempeño sísmico de una vivienda multifamiliar de 10 pisos ubicada en Lima. *Repositorio académico UPC* [en línea]. 19 de noviembre de 2019 [consultado el 3 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628219/Oliveros\\_AE.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628219/Oliveros_AE.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
4. ROJAS RIVAS, Carlos Bryan y Stefany Cristina RÍOS MENDIETA. Ladrillo de concreto ligero utilizando como agregado grueso piedra pómez para muros de tabiquería en viviendas multifamiliares. *Formamos seres humanos para una cultura de paz* [en línea]. 2 de mayo de 2019 [consultado el 4 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2810>
5. TANTAQUILLA CUEVA, Cleiser Alejandro. Influencia de piedra pómez sobre asentamiento, densidad, absorción y resistencia a compresión en concreto liviano estructural. *Repositorio Institucional* [en línea]. 5 de mayo de 2017 [consultado el 5 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12533>

6. GARCÍA MARÍN, Fredy Mauricio, Robinson Arvey GÜIZA GALEANO y Brayan Armando BAQUERO SANABRIA. Exploratory study of expanded clay and pumice stone as added in the production of light concrets. *Ingeniería y Desarrollo* [en línea]. 2020, 37(2), 233–255. ISSN 2145-9371 [consultado el 22 de febrero de 2022]. Disponible en: doi:10.14482/inde.37.2.1624
7. ALVAREZ MANTILLA, Hernando. Vista de Propiedades fisicomecánicas, desempeño y durabilidad de morteros geopoliméricos a base de puzolana natural tipo piedra pómez. *EDITORIAL EDUCOSTA* [en línea]. 24 de octubre de 2020 [consultado el 6 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/2573/3225>
8. GÓMEZ, Patricio Chaname. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS. *Academia.edu - Share research* [en línea]. [sin fecha] [consultado el 7 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.academia.edu/16373775/CONTENIDO\\_DE\\_HUMEDAD\\_DE\\_LOS\\_AGREGADOS](https://www.academia.edu/16373775/CONTENIDO_DE_HUMEDAD_DE_LOS_AGREGADOS)
9. INKA. ¿Qué es la dosificación de concreto? - Blog de Cementos Inka. *Blog de Cementos Inka* [en línea]. 20 de marzo de 2019 [consultado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://www.cementosinka.com.pe/blog/que-es-la-dosificacion-de-concreto/>
10. VILLACORTA, Alberto. Astm C29 PDF | PDF | Peso | Masa. *Scribd* [en línea]. 12 de mayo de 2009 [consultado el 9 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/144753885/ASTM-C29-pdf>
11. MIO, Julianz. NTP 400.018 - 2002 - PDF Free Download. *qdoc.tips* [en línea]. 2002 [consultado el 8 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://qdoc.tips/ntp-400018-2002-pdf-free.html>
12. RODRIGUEZ, Valeria. NORMA TÉCNICA NTP 400.021 PERUANA 2002. *Academia.edu - Share research* [en línea]. 16 de mayo de 2002 [consultado el 9 de noviembre de 2021]. Disponible

en: [https://www.academia.edu/26938679/NORMA\\_TÉCNICA\\_NTP\\_400.021\\_PERUANA\\_2002](https://www.academia.edu/26938679/NORMA_TÉCNICA_NTP_400.021_PERUANA_2002)

13. NORMA TECNICA PERUANA. (NTP 400.037.2014) AGREGADOS. Especificaciones para agregados en concreto.pdf - Free Download PDF. *KUPDF - Free document sharing platform - Upload and share* [en línea]. 30 de diciembre de 2014 [consultado el 10 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)
14. QUISPE MEZA, Emanuel. Evaluación del desempeño de concreto estructural ligero utilizando puzolana natural como agregado fino de la cantera Raqchi, Cuzco - 2018. *Repositorio Institucional UNFV* [en línea]. 5 de julio de 2019 [consultado el 10 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3593>
15. AVALOS GONZÁLEZ, Kevin Dennis. "Influencia del superplastificante y poliestireno expandido en un concreto ligero en losas sobre, conductividad acústica, asentamiento y compresión". *Universidad Nacional de Trujillo* [en línea]. 3 de mayo de 2021 [consultado el 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16824>
16. CONSTRUIR. Concreto liviano mejora la sismorresistencia - El Comercio. *El Comercio* [en línea]. 13 de enero de 2012 [consultado el 11 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/concreto-liviano-mejora-sismorresistencia.html>
17. VELEZMORO CAPALDO, Ana C; BLANCO, Henry A y PENUELA, Cesar. Influencia del nitrato presente en el agua de mezclado sobre las propiedades físicas del concreto. *Rev. Fac. Ing. UCV* [online]. 2014, vol.29, n.2 [citado 2021-11-11], pp.61-67. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652014000200006&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652014000200006&lng=es&nrm=iso). ISSN 0798-4065.

- 18.** INEI. En el último decenio la población del Perú se incrementó en 3 millones 16 mil 621 habitantes. *PERÚ Instituto Nacional de Estadística e Informática* [en línea]. 11 de julio de 2018 [consultado el 12 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www1.inei.gov.pe/prensa/noticias/en-el-ultimo-decenio-la-poblacion-del-peru-se-incremento-en-3-millones-16-mil-621-habitantes-10847/>
- 19.** Carrillo, J. y Rojas, J. (2017). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco: Cusco.
- 20.** Danel, O. Gestión del proceso de enseñanza enseñanza-aprendizaje en la educación superior. Cuba: Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, 2016.
- 21.** Lerma, H. Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto. Bogotá: ECOE Ediciones, 2012.
- 22.** ASTM C496. (2017). Standard Test Method for Determination of Diametrical Compressive Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens. EE.UU: American Society for Testing and Materials Internacional.
- 23.** NTP 400.011. Agregados. Lima, Perú. 2008.
- 24.** NTP E060. Concreto Armado. Lima, Perú. 1999.
- 25.** NTP 400.012. Granulometría de los Agregados. Lima, Perú. 2002.
- 26.** ARTILES, Leticia, OTERO, Jacinta y BARRIOS, Irene. 2008. Metodología de la investigación. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas, 2008.
- 27.** CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. 2.a ed. Editorial San Marcos: Lima-Perú, 2015. 476 pp.

28. HUESO, Andrés y CASCAN, Josep. Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de Valencia. 2012. 81 pp.
29. ECURED. Piedra pómez - EcuRed. *EcuRed* [en línea]. 3 de agosto de 2019 [consultado el 12 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Piedra\\_pómez](https://www.ecured.cu/Piedra_pómez)
30. RODRIGUEZ, Carlos. Tesis al 100%. *Share and Discover Knowledge on SlideShare* [en línea]. 2 de abril de 2015 [consultado el 12 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/rodnix/tesis-al-100>
31. ALVAREZ MEJIA, Daniela. Evaluación de la densidad y la resistencia a la compresión de bloques de concreto con sustitución del agregado de piedra por desechos de la industria del papel. *Repositorio Institucional Universidad EAFIT* [en línea]. 2014 [consultado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/5416/EVALUACIÓN+DE++LA+DENSIDAD+Y+LA+RESISTENCIA+A+LA+COMPRESIÓN+DE+BLOQUES+DE+CONCRETO+CON+SUSTITUCIÓN.pdf?sequence=2>
32. UREÑA AGUIRRE, Maritza Elizabeth y Andrea Margarita ALBÁN CONDO. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques fabricados con PET como sustituto parcial de la piedra pómez (cascajo) y bloques con suelo arcilloso como sustituto parcial del agregado fino. *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Página de inicio* [en línea]. 2017 [consultado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25754>
33. CAÑARTE BAQUE, George Alfredo. Estudio de aumento de resistencia a la compresión del hormigón liviano con piedra pómez como solución estructural. *Repositorio Universidad de Guayaquil: Página de inicio* [en línea]. 2016 [consultado el 16 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12002>

34. CHANGOLUISA YUNDA, Santiago Ramiro y Katherine Nicole CARRERA PAREDES. Diseño de hormigones ligeros con diferentes materiales locales y análisis comparativo con un hormigón ordinario. *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: Página de inicio* [en línea]. 10 de marzo de 2019 [consultado el 18 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17094>
35. MORALES, Luis y Jorge SAMTAMARIA. Hormigón Estructural de Baja Densidad para Edificaciones | INGENIO. *Portal de Revistas* [en línea]. 15 de noviembre de 2019 [consultado el 17 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/1704>
36. MARTINEZ RUIZ, Andres Paul y Pablo Enrique CAIZA SANCHEZ. Fabricación de hormigones livianos con materiales volcanoclásticos (lapilli) y su influencia en la reducción de fuerzas sísmicas | ciencia. *Universidad de las fuerzas armadas espe* [en línea]. 15 de marzo de 2018 [consultado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/509>
37. CHÉRREZ GAVILANES, Diego Sebastián. Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino. *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: Página de inicio* [en línea]. 2016 [consultado el 18 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24052>
38. VIDELA, Carlos. INFLUENCIA DE LA RESISTENCIA INTRINSECA DEL ARIDO LIVIANO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION Y RIGIDEZ DEL HORMIGON LIVIANO | Videla | Revista Ingeniería de Construcción. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. 2 de agosto de 2000 [consultado el 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/212>
39. GARCÍA MARÍN, Fredy Mauricio, Robinson Arvey GÜIZA GALEANO y Brayan Armando BAQUERO SANABRIA. Exploratory study of expanded clay and pumice stone as added in the production of light concrets. *Ingeniería*

y *Desarrollo* [en línea]. 2020, **37**(2), 233–255. ISSN 2145-9371 [consultado el 20 de noviembre de 2021]. Disponible en: doi:10.14482/inde.37.2.1624

40. VELIZ BARRETO, Alex Mauricio y Jose Luis VASQUEZ LLERENA. Obtención de concreto ligero estructural mediante el uso de Aditivos. *Repository* [en línea]. 2018 [consultado el 24 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5719>
  
41. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación: Cuantitativa, cualitativa y mixta. 2da ed. Lima: San Marcos E. I. R. L, 2002. 495 pp.
  
42. SANCHEZ, D. Tecnología del concreto y del mortero. Bhandar Editores, 2001. Disponible en: [https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADa\\_del\\_concreto\\_y\\_del\\_mortero\\_Diego\\_S%C3%A1nchez\\_De\\_Guzm%C3%A1n\\_Bhandar\\_Editores](https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_y_del_mortero_Diego_S%C3%A1nchez_De_Guzm%C3%A1n_Bhandar_Editores)

## **ANEXOS**

**ANEXO 01:**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI,CUSCO,2021							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
En la actualidad en la Ciudad de Sicuani, Cusco, el concreto es el mortero mas empleado en la construccion civil, para fines de su elaboracion es necesario la explotacion de canteras; sin embargo, para algunos fines especificos, no se evaluan materiales disponibles en abundancia en la naturaleza, los cuales podrian ser componentes de la mezcla de concreto <b>¿Que tipos de materiales naturales se encuentran disponibles en el ambito de la Ciudad de Sicuani, para ser considerados como componentes en el diseño de concreto en reemplazo de los agregados tradicionales?</b>	Diseñar un muro no portante empleando concreto de baja densidad en base a piedra pomez	Un tipo de concreto alternativo de baja densidad para la construccion de muros no portantes seria considerando el diseño de concreto en funcion al componente principal que es la piedra pomez	RESISTENCIA DE MURO NO PORTANTE	RESISTENCIA	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL  RESISTENCIA A FLEXION	NTP 400.012 ASTM C330-05  ASTM C-311 Y C-535	Tipo de investigación <b>Aplicativo</b>
<b>Problemas Especificos:</b>	<b>Objetivos especificos:</b>	<b>Hipótesis especificas:</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				
En general en las edificaciones se analizan estructuralmente cargas muertas y cargas vivas, las cuales en conjunto actuan sobre el terreno donde se cimienta la estructura, siendo las cargas muertas elementos que podrian aportar sobre carga innecesariamentey cumplir la resistencia a compresion adecuada <b>¿De que forma influye la resistencia a la compresion utilizando como agregado piedra pomez para la elaboracion de un concreto de baja densidad para el uso de muros no portantes?</b>	Verificar la resistencia a la compresion del concreto empleando piedra pomez como insumo de manera de cumplir con la norma E070	la resistencia a la compresion es un factor exigido en la norma E070 cumple un factor relevante en el comportamiento del concreto de baja densidad utilizando como agregado piedra pomez para el uso de muros no portantes		RESISTENCIA	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL	NORMA E060	Enfoque de investigación <b>Cuantitativo</b>  El diseño de la investigación <b>CUASI EXPERIMENTAL</b>  El nivel de la investigación: <b>EXPLICATIVO CAUSAL</b>
Es conocido que, una de las caracteriticas principales de la Piedra Pomez es la alta absorcion de agua, siendo este un parametro condicional para conocer la adecuada relacion agua cemento (a/c) que permitiria garantizar las resistencias minimas especificadas y optimizar la cantidad de cemento por m3 de produccion <b>¿De que manera se podria conocer la adecuada relacion agua cemento para la produccion de concreto con Piedra Pomez, de tal manera optimizar la cantidad de cemento?</b>	Obtener una relacion agua/cemento efectiva para el diseño de concreto empleando la piedra pomez como insumo	a partir de diseños de concreto y ensayos de laboratorio se estimaria la relacion agua/cemento corregida para diseños de concreto con piedra pomez teniendo en cuenta la elevada absorcion del mismo material.	RELACION DE AGUA CEMENTO EFECTIVA DE CONCRETO CON PIEDRA POMEZ	DISEÑO DEL CONCRETO	CONTENIDO DE CEMENTO	ACI	Población: <b>CANTERA DE RAQCHI</b>  Muestra: <b>01 M3</b>  Muestreo: <b>NO PROBABILISTICO</b>
En la ciudad de Sicuani con la intensa construccion que hay en los ultimos años, cada vez es necesario buscar nnuevas canteras para la explotacion de materiales, las mismas que se encuentran mas distantes a la ciudad, por lo cual el costo de produccion m3 de concreto se eleva considerablemente <b>¿De que forma se puede reducir el costo de produccion de concreto usado en muros no portantes?</b>	Reducir y optimizar los costos en la elaboracion del concreto cumpliendo las especificaciones tecnicas en razon a las propiedades fisicas y mecanicas del concreto	a partir del uso de la piedra pomez como insumo en la elaboracion de concreto se podria reducir y optimizar los costos en la elaboracion de concreto			CONTENIDO DE AGUA EFECTIVA		

**ANEXO 02:**

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA FINES DE USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021**

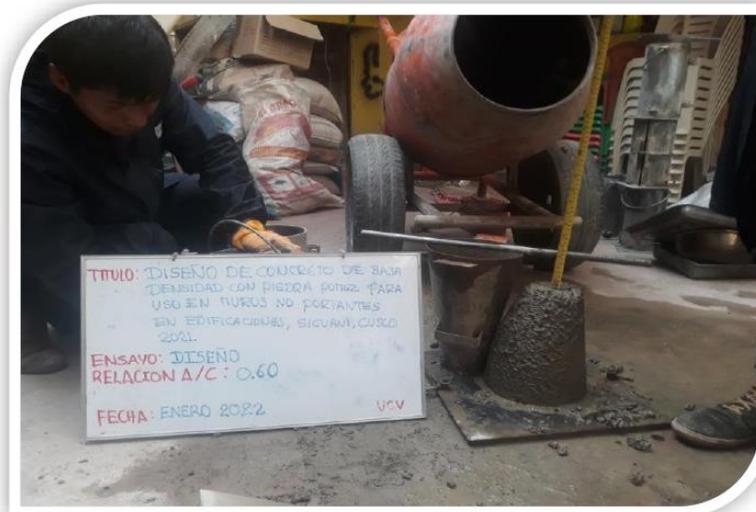
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable dependiente</b>	Según Dificonsa (2015, p5) menciona que es un concreto de densidad variable en el rango de 1.200 a 2.300 kg/m <sup>3</sup> contra 2.300 a 2.500 kg/m <sup>3</sup> para hormigón estándar, resistencia a la compresión de 17 a 28 MPa y resistencia a la tracción de 2,1 a 2,3 MPa. (MTC, 201 , pág. 42)	Optimiza diseñar secciones de elementos estructurales reduciendo las cargas muertas en la estructura.	Resistencia	Contenido de cemento	Razón
Resistencia de muro no portante					
<b>Variable independiente</b>	Según Primac (2020, p3) La piedra pómez aporta la resistencia necesaria en cualquier tipo de construcción, además añade muchas ventajas cuando se utiliza como árido para la fabricación de bloques de piedra, otorgándoles unas propiedades excepcionales de aislamiento acústico y térmico a la vez que es mucho más ligero que el tradicional 'mortero', reduciendo el normal carga soportada por la cimentación, lo que la hace ideal para grandes edificios	El concreto elaborado con agregados de baja densidad como la piedra pomez es un material poco usado en el medio de la construcción, sin embargo, dicho agregado que disminuye el peso sin alterar la resistencia	Diseño de concreto	Contenido de agua efectiva	Razón
Relación de agua cemento efectiva de concreto con piedra pomez					

**ANEXO 03:**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO, SICUANI - CUSCO**



# INFORME TÉCNICO



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

DISEÑO 1 R a/c = 0.67

DISEÑO 2 R a/c = 0.59

DISEÑO 3 R a/c = 0.53

### TESIS :

DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CANTERA ARENA: RIO AYAVIRI - CANTERA PIEDRA: QUIQUIJANA - CANTERA DE : PIEDRA TRITURADA - QUIQUIJANA

### UBICACIÓN :

DISTRITO: SICUANI  
PROVINCIA: CANCHIS  
DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITA: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Diciembre de 2021

CONTENIDO

- 1 GENERALIDADES
2. PROCEDIMIENTO
3. ANTECEDENTES
- 3.1 MATERIALES
- 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
5. CRITERIOS DE DISEÑO
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**ANEXOS**

**ANEXO I**

**CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

PROTOCOLOS DE CALIDAD ARENA GRUESA

PROTOCOLOS DE CALIDAD PIEDRA TRITURADA

**ANEXO II**

DISEÑO DE CONCRETO DISEÑO 1 R a/c = 0.67

DISEÑO DE CONCRETO DISEÑO 2 R a/c = 0.59

DISEÑO DE CONCRETO DISEÑO 3 R a/c = 0.53

**ANEXO III**

FICHAS TECNICAS

**ANEXO IV**

PANEL FOTOGRAFICO

  
Ing. Florencio Curo Pita  
CIP: 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Siendo un clima típico de la sierra, seco con gran variación de la temperatura, la cual condiciona el comportamiento del concreto.

### 3.1 MATERIALES

Los materiales a usarse:

#### 3.1 CEMENTO

**Marca del cemento** YURA  
**Cemento** Portland puzolamico  
**Tipo:** 1P  
**Descripción** Combinación del cemento, (ceniza volcánica) y Cumple con Norma ASTM C-595

#### 3.2 AGUA

**Agua** POTABLE  
**Descripción** El agua para la mezcla de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceites, ácidos, álcalis y materia orgánica.

#### 3.3 AGREGADO FINO

**Material** ARENA GRUESA  
**Cantera** RIO AYAVIRI  
**Descripción** La cual ha sido zarandeada y lavada, establecido por la Norma ASTM C-33.

#### 3.4 AGREGADO GRUESO

**Material** PIEDRA TRITURADA  
**Cantera** QUIQUIJANA  
**Descripción** Material de Procesado, triturado y zarandeado.

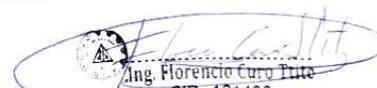
## 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Los agregados deberán cumplir con los siguientes requisitos:

ENSAYOS	NORMA ENSAYO	LÍMITES DE ACEPTACIÓN	
		Agregado fino	Agregado grueso
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	1.00 % máx.	0.25 % max.
Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	-	0.5% max.
Cantidad de partículas Livianas	MTC E 211	0.50% máx.	1-0 % max.
Contenido de sulfatos		0.06 % max.	0.06 % max.
Contenido de cloruros		0.10 % max	0.10 % max
Reactividad		No presentar	No presentar
Durabilidad (sulfato de magnesio)	MTC E 209	Max 15%	Max 18%
Abrasión	MTC E 207		40% máx.
Granulometría	MTC E 107	Tamaño máx. 1/4"	AG-1 ; HUSO 7
Forma (chatas y alargadas) $f'c < 210 / f'c > 210$	MTC E 221	-	Max 15%/100%
Material que pasa el tamiz de 75 um (Nº200)	MTC E 202	3.00 %máx.	1.00 %máx.
Módulo de finura		2.3 - 3.1	
Equivalente de arena $f'c < 210 / f'c > 210$	MTC E 114	65% min/ 75%	
Gravedad específica y absorción	MTC E 206	-	
Peso unitario suelto y varillado	MTC E 203	-	
Equivalente de arena $f'c < 210 / f'c > 210$	MTC E 114	65% min/ 75%	

#### 4.1 GRANULOMETRÍA

Es recomendable que la granulometría, se encuentre dentro de los límites:

  
 Ing. Florencio Curo Tuta  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

4.1.1 AGREGADO FINO

Malla		HUSO	
		Min	Max
3/8	4.76	100	100
N° 4	2.36	95	100
N° 8	1.18	80	100
N° 16	0.6	50	85
N° 30	0.3	25	60
N° 50	0.15	5	30
N° 100	0.075	0	10

4.1.2 AGREGADO GRUESO

Malla	HUSO 9	HUSO 89	HUSO 8	HUSO 7	HUSO 67	HUSO 6	HUSO 57	HUSO 56
	Min - Max							
1 1/2"	-	-	-	-	-	-	100-100	100-100
1"	-	-	-	-	100-100	100-100	95-100	105
3/4"	-	-	-	100 - 100	90-100	90-100	-	-
1/2"	-	100 - 100	100 - 100	90-100	-	20-55	25-60	95
3/8"	100 -100	90 - 100	85 - 100	40-70	20-55	0-15	-	-
N° 4	85 -100	25 - 55	10-30	0-15	0-10	0-5	0-10	20
N° 8	10-40	5-30	0 - 10	0-5	0-5	-	0-5	10
N° 16	0 - 10	0 - 10	0 - 5	-	-	-	-	-
N° 50	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-	-	-

5. CRITERIOS DE DISEÑO

5.1 FACTOR DE LAS RESISTENCIA PROMEDIO

Se ha realizado el diseño de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto y a las Especificaciones Técnicas - MTC para determinar el  $f'_{cr}$ .

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION	RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION
< 20.6 Mpa (210 Kg./cm <sup>2</sup> )	$f'_{c} + 6.8$ Mpa (70 Kg./cm <sup>2</sup> )
20.6 - 34.3 Mpa (210 - 350 Kg./cm <sup>2</sup> )	$f'_{c} + 8.3$ Mpa (85 Kg./cm <sup>2</sup> )
> 34.3 Mpa (350 Kg./cm <sup>2</sup> )	$f'_{c} + 9.8$ Mpa (100 Kg./cm <sup>2</sup> )

5.2 SELECCIÓN DE TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.

La Norma N.T.P. 400.037 define:

- Tamaño máximo: Es el corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.
- Tamaño máximo nominal: Es el corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Se considera que el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que, en todos los lugares de ellos, especialmente esquinas y ángulos, espacio entre barras, ductos y elementos embebidos, secciones altamente reforzadas y paredes de encofrado no deberán quedar espacios vacíos ni cangrejeras.

El tamaño máximo de la piedra no será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre costados del encofrado
- 1/3 del espesor de la losa.
- ¼ de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

  
 Ing. Florencio Curo Tuta  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

### 5.3 SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

La relación de agua y cemento de diseño, valor seleccionado de las tablas:

f'cr (28 días)	ESTIMACION DE LA RELACION AGUA Y CEMENTO EN PESO PARA AGREGADO GRUESO T.M.N. 1 1/2)	RELACION AGUA Y CEMENTO POR RESISTENCIA
140	0.8	
150		0.8
175	0.71	
200		0.7
210	0.64	
245	0.58	
250		0.62
280	0.53	
300		0.55
315	0.49	
350	0.45	0.48

- La resistencia producida por una relación agua/cemento dada deberá incrementarse conforme el tamaño máximo nominal disminuya.

### 5.4 TIPO DE ARENA

La arena se clasifica de acuerdo a la % de pasante de la malla Nro. 16

% QUE PASA MALLA Nro. 16	Tipo de arena
25 – 64	I
47 – 86	II
67 – 100	III
Más de 89	IV

La arena evaluada, perteneciente a la cantera RIO AYAVIRI se clasifica como Arenas del tipo: Tipo II por tener el 64.5% en la malla N° 16

La Proporción del agregado fino usando el tamaño máximo del agregado grueso y el tipo de arena usando el cuadro siguiente:

TM del agregado grueso	Tipo de arena			
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
1/2"	60	50	40	35
3/4"	50	40	36	25
1"	47	37	32	24
1 1/2"	45	35	26	23

\* TM DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA QUIQUIJANA=

3/4"

\* CLASIFICACIÓN DE ARENA DE CANTERA RIO AYAVIRI =

Tipo II

### 5.5 SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Se refiere a la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está en estado seco.

La cantidad de agua será corregida por en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad de los agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado	TMN	1/2"
Cantidad de agua en L/m3, Sin Aire Incorporado		
Asentamiento	1/2"	3/4"
1" – 2"	199	190
3" – 4"	216	205
6" – 7"	228	216

  
 Ing. Florencio Curo Tito  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

5.6 SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Las burbujas de aire, están presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, se le conoce como aire atrapado o aire natural.

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%

- \* TMN DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA QUIQUIJANA=
- \* AIRE ATRAPADO SEGÚN TMN

1/2"
2.5%

5.7 PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/b0)

TMN/ M. FINEZA	2.4	2.6	2.8	3
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7

- \* TMN DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA QUIQUIJANA=
- \* MODULO DE FINEZA DEL FINO

1/2"
2.79

INTERPOLANDO:

2.40	0.59
2.60	0.57
2.79	X

X =	0.551
-----	-------

  
 Ing. Florencio Curo Tuta  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la obra

A solicitud de la CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO, se realizó el diseño de concreto, el cual ha sido diseñado en el laboratorio, en mezcladora prototipo preparada para desarrollar diseños de prueba con los controles correspondientes y las roturas de testigos correspondientes.

Del Concreto Solicitado

DISEÑO 1 R a/c = 0.67
DISEÑO 2 R a/c = 0.59
DISEÑO 3 R a/c = 0.53

De los materiales usados en el diseño

CEMENTO	YURA	Portland puzolamico
AGUA	POTABLE	-
ARENA GRUESA	RIO AYAVIRI	T.MAX. = 3/8"
PIEDRA TRITURADA	QUIQUIJANA	T.MAX. = 3/4"

De los ensayos

Los resultados de los ensayos realizados a los agregados serán comparados con las especificaciones técnicas dadas en pavimento de concreto hidráulico SECCIÓN 438 "CONDICIONES ESPECÍFICAS Y TOLERANCIAS PARA LA ACEPTACIÓN"

**MATERIAL:** ARENA GRUESA

**CANTERA:** RIO AYAVIRI

ENSAYOS	NORMA DE ENSAYO			LÍMITES DE ACEPTACION	RESULTADOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
	MTC	NTP	ASTM			
<b>GRANULOMETRÍA</b>						
Granulometría	E-107	339.128	D422	SEGUN NORMA	SEGUN NORMA	<b>CUMPLE</b>
<b>LIMPIEZA</b>						
Material que pasa el tamiz N°200	E-202	400.002	C117	5.0 % Max.	2.3 %	<b>CUMPLE</b>
<b>ABSORCION</b>						
Absorción de agua	E 205	400.022	C128	4.0 % Max.	3.8 %	<b>CUMPLE</b>
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>						
Modulo de finura	-	-	-	Entre 2.3-3.0	2.8	<b>CUMPLE</b>
Humedad Natural	-	-	-	-	5.7 %	
Peso específico	E 205	400.022	C128	-	2.540 gr/cm3	
Peso unitario suelto	E 203	-	C-29	-	1.630 gr/cm3	
Peso unitario compactado	E 203	-	C-29	-	1.796 gr/cm3	

**MATERIAL:** PIEDRA TRITURADA

**CANTERA:** QUIQUIJANA

ENSAYOS	NORMA DE ENSAYO			LÍMITES DE ACEPTACION	RESULTADOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
	MTC	NTP	ASTM			
<b>GRANULOMETRÍA</b>						
Granulometría	E-107	339.128	D422	Grava Concreto	Grava Concreto AC-1	<b>CUMPLE</b>
<b>LIMPIEZA</b>						
Material que pasa el tamiz N°200	E-202	400.002	C117	1.0 % Max.	0.7 %	<b>CUMPLE</b>
<b>ABSORCION</b>						
Absorción de agua	E 205	400.022	C128	1.0 % Max.	1.19 %	<b>NO CUMPLE</b>

PROPIEDADES FÍSICAS						
Modulo de finura	-	-	-	-	6.5 %	
Humedad Natural	-	-	-	-	2.10 %	
Peso específico	E 205	400.022	C128	-	2.586 gr/cm3	
Peso unitario suelto	E 203	-	C-29	-	1.387 gr/cm3	
Peso unitario compactado	E 203	-	C-29	-	1.531 gr/cm3	

**De la gradación**

- El agregado: ARENA GRUESA de cantera RIO AYAVIRI , CUMPLE con la gradación recomendada, la parte retenida en la malla N°4, se evaluará como aportaciones al agregado grueso.
- El agregado: PIEDRA TRITURADA de cantera QUIQUIJANA, CUMPLE con la gradación recomendada el tamaño máximo es de 3/4"
- Usar la graduación recomendada en función de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores y al recubrimiento.

**De la limpieza**

- El agregado: ARENA GRUESA CUMPLE con la especificación técnica en el ensayo de malla M200.
- El agregado: PIEDRA TRITURADA CUMPLE con especificación técnica en el ensayo de malla N° 200.
- Los materiales que no cumplan con el ensayo de malla 200, Se recomienda el lavado del material o venteado para disminuir los finos.
- Usar un material contaminado, disminuye considerablemente la resistencia del concreto.

**De los diseños**

- Se ejecutaron los diseños tomando como partida las recomendaciones del ACI-comité 211, los cuales fueron ajustados en relación a la trabajabilidad y otras consideraciones.
- El f'c, o factor de seguridad para el diseño, se basa en las recomendaciones del ACI, tomado para este diseño el valor de: 70 kg/cm2 para concretos menores a 210 kg/cm2. Y 84 kg/cm2 para concretos mayores de 210 kg/cm2.
- Las cantidades de agregados fueron tomadas de las tablas del ACI, tratando de satisfacer la trabajabilidad.
- El asentamiento: 3" - 4", fue adaptado para estructuras, según el tipo de uso y evitar retracciones

**De la dosificación**

- La dosificación para las resistencia requeridas son las siguientes:

Para una bolsa de cemento la dosificación f'c = 70 kg/cm2 de diseño sera					
R a/c =	0.67	Relacion AF:AG	50 : 50	slummp	3"- 4" bolsa por m3 7.62
MATERIAL	PROCEDENCIA	1 Bolsa de cemento (en Vol.)	1 Bolsa Cemento (Vol.) baldes de 18 litros	Para 1 m3 (en Vol.)	
Cemento	YURA	1.0 bolsa	1.0 bolsa	7.6 bolsa	
Agua	POTABLE	25.3 lts	25.3 lts	193.0 lts	
PIEDRA TRITURADA	QUIQUIJANA	2.2 Pie3	2.9 baldes	17.0 Pie3	
Para una bolsa de cemento la dosificación f'c = 84 kg/cm2 de diseño sera					
R a/c =	0.59	Relacion AF:AG	50 : 50	slummp	3"- 4" bolsa por m3 8.59

  
 Ing. Florencio Curo Tute  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

MATERIAL	PROCEDENCIA	1 Bolsa de cemento	1 Bolsa Cemento (Vol.)	Para 1 m3
		(en Vol.)	balde de 18 litros	(en Vol.)
Cemento	YURA	1.0 bolsa	1.0 bolsa	8.6 bolsa
Agua	POTABLE	22.5 lts	22.5 lts	193.5 lts
ARENA GRUESA	RIO AYAVIRI	1.9 Pie3	2.5 baldes	16.6 Pie3
PIEDRA TRITURADA	QUIQUIJANA	2.2 Pie3	2.9 baldes	19.1 Pie3

RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACIÓN DE CONCRETO							
R a/c =	0.53	Relacion AF:AG	50 : 50	slump	3"- 4"	bolsa por m3	9.55
MATERIAL	PROCEDENCIA	1 Bolsa de cemento	1 Bolsa Cemento (Vol.)	Para 1 m3			
		(en Vol.)	balde de 18 litros	(en Vol.)			
Cemento	YURA	1.0 bolsa	1.0 bolsa	9.6 bolsa			
Agua	POTABLE	20.3 lts	20.3 lts	194.0 lts			
ARENA GRUESA	RIO AYAVIRI	1.7 Pie3	2.2 baldes	16.2 Pie3			
PIEDRA TRITURADA	QUIQUIJANA	2.0 Pie3	2.5 baldes	18.7 Pie3			

### RECOMENDACIONES

#### \* Recomendaciones para el almacenamiento de material

- Todos los agregados deberán almacenarse de manera que no ocasione mezcla entre ellos, evitando así mismo, se contaminen con polvo u otras sustancias extrañas.
- El cemento deberá almacenarse y manipular bajo techo, en ambientes secos y ventilados de manera que se proteja en todo momento contra la humedad, cualquier sea su origen y en forma que sea fácilmente accesibles para su inspección e identificación
- Las bolsas de cemento serán apiladas en rumas de 10 bolsas como máximo, el apilamiento y el uso del cemento debe efectuarse de acuerdo con la fecha de recepción del mismo, empleando los más antiguos en primer término, se debe tomar buen cuidado en el manejo bolsas durante el almacenamiento, pues no se permitirá el uso de cemento proveniente de bolsas rotas.
- Queda terminantemente prohibido el uso de cemento pre fraguado.

#### \* Fabricación del concreto.

##### - La medición de los materiales:

- Se deberá emplear dispositivos que permitan dosificar los agregados pétreos por masa o volumen, con una aproximación de más de 1% de la cantidad requerida.
- El diseño de mezcla correspondiente a la dosificación se presenta en peso, volumen y para el proceso constructivo en volumen (pie3).

##### - Mezclado

- El concreto será dosificado a pie de obra en una mezcladora del tipo apropiado, respetando estrictamente su capacidad y velocidad, para establecer los tiempos mínimos y máximos de mezclado.
- Antes de la colocación del concreto se procederá a limpiar el equipo de mezcla.
- El tiempo de batido será cuando menos de un minuto después de que todos los componentes de la mezcla estén dentro del tambor .
- El concreto deberá ser mezclado hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora deberá ser descargada íntegramente antes de volver a llenar.
- La cantidad de agua indicada, corresponde a la humedad de los agregados ensayados, para contenidos de humedad distintos se requiere reajustar la cantidad de agua.

- Si el Slump, medido en obra es mayor al indicado, se deberá corregir la cantidad de agua, disminuyendo 2 litros por cada centímetro de Slump de exceso.
- Se recomienda la siguiente secuencia de abastecimiento a la mezcladora.

- 1 Mezcla del 75% del agua +
- 2 Agregado grueso +
- 3 Cemento +
- 4 Agregado fino +
- 5 El 25 % de agua restante.



- Se deberán respetar los parámetros indicados para un óptimo resultado.

- **Temperatura ambiente**

- Controlar la temperatura de la mezcla, por encima del 10 °C, para asegurar el fragua del concreto, si la temperatura esta por debajo de este valor corre riesgo de no fraguar adecuadamente.
- Tener cuidado con la hora de vaciado, con climas que esten en desenso, evitar vaciado.
- Cubrir las estructuras vaciadas y/o prender mecheros para evitar contracciones por motivos de helada.

- **Vaciado de concreto**

Se recomienda antes del vaciado del concreto, el trabajo de encofrado debe haber terminado las formas o encofrado deben ser mojadas completamente o Aceitados.

La velocidad de la colocación del concreto debe ser tal, que el concreto antes colocado este todavía plástico y se integre con el concreto que recién se coloca , especialmente al que esta entre las barras, no se deben colocar concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con material extrañas .

- **Curado del concreto**

- El curado de las estructuras deben ser efectuadas cuidadosamente.
  - Para el proceso de curado se empleara agua con las mismas características del agua empleada para la preparación del concreto.
  - El concreto debe ser cuadrado por lo menos durante 7 días.
  - En los elemento inclinados y verticales, cuando son curados con agua se riegan continuamente de manera que caigan en forma de lluvia.
- Al igual que las estructuras vaciadas, tener cuidado con los testigos de concreto.
  - Los diseños de concreto se realizaron con el material presentado a Obra.

ES MI INFORME

  
Ing. Florencio Curo Tinto  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

**ANEXO 04:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – ARENA GRUESA CANTERA RIO AYAVIRI,  
SICUANI - CUSCO**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NORMA MTC E-107, ASTM D-422/AASHTO T-27, T-88, NTP 339.128)



TESIS: **DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.**

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SICUANI

SOLICITANTE: **CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO**

DATOS DE MUESTRA

Concepto: **DISEÑO DE CONCRETO** Fecha: **Diciembre del 2021**  
 Material: **ARENA GRUESA** Muestra: **C-1**  
 Cantera: **RIO AYAVIRI** Lado: **-** ACOPIO  
 Localización: **-** Elevación: **-** Hecho por: **J.C.E.**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	Arena - Concreto		Descripción
						MIN	MAX	
8"	203.200							
6"	152.400							
4"	101.600							
3"	76.200							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.000							
1/2"	12.700							
3/8"	9.520				100.0	100	100	
1/4"	6.350							
N° 4	4.750	80	3.6	3.6	96.4	95	100	
N° 8	2.360	233.0	15.5	19.1	80.9	80	100	
N° 10	2.000							
N° 16	1.190	245.4	16.4	35.5	64.5	50	85	
N° 20	0.850							
N° 30	0.600	315.8	21.1	56.5	43.5	25	60	
N° 40	0.420							
N° 50	0.300	318.6	21.2	77.8	22.2	10	30	
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	127.0	8.5	86.2	13.8	2	10	
N° 200	0.074	165.4	11.0	97.3	2.7			
Pasante		41.0	2.7	100.0				

CARACTERÍSTICAS

Grava: \_\_\_\_\_ 3.6 %  
 Arena: \_\_\_\_\_ 93.7 %  
 Fino: \_\_\_\_\_ 2.7 %

PLASTICIDAD

Límite Líquido: \_\_\_\_\_ %  
 Límite Plástico: \_\_\_\_\_ NP %  
 Índice de Plasticidad: \_\_\_\_\_ NP %

PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO

Peso de suelo seco total \_\_\_\_\_ 2,250 gr.  
 Muestra: suelo seco < N° 4 \_\_\_\_\_ 1,446.2 gr.

Tamaño Máximo \_\_\_\_\_ 3/8"  
 Tamaño Máximo Nominal \_\_\_\_\_ 1/4"

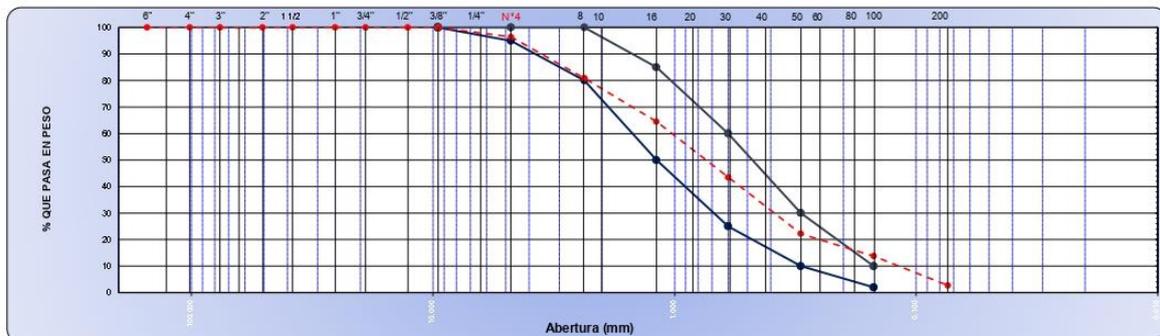
CLASIFICACIÓN

AASHTO: \_\_\_\_\_ A-1-a (0)  
 SUCS: \_\_\_\_\_ SP

MODULO DE FINURA:

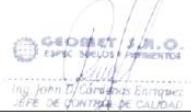
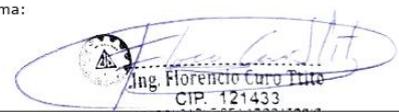
Mod. Finura Espec.: \_\_\_\_\_ 2.79  
 \_\_\_\_\_ 2.35 - 3.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Nombre: _____ Firma: _____ Ing. JHON D. CARRERA ESPINOZA JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	Nombre: _____ Firma: _____ Ing. Florencio Curo Tuta CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre: _____ Firma: _____
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: _____

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (NORMA: MTC 108, ASTM D-2216)																																						
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																							
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> CUSCO	<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS	<b>DISTRITO:</b> SICUANI																																				
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																							
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																							
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																				
<b>Materia:</b>	ARENA GRUESA		<b>Muestra:</b> C-1																																				
<b>Cantera:</b>	RIO AYAVIRI	<b>Lado:</b> -	ACOPIO																																				
<b>Localización:</b>	-	-	<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																				
<b>AGREGADO FINO</b>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>UND</th> <th>1</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td>T-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Hum.</td> <td>grs.</td> <td>3,974.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td> <td>grs.</td> <td>3,788.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>grs.</td> <td>186.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>grs.</td> <td>518.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de S. Seco</td> <td>grs.</td> <td>3,269.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>%</td> <td>5.7%</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b></td> <td><b>%</b></td> <td></td> <td><b>5.7%</b></td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°	UND	1		Recipiente N°		T-1		Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	3,974.5		Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	3,788.1		Peso de agua	grs.	186.4		Peso de Recipiente	grs.	518.3		Peso de S. Seco	grs.	3,269.8		% de Humedad	%	5.7%		<b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>		<b>5.7%</b>
ENSAYO N°	UND	1																																					
Recipiente N°		T-1																																					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	3,974.5																																					
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	3,788.1																																					
Peso de agua	grs.	186.4																																					
Peso de Recipiente	grs.	518.3																																					
Peso de S. Seco	grs.	3,269.8																																					
% de Humedad	%	5.7%																																					
<b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>		<b>5.7%</b>																																				
<b>Observaciones:</b> _____																																							
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>																																				
<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>																																					
<b>Nombre:</b>	Ing. John D. Córdova Estigarribia JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	<b>Nombre:</b>	Ing. Florencio Curo Tuto RESPONSABLE DE LABORATORIO																																				
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																					

**GEOMET S.A.C.**

INGENIEROS ASOCIADOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ  
(N° 200)  
(NORMA ASTM C 117)**TESIS:** DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.**UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SICUANI**SOLICITANTE:** CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO**DATOS DE MUESTRA**

**Concepto:** DISEÑO DE CONCRETO **Fecha:** Diciembre del 2021

**Material:** ARENA GRUESA **Muestra:** C-1

**Cantera:** RIO AYAVIRI **Lado:** - ACOPIO

**Localización:** - - **Hecho por:** J.C.E.

**AGREGADO FINO**

ENSAYO N°	UND	1	
Recipiente N°		T-2	
Peso del material seco	grs.	3796.1	
Peso del material lavado seco	grs.	3720.9	
Peso de la Tara	grs.	526.3	
Peso del material neto	grs.	3269.8	
Peso del material < N° 200	grs.	75.2	
% Material < N° 200	%	2.3	
<b>Promedio % Material &lt; N° 200</b>	<b>%</b>		<b>2.3</b>

	OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:
CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)	2.3 %	3 %	CUMPLE PARA CONCRETOS SUJETOS A ABRASION
		5 %	CUMPLE PARA OTROS CONCRETOS

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b>
<b>Nombre:</b> Jhon Carlos Espinoza JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	<b>Nombre:</b> Ing. Florencio Curo Pita CIP- 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Nombre:</b>
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>

**GEOMET S.A.C.**

INGENIEROS ASOCIADOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(NORMA AASHTO T-85, ASTM C127)

**TESIS:** DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.**UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SICUANI**SOLICITANTE:** CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO**DATOS DE MUESTRA**

**Concepto:** DISEÑO DE CONCRETO **Fecha:** Diciembre del 2021

**Material:** ARENA GRUESA **Muestra:** C-1

**Cantera:** RIO AYAVIRI **Lado:** - **ACOPIO**

**Localización:** - - **Hecho por:** J.C.E.

**AGREGADO FINO**

ENSAYO N°		1	2
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) ( gr )	grs.	300.0	
Peso Frasco + agua	grs.	696.2	
Peso Frasco + agua + A ( gr )	grs.	996.2	
Peso del Mat. + agua en el frasco ( gr )	grs.	878.1	
Vol de masa + vol de vacio = C-D ( gr )	cm <sup>3</sup>	118.1	
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) ( gr )	grs.	289.0	
Vol de masa = E - ( A - F ) ( gr )	cm <sup>3</sup>	107.1	

Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	grs/cm <sup>3</sup>	2.698	
Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	grs/cm <sup>3</sup>	2.540	
Pe bulk ( Base seca ) = F/E	grs/cm <sup>3</sup>	2.447	
% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	3.8%	

	OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:
<b>Peso Especifico</b>	2.540 kg/cm <sup>3</sup>	-	-
<b>% Capacidad de Absorción</b>	3.8 %	4 %	CUMPLE

**Observaciones:**

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. Juan D. Candamo Esquivel JEF. DE CONTROL DE CALIDAD	Nombre: Ing. Florencio Curo Tuto CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>			
	<b>PESO UNITARIO</b> NORMA: MTC E-203, ASTM C-29			
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.				
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO		PROVINCIA: CANCHIS		DISTRITO: SICUANI
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO				Fecha: Diciembre del 2021
<b>Material:</b> ARENA GRUESA				Muestra: C-1
<b>Cantera:</b> RIO AYAVIRI	Lado: -			ACOPIO
<b>Localización:</b> -				Hecho por: J.C.E.
<b>AGREGADO FINO</b>				
		<b>CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE</b>	<b>2</b>	
		PESO (grs.)	6,165.0	
		VOLUMEN (cm3)	2,130.0	
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>		
Muestra		M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente + muestra	grs.	9636.0	9659.0	9613.0
Peso del recipiente	grs.	6165.0	6,165.0	6,165.0
Peso de la muestra	grs.	3,471.0	3,494.0	3,448.0
Volumen del molde	grs.	2130.0	2130.0	2130.0
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	1.630	1.640	1.619
PROMEDIO	gr/cm3.	1.630		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>		
Muestra		M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente + muestra	grs.	9991.0	9976.0	10006.0
Peso del recipiente	grs.	6165.0	6165.0	6165.0
Peso de la muestra	grs.	3,826.0	3,811.0	3,841.0
Volumen del molde	grs.	2130.0	2130.0	2130.0
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	1.796	1.789	1.803
PROMEDIO	gr/cm3.	1.796		
<b>Observaciones:</b>				
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>		<b>SUPERVISOR</b>
Firma:  <small>ING. JUAN D. CARRERAS ESTRADA JEFE DE CONTROL DE CALIDAD</small>	Firma:  <small>Ing. Florencio Curo Tuta CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO</small>		Firma:	
Nombre:	Nombre:		Nombre:	
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021		Fecha:	



**GEOMET S.A.C.**  
INGENIEROS ASOCIADOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

EQUIVALENTE DE ARENA  
(NORMA AASHTO T-176)



**TESIS:** DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

**UBICACIÓN:** DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SICUANI

**SOLICITANTE:** CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

**DATOS DE MUESTRA**

<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO	<b>Fecha:</b>	Diciembre del 2021
<b>Material:</b>	ARENA GRUESA	<b>Muestra:</b>	C-1
<b>Cantera:</b>	RIO AYAVIRI	<b>Lado:</b>	-
<b>Localización:</b>	-	<b>Hecho por:</b>	J.C.E.

**AGREGADO FINO**

		IDENTIFICACION		
		1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm			
Hora de entrada a saturación		15:20	15:22	15:24
Hora de salida de saturación (mas 10")		15:30	15:32	15:34
Hora de entrada a decantación		15:32	15:34	15:36
Hora de salida de decantación (mas 20")		15:52	15:54	15:56
Altura máxima de material fino	mm	5.90	6.01	5.82
Altura máxima de la arena	mm	4.06	4.17	3.98
Equivalente de Arena	%	68.814	69.384	68.385
Promedio %		68.9		
EQUIVALENTE DE ARENA		70		

**Observaciones:**

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. Juan D. Campesino Estigarribia JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	Nombre: Ing. Florencio Curo Tuta CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																
	<b>ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO</b> (NORMA MTC E-209 AASHTO T-104, ASTM C88)																
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																	
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO		<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS															
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																	
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																	
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021															
<b>Material:</b> ARENA GRUESA		<b>Calicata:</b> C-1															
<b>Cantera:</b> RIO AYAVIRI		<b>Hecho por:</b> J.C.E.															
<b>Localización:</b> -																	
<b>AGREGADO FINO</b>																	
TAMAÑO		ESCALONADO ORIGINAL	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr)	PESO RET FINAL (gr)	PERDIDA		PERDIDA CORREGIDA								
Pasa	Retiene						PESO	%									
3/8"	N° 4	0.0	100	0		0.0											
N° 4	N° 8	17.3	100	1	100	98.6	1.4	1.4%	0.242								
N° 8	N° 16	14.0	100	2	100	96.4	3.6	3.6%	0.503								
N° 16	N° 30	22.5	100	3	100	92.2	7.8	7.8%	1.755								
N° 30	N° 50	12.1	100	4	100	93.6	6.4	6.4%	0.774								
N° 50	N° 100	12.6	100	5	100	91.5	8.5	8.5%	1.071								
<b>TOTAL</b>									<b>4.35%</b>								
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th></th> <th>OBTENIDO (%)</th> <th>ESPECIFICAD MAX:</th> <th>Observaciones:</th> </tr> <tr> <td>Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio</td> <td style="color: red;">4.35%</td> <td>15 %</td> <td>CUMPLE</td> </tr> </table>					OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:	Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio	4.35%	15 %	CUMPLE						
	OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:														
Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio	4.35%	15 %	CUMPLE														
<b>OBSERVACIONES</b>																	
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>				<b>REVISADO</b>		<b>SUPERVISOR</b>											
<b>Nombre:</b>				<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>											
<b>Firma:</b>				<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>											
 <small>Ing. Juan Carlos Enriquez JEFE DE CONTROL DE CALIDAD</small>				 <small>Ing. Florencio Coro Tuta CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO</small>													
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021				<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b>											

**ANEXO 05:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – PIEDRA TRITURADA, CANTERA  
QUIQUIJANA, SICUANI - CUSCO**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NORMA MTC E-107, ASTM D-422/AASHTO T-27, T-88, NTP 339.128)



TESIS: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SUCUANI, CUSCO, 2021.

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SUCUANI

SOLICITANTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

DATOS DE MUESTRA

Concepto: DISEÑO DE CONCRETO Fecha: Diciembre del 2021  
 Material: PIEDRA TRITURADA Muestra: C-2  
 Cantera: QUIQUIJANA Lado: - ACOPIO  
 Localización: - - Elevación: - Hecho por: J.C.E.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	Grava Concreto AG-1		Descripción
						MIN	MAX	
8"	203.200							
6"	152.400							
4"	101.600							
3"	76.200							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.700	34	0.4	0.4	99.6	90	100	
3/8"	9.520	5,127	54.3	54.6	45.4	40	70	
1/4"	6.350							
N° 4	4.750	4,180	44.2	98.9	1.1	0	15	
N° 8	2.360	500.0	0.7	99.6	0.4	0	5	
N° 10	2.000							
N° 16	1.190	320.0	0.4	100.0				
N° 20	0.850							
N° 30	0.600							
N° 40	0.420							
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150							
N° 200	0.074							
Pasante								

CARACTERÍSTICAS

Grava: \_\_\_\_\_ 98.9 %  
 Arena: \_\_\_\_\_ 1.1 %  
 Fino: \_\_\_\_\_ 0.0 %

PLASTICIDAD

Límite Líquido: \_\_\_\_\_ %  
 Límite Plástico: \_\_\_\_\_ NP %  
 Índice de Plasticidad: \_\_\_\_\_ NP %

PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO

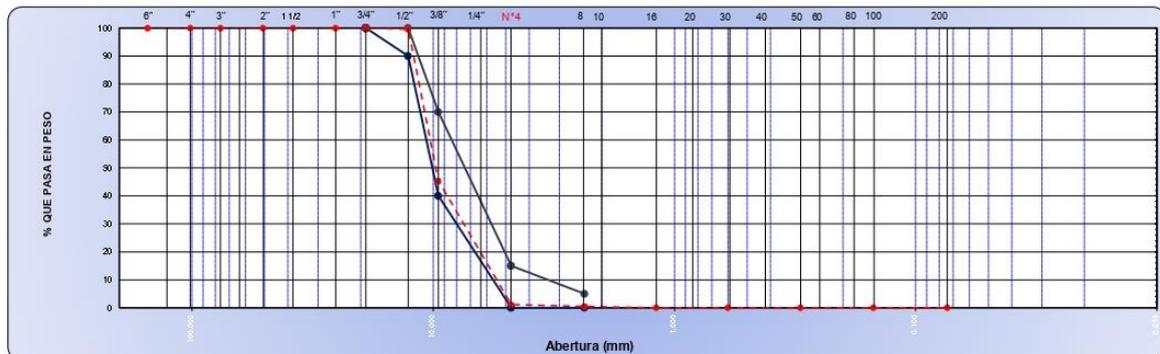
Peso de suelo seco total \_\_\_\_\_ 9,447.1 gr.  
 Muestra: suelo seco < N° 4 \_\_\_\_\_ 820.0 gr.

Tamaño Máximo \_\_\_\_\_ 3/4"  
 Tamaño Máximo Nominal \_\_\_\_\_ 1/2"

CLASIFICACIÓN

AASHTO: \_\_\_\_\_ A-2-4 (0)  
 SUCS: \_\_\_\_\_ GP  
 MODULO DE FINURA: \_\_\_\_\_ 6.53

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

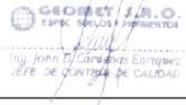
LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Nombre: _____ Firma: _____ Ing. John C. Sánchez Encinas JEFE DE UNIDAD DE CALIDAD	Nombre: _____ Firma: _____ Ing. Florencio Curo Tuto CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre: _____ Firma: _____
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: _____

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (NORMA: MTC 108, ASTM D-2216)																																						
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																							
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> CUSCO	<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS	<b>DISTRITO:</b> SICUANI																																				
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																							
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																							
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																				
<b>Material:</b>	PIEDRA TRITURADA		<b>Muestra:</b> C-2																																				
<b>Cantera:</b>	QUIQUJANA	<b>Lado:</b> -	ACOPIO																																				
<b>Localización:</b>	-	-	<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																				
<b>AGREGADO GRUESO</b>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>UND</th> <th>1</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td>T-3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Hum.</td> <td>grs.</td> <td>3,062.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td> <td>grs.</td> <td>3,009.9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>grs.</td> <td>52.7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>grs.</td> <td>500.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de S. Seco</td> <td>grs.</td> <td>2,509.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>%</td> <td>2.1%</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b></td> <td><b>%</b></td> <td></td> <td>2.1%</td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°	UND	1		Recipiente N°		T-3		Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	3,062.6		Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	3,009.9		Peso de agua	grs.	52.7		Peso de Recipiente	grs.	500.6		Peso de S. Seco	grs.	2,509.3		% de Humedad	%	2.1%		<b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>		2.1%
ENSAYO N°	UND	1																																					
Recipiente N°		T-3																																					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	3,062.6																																					
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	3,009.9																																					
Peso de agua	grs.	52.7																																					
Peso de Recipiente	grs.	500.6																																					
Peso de S. Seco	grs.	2,509.3																																					
% de Humedad	%	2.1%																																					
<b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>		2.1%																																				
<b>Observaciones:</b>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</th> <th>REVISADO</th> <th>SUPERVISOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <b>Firma:</b>   </td> <td> <b>Firma:</b>    <b>Ing. Florencio Curo Tito</b>            CIP. 121433            RESPONSABLE DE LABORATORIO         </td> <td> <b>Firma:</b> </td> </tr> <tr> <td><b>Nombre:</b></td> <td><b>Nombre:</b></td> <td><b>Nombre:</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fecha:</b> Diciembre del 2021</td> <td><b>Fecha:</b> Diciembre del 2021</td> <td><b>Fecha:</b></td> </tr> </tbody> </table>				LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR	<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b>  <b>Ing. Florencio Curo Tito</b> CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Firma:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>																								
LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR																																					
<b>Firma:</b> 	<b>Firma:</b>  <b>Ing. Florencio Curo Tito</b> CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Firma:</b>																																					
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>																																					
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>																																					

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																						
	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200) (NORMA ASTM C 117)																																						
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																							
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> CUSCO	<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS	<b>DISTRITO:</b> SICUANI																																				
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																							
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																							
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																				
<b>Material:</b>	PIEDRA TRITURADA		<b>Muestra:</b> C-2																																				
<b>Cantera:</b>	QUIQUIJANA	<b>Lado:</b> -	ACOPIO																																				
<b>Localización:</b>	-	-	<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																				
<b>AGREGADO GRUESO</b>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ENSAYO N°</th> <th style="width: 10%;">UND</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 50%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td>T-6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material seco</td> <td>grs.</td> <td>2666.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material lavado seco</td> <td>grs.</td> <td>2652.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la Tara</td> <td>grs.</td> <td>512.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material neto</td> <td>grs.</td> <td>2154.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material &lt; N° 200</td> <td>grs.</td> <td>14.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Material &lt; N° 200</td> <td>%</td> <td>0.7</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Promedio % Material &lt; N° 200</b></td> <td><b>%</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>0.7</b></td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°	UND	1		Recipiente N°		T-6		Peso del material seco	grs.	2666.8		Peso del material lavado seco	grs.	2652.2		Peso de la Tara	grs.	512.8		Peso del material neto	grs.	2154.0		Peso del material < N° 200	grs.	14.6		% Material < N° 200	%	0.7		<b>Promedio % Material &lt; N° 200</b>	<b>%</b>		<b>0.7</b>
ENSAYO N°	UND	1																																					
Recipiente N°		T-6																																					
Peso del material seco	grs.	2666.8																																					
Peso del material lavado seco	grs.	2652.2																																					
Peso de la Tara	grs.	512.8																																					
Peso del material neto	grs.	2154.0																																					
Peso del material < N° 200	grs.	14.6																																					
% Material < N° 200	%	0.7																																					
<b>Promedio % Material &lt; N° 200</b>	<b>%</b>		<b>0.7</b>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 20%;">OBTENIDO (%)</th> <th style="width: 20%;">ESPECIFICAD MAX:</th> <th style="width: 30%;">Observaciones:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.7 %</b></td> <td style="text-align: center;">1 %</td> <td>CUMPLE PARA CONCRETOS</td> </tr> </tbody> </table>					OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:	<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)</b>	<b>0.7 %</b>	1 %	CUMPLE PARA CONCRETOS																												
	OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:																																				
<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)</b>	<b>0.7 %</b>	1 %	CUMPLE PARA CONCRETOS																																				
<b>Observaciones:</b>																																							
<hr/> <hr/>																																							
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>																																				
<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>																																					
<b>Nombre:</b>	Ing. Florencio Curo Tuto CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Nombre:</b>																																					
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>																																					



	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>												
	<b>PESO UNITARIO</b> ( ASTM C - 29 )												
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.													
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO      PROVINCIA: CANCHIS      DISTRITO: SICUANI													
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO													
<b>DATOS DE MUESTRA</b>													
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021											
<b>Material:</b> PIEDRA TRITURADA		<b>Muestra:</b> C-2											
<b>Cantera:</b> QUIQUIJANA      Lado: -		<b>ACOPIO</b>											
<b>Localización:</b> -      -		<b>Hecho por:</b> J.C.E.											
<b>AGREGADO GRUESO</b>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO (grs.)</td> <td></td> <td>3,503.0</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN (cm3)</td> <td></td> <td>6,922.0</td> </tr> </tbody> </table>					CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE		1	PESO (grs.)		3,503.0	VOLUMEN (cm3)		6,922.0
CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE		1											
PESO (grs.)		3,503.0											
VOLUMEN (cm3)		6,922.0											
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>													
ENSAYO N°	UND	1											
Muestra		M-1	M-2	M-3									
Peso del recipiente + muestra	grs.	13106.0	13129.0	13083.0									
Peso del recipiente	grs.	3503.0	3503.0	3503.0									
Peso de la muestra	grs.	9,603.0	9,626.0	9,580.0									
Volumen del molde	grs.	6922.0	6922.0	6922.0									
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	1.387	1.391	1.384									
PROMEDIO	gr/cm3.	1.387											
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>													
ENSAYO N°	UND	1											
Muestra		M-1	M-2	M-3									
Peso del recipiente + muestra	grs.	14104.0	14089.0	14119.0									
Peso del recipiente	grs.	3503.0	3503.0	3503.0									
Peso de la muestra	grs.	10,601.0	10,586.0	10,616.0									
Volumen del molde	grs.	6922.0	6922.0	6922.0									
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	1.531	1.529	1.534									
PROMEDIO	gr/cm3.	1.531											
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>										
<b>Firma:</b>  <small>JHONI J. CÁRDENAS ESTRADA JEFE DE CONTROL DE CALIDAD</small>	<b>Firma:</b>  <small>Ing. Florencio Caro Tuto CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO</small>	<b>Firma:</b>											
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>											
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>											

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																																																						
	<b>ABRASIÓN "LOS ÁNGELES"</b> (NORMA MTC E-207, ASTM C131, MTC E207, AASHTO T96)																																																																						
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																																																							
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> CUSCO	<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS	<b>DISTRITO:</b> SICUANI																																																																				
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																																																							
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																																																							
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																																																				
<b>Material:</b>	PIEDRA TRITURADA		<b>Muestra:</b> C-2																																																																				
<b>Cantera:</b>	QUIQUJANA	<b>Lado:</b> -	ACOPIO																																																																				
<b>Localización:</b>	-	-	<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																																																				
<b>AGREGADO GRUESO</b>																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ESPECIFICACIÓN</th> <th>ENSAYO 1</th> <th>ENSAYO 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>GRADACIÓN</b></td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">C</td> </tr> <tr> <td><b>N° DE ESFERAS</b></td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td><b>PESO DE ESFERAS</b></td> <td style="text-align: center;">5000±25</td> <td style="text-align: center;">5000±25</td> <td style="text-align: center;">5000±25</td> </tr> <tr> <td><b>TAMIZ (N°)</b></td> <td style="text-align: center;">PESO RETENIDO (gr)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1 1/2" - 1"</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1" - 3/4"</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/4" - 1/2"</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/2" - 3/8"</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3/8" - 1/4"</td> <td style="text-align: center;">2,500.0</td> <td style="text-align: center;">2,500.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1/4" - Nro 4</td> <td style="text-align: center;">2,500.0</td> <td style="text-align: center;">2,500.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nro 4 - Nro 8</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>PESO TOTAL</b></td> <td style="text-align: center;">5000±10</td> <td style="text-align: center;">5,000.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,533.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ N° 12</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1,467.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;">29%</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO</b></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">29%</td> </tr> </tbody> </table>					ESPECIFICACIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2	<b>GRADACIÓN</b>	C	C	C	<b>N° DE ESFERAS</b>	8	8	8	<b>PESO DE ESFERAS</b>	5000±25	5000±25	5000±25	<b>TAMIZ (N°)</b>	PESO RETENIDO (gr)			1 1/2" - 1"	-			1" - 3/4"	-			3/4" - 1/2"	-			1/2" - 3/8"	-			3/8" - 1/4"	2,500.0	2,500.0		1/4" - Nro 4	2,500.0	2,500.0		Nro 4 - Nro 8	-			<b>PESO TOTAL</b>	5000±10	5,000.0		MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12		3,533.0		MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ N° 12		1,467.0		<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>		29%		<b>PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO</b>		29%	
	ESPECIFICACIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2																																																																				
<b>GRADACIÓN</b>	C	C	C																																																																				
<b>N° DE ESFERAS</b>	8	8	8																																																																				
<b>PESO DE ESFERAS</b>	5000±25	5000±25	5000±25																																																																				
<b>TAMIZ (N°)</b>	PESO RETENIDO (gr)																																																																						
1 1/2" - 1"	-																																																																						
1" - 3/4"	-																																																																						
3/4" - 1/2"	-																																																																						
1/2" - 3/8"	-																																																																						
3/8" - 1/4"	2,500.0	2,500.0																																																																					
1/4" - Nro 4	2,500.0	2,500.0																																																																					
Nro 4 - Nro 8	-																																																																						
<b>PESO TOTAL</b>	5000±10	5,000.0																																																																					
MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12		3,533.0																																																																					
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ N° 12		1,467.0																																																																					
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE</b>		29%																																																																					
<b>PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO</b>		29%																																																																					
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>																																																																				
<b>Firma:</b>	 Ing. John D. Cárdenas Estigarribia JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	 Ing. Florencio Curo Tuta CIP. 121433 RESPONSABLE DEL LABORATORIO	<b>Firma:</b>																																																																				
<b>Nombre:</b>																																																																							
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																																																					

**ANEXO 06:**

**ENSAYO DE LABORATORIO –DISEÑO DE CONCRETO  $f_c=140\text{kg/cm}^2$ ,  
PIEDRA TRITURADA, CANTERA QUIQUIJANA, SICUANI - CUSCO**

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	140 kg/cm <sup>2</sup>
METODO:	
DEVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	1
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DEVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	210 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		
Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

## CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	QUIQUIJANA	2586	6.53	2.10	1.19	1387	1531

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

## CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1

Relacion A/C (T-1)	0.67
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	324
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	7.6
Contenido de aire (%)	2.5

## Características de los agregados

Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.659
Vol de agregado	0.643 m <sup>3</sup>

## Dosificación aditivos

NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g
		1.000			
		1.000			
		1.000			
		kg/m <sup>3</sup>			

## Diseño de mezcla calculado

MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	324	0.116	324	323.8	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	257	193.0	0.60	25.3 lts
Arena gruesa	2540	817	0.322	833	863.7	2.67	113.4 Kg
Piedra Triturada	2586	832	0.322	848	849.2	2.62	111.5 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
<b>TOTAL</b>			1.000	2263	2230		292.65

## RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)

## Características de la mezcla

MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)		Diseño - f'c	140 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	7.6 bolsas		Slump diseño	3"- 4"
Agua	25.3 lts	25.3 lts	193.0 lts		Reladon AF:AG	50 : 50
Arena gruesa	2.2 Pie3	2.9 baldes	0.5 m <sup>3</sup>		Relacion A/C	0.67
Piedra Triturada	2.6 Pie3	3.3 baldes	0.6 m <sup>3</sup>		Contenido de aire en obra	2.5%
					Observaciones:	

## LABORATORIO GEOMET S.A.C.

## REVISADO

## SUPERVISOR

 Firma:   
 Nombre: Ing. John D. Candiano Espinoza  
 Fecha: Diciembre del 2021

 Firma:   
 Nombre: Ing. Florencio Curio Tute  
 Fecha: Diciembre del 2021  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

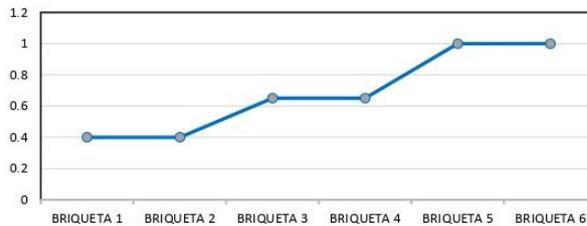
 Firma: \_\_\_\_\_  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	
SLUMP	4"
R A/C	0.67
Relacion AF:AG	50 : 50

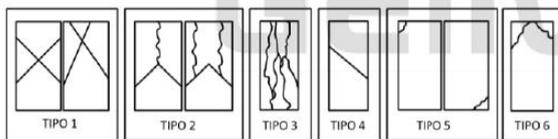
Diseño f'c Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 0.67	15-Dic-21	22-Dic-21	7	176.71	173.00	99.8	
r a/c = 0.67	15-Dic-21	22-Dic-21	7	176.71			
r a/c = 0.67	15-Dic-21	29-Dic-21	14	176.71	208.96	120.6	
r a/c = 0.67	15-Dic-21	29-Dic-21	14	176.71			
r a/c = 0.67	15-Dic-21	12-Ene-22	28	176.71	278.36	160.6	
r a/c = 0.67	15-Dic-21	12-Ene-22	28	176.71			



MOLDES	% f'c Especif.	Condición: Xi > f'c Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2			
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4			
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6			



PORCENTAJES DE DUREZA REFERENCIAL	
EDAD	RESISTENCIA
1 días	16.0%
3 días	40.0%
7 días	65.0%
14 días	90.0%
28 días	100.0%
35 días	103.0%
42 días	105.0%
49 días	107.0%
56 días	109.0%



ASTM APLICABLES.

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

OBSERVACIONES

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controlo la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: JEFE DE OFICINA DE CALIDAD	Nombre: Ing. Florencio Curo Pata CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 07:**

**ENSAYO DE LABORATORIO –DISEÑO DE CONCRETO  $f_c=175\text{kg/cm}^2$ ,  
PIEDRA TRITURADA, CANTERA QUIQUIJANA, SICUANI - CUSCO**



PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SUCUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	175 kg/cm <sup>2</sup>
METODO:	
DEVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	1
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DEVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	245 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		
Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	QUIQUJANA	2586	6.53	2.10	1.19	1387	1531

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1	
Relacion A/C (T-1)	0.59
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	365
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	8.6
Contenido de aire (%)	2.5

Características de los agregados	
Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.659
Vol de agregado	0.629 m <sup>3</sup>

**Dosificación aditivos**

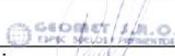
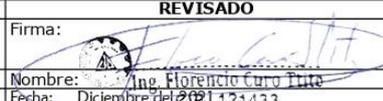
NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g
		1.000			
		1.000			
		1.000			
		kg/m <sup>3</sup>			

**Diseño de mezcla calculado**

MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	365	0.130	365	365	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	256	193.5	0.53	22.5 lts
Arena gruesa	2540	798	0.314	814	844.0	2.31	98.3 Kg
Piedra Triturada	2586	813	0.314	829	829.8	2.27	96.6 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
<b>TOTAL</b>			1.000	2264	2232		259.92

**RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)**

MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)		Características de la mezcla	
			Diseño - f'c		175 kg/cm <sup>2</sup>	
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	8.6 bolsas	Slump diseño	3"- 4"	
Agua	22.5 lts	22.5 lts	193.5 lts	Relacion AF:AG	50 : 50	
Arena gruesa	1.9 Pie3	2.5 baldes	0.5 m <sup>3</sup>	Relacion A/C	0.59	
Piedra Triturada	2.2 Pie3	2.9 baldes	0.5 m <sup>3</sup>	Contenido de aire en obra	2.5%	
				Observaciones:		

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma: 	Firma: 	Firma:
Nombre: 	Nombre: Ing. Florencio Curo Tito	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

RESPONSABLE DE LABORATORIO

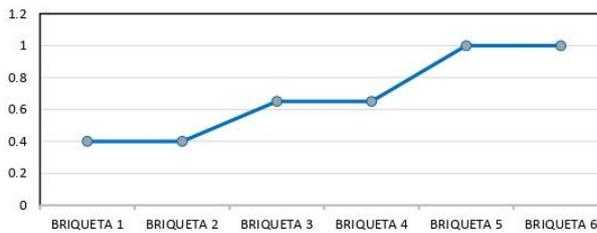


PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	F <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup>
SLUMP	3"- 4"
R A/C	0.59
Relacion AF:AG	50 : 50

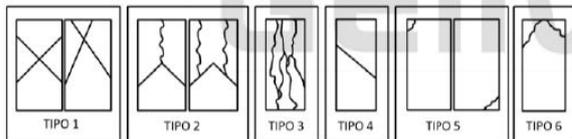
Diseño f <sub>c</sub> Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 0.59	15-Dic-21	22-Dic-21	7	176.71	207.47	119.7	
r a/c = 0.59	15-Dic-21	22-Dic-21	7	176.71	214.21	123.6	
r a/c = 0.59	15-Dic-21	29-Dic-21	14	176.71	284.00	163.9	
r a/c = 0.59	15-Dic-21	29-Dic-21	14	176.71	279.65	161.4	
r a/c = 0.59	15-Dic-21	12-Ene-22	28	176.71	296.35	171.0	
r a/c = 0.59	15-Dic-21	12-Ene-22	28	176.71	300.24	173.2	



MOLDES	% f <sub>c</sub> Especif.	Condicion: Xi > f <sub>c</sub> Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2	65.0%		
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4	90.0%		
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6	100.0%		



EDAD	RESISTENCIA
1 dias	16.0%
3 dias	40.0%
7 dias	65.0%
14 dias	90.0%
28 dias	100.0%
35 dias	103.0%
42 dias	105.0%
49 dias	107.0%
56 dias	109.0%



ASTM APLICABLES.

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

OBSERVACIONES

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controló la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre: Ing. Florencio Curo Tuto CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 08:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – DISEÑO DE CONCRETO  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ ,  
PIEDRA TRITURADA, CANTERA QUIQUIJANA, SICUANI - CUSCO**

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>
METODO:	
DEVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	1
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DEVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	<b>294 kg/cm<sup>2</sup></b>

**CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**

Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	QUIQUIJANA	2586	6.53	2.10	1.19	1387	1531

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

**CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1**

Relacion A/C (T-1)	0.53
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	406
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	9.6
Contenido de aire (%)	2.5

**Características de los agregados**

Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.659
Vol de agregado	0.614 m <sup>3</sup>

**Dosificación aditivos**

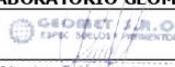
NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g
		1.000			
		1.000			
		1.000			
		kg/m <sup>3</sup>			

**Diseño de mezcla calculado**

MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	406	0.145	406	406	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	255	194.0	0.48	20.3 lts
Arena gruesa	2540	780	0.307	795	824.3	2.03	86.3 Kg
Piedra Triturada	2586	794	0.307	810	810.4	2.00	84.8 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
<b>TOTAL</b>			1.000	2266	2235		233.93

**RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)**

MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)		Características de la mezcla	
					Diseño - f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	9.6 bolsas		Slump diseño	3"- 4"
Agua	20.3 lts	20.3 lts	194.0 lts		Relación AF:AG	50 : 50
Arena gruesa	1.7 Pie3	2.2 baldes	0.5 m <sup>3</sup>		Relacion A/C	0.53
Piedra Triturada	2.0 Pie3	2.5 baldes	0.5 m <sup>3</sup>		Contenido de aire en obra	2.5%
					Observaciones:	

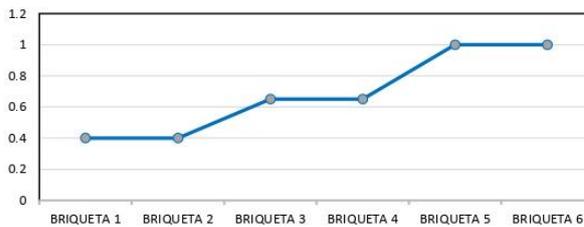
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>	<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>
Firma: 	Firma: 	Firma:
Nombre: Juan P. Arce	Nombre: Ing. Florencio Curo Tute	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	
SLUMP	3"- 4"
R A/C	0.53
Relacion AF:AG	50 : 50

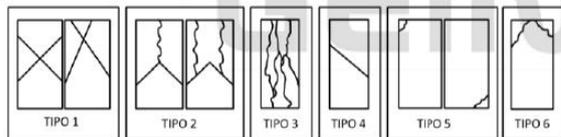
Diseño f'c Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 0.53	15-Dic-21	22-Dic-21	7	176.71	310.00	178.9	
r a/c = 0.53	15-Dic-21	22-Dic-21	7	176.71	293.65	169.4	
r a/c = 0.53	15-Dic-21	29-Dic-21	14	176.71	342.25	197.5	
r a/c = 0.53	15-Dic-21	29-Dic-21	14	176.71	336.39	194.1	
r a/c = 0.53	15-Dic-21	12-Ene-22	28	176.71	395.36	228.1	
r a/c = 0.53	15-Dic-21	12-Ene-22	28	176.71	392.25	226.3	



MOLDES	% f'c Especif.	Condicion: Xi > f'c Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2	65.0%		
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4	90.0%		
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6	100.0%		



PORCENTAJES DE DUREZA REFERENCIAL	
EDAD	RESISTENCIA
1 días	16.0%
3 días	40.0%
7 días	65.0%
14 días	90.0%
28 días	100.0%
35 días	103.0%
42 días	105.0%
49 días	107.0%
56 días	109.0%



**ASTM APLICABLES.**

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

**OBSERVACIONES**

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controlo la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. John C. Landolt Esquivel	Nombre: Ing. Florencio Curo Tuto RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 09:**

**FICHAS TÉCNICAS**

**PIEDRA TRITURADA, CANTERA QUIQUIJANA, SICUANI - CUSCO**



# IP CEMENTO MULTI-PROPÓSITO Alta Durabilidad

## DESCRIPCIÓN

**EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP** es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

*Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.*

## DURABILIDAD

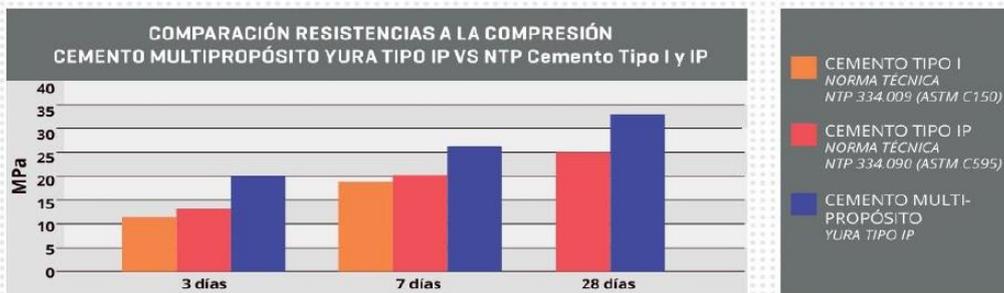
"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO <sub>3</sub> (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx			



**COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS**



**OTRAS PROPIEDADES**

**1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

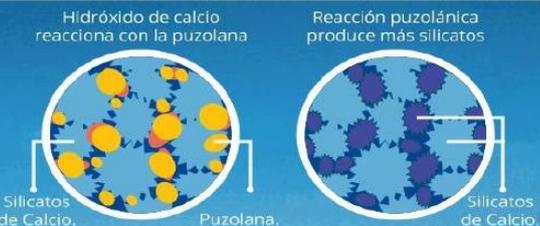
Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

**CON CEMENTO TIPO I**

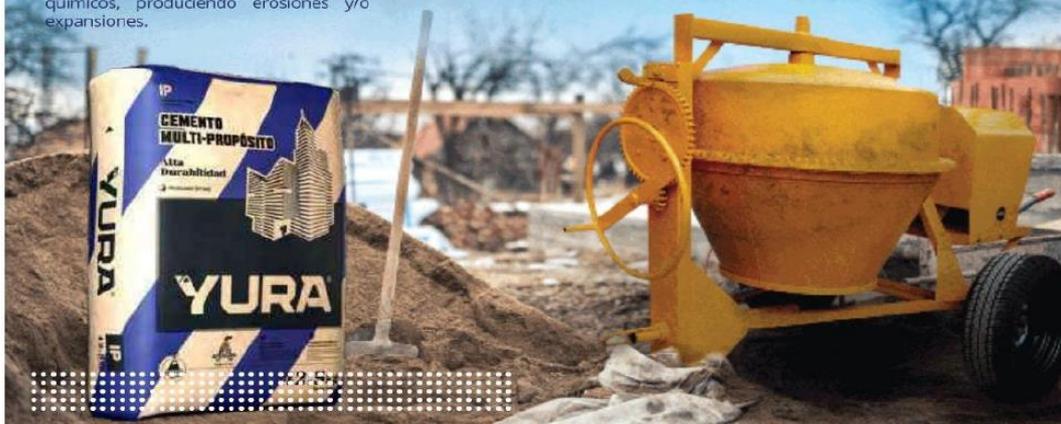


El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

**CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP**



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



**2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS**

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



**3 MAYOR IMPERMEABILIDAD**

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

**4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO**

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.



**5 RECOMENDACIONES DE USO**

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

**RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD**

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

**BENEFICIOS AMBIENTALES**

- Menor emisión de gases de efecto invernadero durante su fabricación
- Cemento fabricado con menor emisión de CO<sub>2</sub>.



**Botas Impermeables**



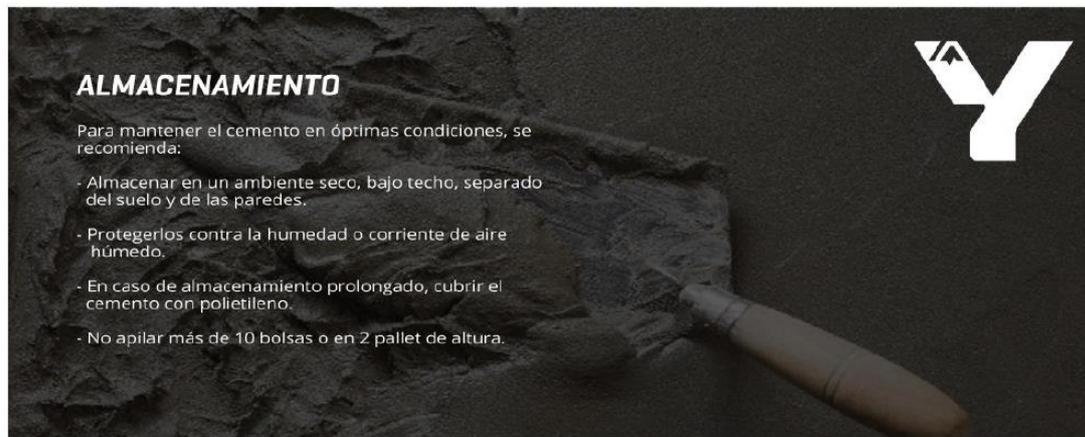
**Protección Respiratoria**



**Guantes Impermeables**



**Protección Ocular**



## ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

## PRESENTACIONES DISPONIBLES

<b>Bolsas 25 Kg</b>	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
<b>Bolsas 42.5 Kg</b>	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
<b>Big Bag 1.0 TM</b>	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
<b>Big Bag 1.5 TM</b>	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
<b>Granel</b>	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

## NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Pozolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 Of.68	Cemento Pozolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Pozolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Pozolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolánico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO UG

## DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

**YURA**



*Cuidemos juntos el medio ambiente.*  
**Big Bag:** Se sugiere desechar como basura común.  
**Bolsas:** Se sugiere reciclar el envase.

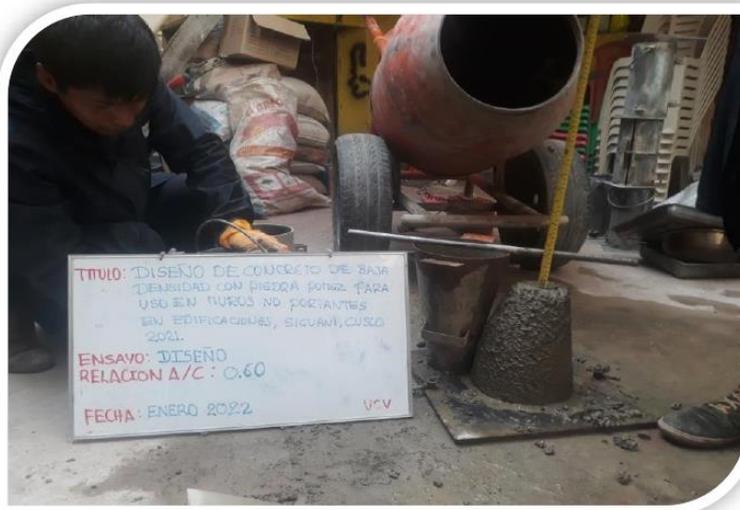


**ANEXO 10:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – PIEDRA TRITURADA PIEDRA POMEZ,  
CANTERA RAQCHI, SICUANI - CUSCO**



# INFORME TÉCNICO



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

DISEÑO 1 R a/c = 0.67

DISEÑO 2 R a/c = 0.59

DISEÑO 3 R a/c = 0.53

### TESIS :

DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CANtera ARENA: RIO AYAVIRI - CANtera PIEDRA:RAQCHI

### UBICACIÓN :

DISTRITO: SICUANI  
PROVINCIA: CANCHIS  
DEPARTAMENTO: CUSCO

SOLICITA: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Diciembre de 2021

Office: Urb. Ministerio De Agricultura, Calle Los Ceticios Mz C-09 SICUANI - CUSCO  
Fono: 084-213524 CEL. RPC 943888822 - 985242438 - 984996800  
Geometsac@gmail.com

  
Ing. Florencio Curo Tuto  
CIP: 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

CONTENIDO

- 1 GENERALIDADES
2. PROCEDIMIENTO
3. ANTECEDENTES
- 3.1 MATERIALES
- 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
5. CRITERIOS DE DISEÑO
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**ANEXOS**

**ANEXO I**

**CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

PROTOCOLOS DE CALIDAD ARENA GRUESA

PROTOCOLOS DE CALIDAD PIEDRA TRITURADA

**ANEXO II**

DISEÑO DE CONCRETO DISEÑO 1 R a/c = 0.67

DISEÑO DE CONCRETO DISEÑO 2 R a/c = 0.59

DISEÑO DE CONCRETO DISEÑO 3 R a/c = 0.53

**ANEXO III**

FICHAS TECNICAS

**ANEXO IV**

PANEL FOTOGRAFICO

  
Ing. Florencio Curo Tute  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO



Siendo un clima típico de la sierra, seco con gran variación de la temperatura, la cual condiciona el comportamiento del concreto.

### 3.1 MATERIALES

Los materiales a usarse:

#### 3.1 CEMENTO

<b>Marca del cemento</b>	YURA
<b>Cemento</b>	Portland puzolamico
<b>Tipo:</b>	1P
<b>Descripción</b>	Combinación del cemento, (ceniza volcánica) y Cumple con Norma ASTM C-595

#### 3.2 AGUA

<b>Agua</b>	POTABLE
<b>Descripción</b>	El agua para la mezcla de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceites, ácidos, álcalis y materia orgánica.

#### 3.3 AGREGADO FINO

<b>Material</b>	ARENA GRUESA
<b>Cantera</b>	RIO AYAVIRI
<b>Descripción</b>	La cual ha sido zarandeada y lavada, establecido por la Norma ASTM C-33.

#### 3.4 AGREGADO GRUESO

<b>Material</b>	PIEDRA POMEZ
<b>Cantera</b>	RAQCHI
<b>Descripción</b>	Material de Procesado, triturado y zarandeado.

### 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Los agregados deberán cumplir con los siguientes requisitos:

ENSAYOS	NORMA ENSAYO	LÍMITES DE ACEPTACIÓN	
		Agregado fino	Agregado grueso
Terrones de arcilla y partículas deleznable	MTC E 212	1.00 % máx.	0.25 % max.
Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	-	0.5% max.
Cantidad de partículas Livianas	MTC E 211	0.50% máx.	1-0 % max.
Contenido de sulfatos		0.06 % max.	0.06 % max.
Contenido de cloruros		0.10 % max	0.10 % max
Reactividad		No presentar	No presentar
Durabilidad (sulfato de magnesio)	MTC E 209	Max 15%	Max 18%
Abrasión	MTC E 207		40% máx.
Granulometría	MTC E 107	Tamaño máx. 1/4"	AG-1 ; HUSO 7
Forma (chatas y alargadas) $f'c < 210 / f'c > 210$	MTC E 221	-	Max 15%/100%
Material que pasa el tamiz de 75 um (Nº200)	MTC E 202	3.00 %máx.	1.00 %máx.
Módulo de finura		2.3 - 3.1	
Equivalente de arena $f'c < 210 / f'c > 210$	MTC E 114	65% min/ 75%	
Gravedad específica y absorción	MTC E 206	-	
Peso unitario suelto y varillado	MTC E 203	-	
Equivalente de arena $f'c < 210 / f'c > 210$	MTC E 114	65% min/ 75%	

#### 4.1 GRANULOMETRÍA

Es recomendable que la granulometría, se encuentre dentro de los límites:

  
 Ing. Florencio Curo Tuto  
 CIP: 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

#### 4.1.1 AGREGADO FINO

Malla		HUSO	
		Min	Max
3/8	4.76	100	100
Nº 4	2.36	95	100
Nº 8	1.18	80	100
Nº 16	0.6	50	85
Nº 30	0.3	25	60
Nº 50	0.15	5	30
Nº 100	0.075	0	10

#### 4.1.2 AGREGADO GRUESO

Malla	HUSO 9	HUSO 89	HUSO 8	HUSO 7	HUSO 67	HUSO 6	HUSO 57	HUSO 56
	Min - Max							
1 1/2"	-	-	-	-	-	-	100-100	100-100
1"	-	-	-	-	100-100	100-100	95-100	105
3/4"	-	-	-	100 - 100	90-100	90-100	-	-
1/2"	-	100 - 100	100 - 100	90-100	-	20-55	25-60	95
3/8"	100 -100	90 - 100	85 - 100	40-70	20-55	0-15	-	-
Nº 4	85 -100	25 - 55	10-30	0-15	0-10	0-5	0-10	20
Nº 8	10-40	5-30	0 - 10	0-5	0-5	-	0-5	10
Nº 16	0 - 10	0 - 10	0 - 5	-	-	-	-	-
Nº 50	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-	-	-

## 5. CRITERIOS DE DISEÑO

### 5.1 FACTOR DE LAS RESISTENCIA PROMEDIO

Se ha realizado el diseño de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto y a las Especificaciones Técnicas - MTC para determinar el  $f'_{cr}$ .

RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION	RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESION
< 20.6 Mpa (210 Kg./cm <sup>2</sup> )	$f'_{c} + 6.8$ Mpa (70 Kg./cm <sup>2</sup> )
20.6 - 34.3 Mpa (210 - 350 Kg./cm <sup>2</sup> )	$f'_{c} + 8.3$ Mpa (85 Kg./cm <sup>2</sup> )
> 34.3 Mpa (350 Kg./cm <sup>2</sup> )	$f'_{c} + 9.8$ Mpa (100 Kg./cm <sup>2</sup> )

### 5.2 SELECCIÓN DE TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO.

La Norma N.T.P. 400.037 define:

- Tamaño máximo: Es el corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.
- Tamaño máximo nominal: Es el corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Se considera que el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que, en todos los lugares de ellos, especialmente esquinas y ángulos, espacio entre barras, ductos y elementos embebidos, secciones altamente reforzadas y paredes de encofrado no deberán quedar espacios vacíos ni cangrejeras.

El tamaño máximo de la piedra no será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre costados del encofrado
- 1/3 del espesor de la losa.
- ¼ de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

  
 Ing. Florencia Curo Tuto  
 CIP: 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

### 5.3 SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

La relación de agua y cemento de diseño, valor seleccionado de las tablas:

$f'_{cr}$ (28 días)	ESTIMACION DE LA RELACION AGUA Y CEMENTO EN PESO PARA AGREGADO GRUESO T.M.N. 1 1/2)	RELACION AGUA Y CEMENTO POR RESISTENCIA
140	0.8	
150		0.8
175	0.71	
200		0.7
210	0.64	
245	0.58	
250		0.62
280	0.53	
300		0.55
315	0.49	
350	0.45	0.48

- La resistencia producida por una relación agua/cemento dada deberá incrementarse conforme el tamaño máximo nominal disminuya.

### 5.4 TIPO DE ARENA

La arena se clasifica de acuerdo a la % de pasante de la malla Nro. 16

% QUE PASA MALLA Nro. 16	Tipo de arena
25 – 64	I
47 – 86	II
67 – 100	III
Más de 89	IV

La arena evaluada, perteneciente a la cantera RIO AYAVIRI se clasifica como Arenas del tipo: Tipo II por tener el 64.5% en la malla N° 16

La Proporción del agregado fino usando el tamaño máximo del agregado grueso y el tipo de arena usando el cuadro siguiente:

TM del agregado grueso	Tipo de arena			
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
1/2"	60	50	40	35
3/4"	50	40	36	25
1"	47	37	32	24
1 1/2"	45	35	26	23

\* TM DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA RAQCHI=

3/4"

\* CLASIFICACION DE ARENA DE CANTERA RIO AYAVIRI =

Tipo II

### 5.5 SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Se refiere a la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está en estado seco.

La cantidad de agua será corregida por en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad de los agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado	TMN	1/2"
Cantidad de agua en L/m <sup>3</sup> , Sin Aire Incorporado		
Asentamiento	1/2"	3/4"
1" – 2"	199	190
3" – 4"	216	205
6" – 7"	228	216

  
 Ing. Florencio Curo Pita  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

5.6 SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Las burbujas de aire, están presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, se le conoce como aire atrapado o aire natural.

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%

- \* TMN DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA RAQCHI=
- \* AIRE ATRAPADO SEGÚN TMN

1/2"
2.5%

5.7 PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/b0)

TMN/ M. FINEZA	2.4	2.6	2.8	3
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7

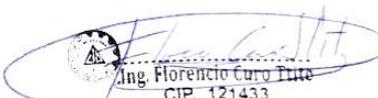
- \* TMN DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA RAQCHI=
- \* MODULO DE FINEZA DEL FINO

1/2"
2.79

INTERPOLANDO:

2.40	0.59
2.60	0.57
2.79	X

X = 0.551

  
 Ing. Florencio Curo Tiza  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la obra

A solicitud de la CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO, se realizó el diseño de concreto, el cual ha sido diseñado en el laboratorio, en mezcladora prototipo preparada para desarrollar diseños de prueba con los controles correspondientes y las roturas de testigos correspondientes.

Del Concreto Solicitado

DISEÑO 1 R a/c = 0.67
DISEÑO 2 R a/c = 0.59
DISEÑO 3 R a/c = 0.53

De los materiales usados en el diseño

CEMENTO	YURA	Portland puzolamico
AGUA	POTABLE	-
ARENA GRUESA	RIO AYAVIRI	T.MAX. = 3/8"
PIEDRA POMEZ	RAQCHI	T.MAX. = 3/4"

De los ensayos

Los resultados de los ensayos realizados a los agregados serán comparados con las especificaciones técnicas dadas en pavimento de concreto hidráulico SECCIÓN 438 "CONDICIONES ESPECÍFICAS Y TOLERANCIAS PARA LA ACEPTACIÓN"

**MATERIAL:** ARENA GRUESA

**CANTERA:** RIO AYAVIRI

ENSAYOS	NORMA DE ENSAYO			LÍMITES DE ACEPTACION	RESULTADOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
	MTC	NTP	ASTM			
<b>GRANULOMETRÍA</b>						
Granulometría	E-107	339.128	D422	SEGUN NORMA	SEGUN NORMA	<b>CUMPLE</b>
<b>LIMPIEZA</b>						
Material que pasa el tamiz N°200	E-202	400.002	C117	5.0 % Max.	2.3 %	<b>CUMPLE</b>
<b>ABSORCION</b>						
Absorción de agua	E 205	400.022	C128	4.0 % Max.	3.8 %	<b>CUMPLE</b>
<b>PROPIEDADES FISICAS</b>						
Modulo de finura	-	-	-	Entre 2.3-3.0	2.8	<b>CUMPLE</b>
Humedad Natural	-	-	-	-	5.7 %	
Peso específico	E 205	400.022	C128	-	2.540 gr/cm3	
Peso unitario suelto	E 203	-	C-29	-	1.630 gr/cm3	
Peso unitario compactado	E 203	-	C-29	-	1.796 gr/cm3	

**MATERIAL:** PIEDRA POMEZ

**CANTERA:** RAQCHI

ENSAYOS	NORMA DE ENSAYO			LÍMITES DE ACEPTACION	RESULTADOS OBTENIDOS	EVALUACIÓN
	MTC	NTP	ASTM			
<b>GRANULOMETRÍA</b>						
Granulometría	E-107	339.128	D422	Grava Concreto	Grava Concreto	<b>CUMPLE</b>
<b>LIMPIEZA</b>						
Material que pasa el tamiz N°200	E-202	400.002	C117	1.0 % Max.	0.9 %	<b>CUMPLE</b>
<b>ABSORCION</b>						
Absorción de agua	E 205	400.022	C128	1.0 % Max.	24.55 %	<b>NO CUMPLE</b>

PROPIEDADES FISICAS						
Modulo de finura	-	-	-	-	6.6 %	
Humedad Natural	-	-	-	-	11.60 %	
Peso específico	E 205	400.022	C128	-	1.442 gr/cm3	
Peso unitario suelto	E 203	-	C-29	-	0.538 gr/cm3	
Peso unitario compactado	E 203	-	C-29	-	0.621 gr/cm3	

**□ De la gradación**

- El agregado: ARENA GRUESA de cantera RIO AYAVIRI , CUMPLE con la gradación recomendada, la parte retenida en la malla N°4, se evaluará como aportaciones al agregado grueso.
- El agregado: PIEDRA POMEZ de cantera RAQCHI, CUMPLE con la gradación recomendada el tamaño máximo es de 3/4"
- Usar la graduación recomendada en función de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores y al recubrimiento.

**□ De la limpieza**

- El agregado: ARENA GRUESA CUMPLE con la especificación técnica en el ensayo de malla M200.
- El agregado: PIEDRA POMEZ CUMPLE con especificación técnica en el ensayo de malla N° 200.
- Los materiales que no cumplan con el ensayo de malla 200, Se recomienda el lavado del material o venteado para disminuir los finos.
- Usar un material contaminado, disminuye considerablemente la resistencia del concreto.

**□ De los diseños**

- Se ejecutaron los diseños tomando como partida las recomendaciones del ACI-comité 211, los cuales fueron ajustados en relación a la trabajabilidad y otras consideraciones.
- El  $f'c$ , o factor de seguridad para el diseño, se basa en las recomendaciones del ACI, tomado para este diseño el valor de: 70 kg/cm<sup>2</sup> para concretos menores a 210 kg/cm<sup>2</sup>. Y 84 kg/cm<sup>2</sup> para concretos mayores de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Las cantidades de agregados fueron tomadas de las tablas del ACI, tratando de satisfacer la trabajabilidad.
- El asentamiento: 3" - 4", fue adaptado para estructuras, según el tipo de uso y evitar retracciones

**□ De la dosificaciones**

- La dosificación para las resistencia requeridas son las siguientes:

R a/c =	0.67	Relacion AF:AG	50 : 50	slummp	3"- 4"	bolsa por m3	7.62
---------	------	----------------	---------	--------	--------	--------------	------

MATERIAL	PROCEDENCIA	1 Bolsa de cemento	1 Bolsa Cemento (Vol.)	Para 1 m3
		(en Vol.)	balde de 18 litros	(en Vol.)
Cemento	YURA	1.0 bolsa	1.0 bolsa	7.6 bolsa
Agua	POTABLE	34.2 lts	34.2 lts	260.6 lts
PIEDRA TRITURADA	QUIQUIJANA	2.2 Pie3	2.9 baldes	17.0 Pie3

R a/c =	0.59	Relacion AF:AG	50 : 50	slummp	3"- 4"	bolsa por m3	8.59
---------	------	----------------	---------	--------	--------	--------------	------

  
 Ing. Florencio Curo Tuto  
 CIP: 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

MATERIAL	PROCEDENCIA	1 Bolsa de cemento	1 Bolsa Cemento (Vol.)	Para 1 m3
		(en Vol.)	balde de 18 litros	(en Vol.)
Cemento	YURA	1.0 bolsa	1.0 bolsa	8.6 bolsa
Agua	POTABLE	30.2 lts	30.2 lts	259.6 lts
ARENA GRUESA	RIO AYAVIRI	1.9 Pie3	2.5 baldes	16.6 Pie3
PIEDRA POMEZ	RAQCHI	3.3 Pie3	4.4 baldes	28.7 Pie3

R a/c =	0.53	Relacion AF:AG	50 : 50	slump	3"- 4"	bolsa por m3	9.55
---------	------	----------------	---------	-------	--------	--------------	------

MATERIAL	PROCEDENCIA	1 Bolsa de cemento	1 Bolsa Cemento (Vol.)	Para 1 m3
		(en Vol.)	balde de 18 litros	(en Vol.)
Cemento	YURA	1.0 bolsa	1.0 bolsa	9.6 bolsa
Agua	POTABLE	27.1 lts	27.1 lts	258.6 lts
ARENA GRUESA	RIO AYAVIRI	1.7 Pie3	2.2 baldes	16.2 Pie3
PIEDRA POMEZ	RAQCHI	2.9 Pie3	3.8 baldes	28.1 Pie3

### RECOMENDACIONES

#### \* Recomendaciones para el almacenamiento de material

- Todos los agregados deberán almacenarse de manera que no ocasione mezcla entre ellos, evitando así mismo, se contaminen con polvo u otras sustancias extrañas.
- El cemento deberá almacenarse y manipular bajo techo, en ambientes secos y ventilados de manera que se proteja en todo momento contra la humedad, cualquier sea su origen y en forma que sea fácilmente accesibles para su inspección e identificación
- Las bolsas de cemento serán apiladas en rumas de 10 bolsas como máximo, el apilamiento y el uso del cemento debe efectuarse de acuerdo con la fecha de recepción del mismo, empleando los más antiguos en primer término, se debe tomar buen cuidado en el manejo bolsas durante el almacenamiento, pues no se permitirá el uso de cemento proveniente de bolsas rotas.
- Queda terminantemente prohibido el uso de cemento pre fraguado.

#### \* Fabricación del concreto.

##### - La medición de los materiales:

- Se deberá emplear dispositivos que permitan dosificar los agregados pétreos por masa o volumen, con una aproximación de más de 1% de la cantidad requerida.
- El diseño de mezcla correspondiente a la dosificación se presenta en peso, volumen y para el proceso constructivo en volumen (pie3).

##### - Mezclado

- El concreto será dosificado a pie de obra en una mezcladora del tipo apropiado, respetando estrictamente su capacidad y velocidad, para establecer los tiempos mínimos y máximos de mezclado.
- Antes de la colocación del concreto se procederá a limpiar el equipo de mezcla.
- El tiempo de batido será cuando menos de un minuto después de que todos los componentes de la mezcla estén dentro del tambor .
- El concreto deberá ser mezclado hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora deberá ser descargada íntegramente antes de volver a llenar.
- La cantidad de agua indicada, corresponde a la humedad de los agregados ensayados, para contenidos de humedad distintos se requiere reajustar la cantidad de agua.

- Si el Slump, medido en obra es mayor al indicado, se deberá corregir la cantidad de agua, disminuyendo 2 litros por cada centímetro de Slump de exceso.
- Se recomienda la siguiente secuencia de abastecimiento a la mezcladora.

- 1 Mescla del 75% del agua +
- 2 Agregado grueso +
- 3 Cemento +
- 4 Agregado fino +
- 5 El 25 % de agua restante.



- Se deberán respetar los parámetros indicados para un óptimo resultado.

- **Temperatura ambiente**

- Controlar la temperatura de la mezcla, por encima del 10 °C, para asegurar el fragua del concreto, si la temperatura esta por debajo de este valor corre riesgo de no fraguar adecuadamente.
- Tener cuidado con la hora de vaciado, con climas que esten en desenso, evitar vaciado.
- Cubrir las estructuras vaciadas y/o prender mecheros para evitar contracciones por motivos de helada.

- **Vaciado de concreto**

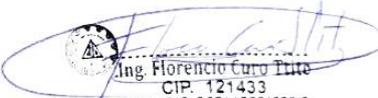
Se recomienda antes del vaciado del concreto, el trabajo de encofrado debe haber terminado las formas o encofrado deben ser mojadas completamente o Aceitados.

La velocidad de la colocación del concreto debe ser tal, que el concreto antes colocado este todavía plástico y se integre con el concreto que recién se coloca , especialmente al que esta entre las barras, no se deben colocar concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con material extrañas .

- **Curado del concreto**

- El curado de las estructuras deben ser efectuadas cuidadosamente.
  - Para el proceso de curado se empleara agua con las mismas características del agua empleada para la preparación del concreto.
  - El concreto debe ser cuadrado por lo menos durante 7 días.
  - En los elemento inclinados y verticales, cuando son curados con agua se riegan continuamente de manera que caigan en forma de lluvia.
- Al igual que las estructuras vaciadas, tener cuidado con los testigos de concreto.
  - Los diseños de concreto se realizaron con el material presentado a Obra.

ES MI INFORME

  
Ing. Florencio Curo Tute  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

**ANEXO 11:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – ARENA GRUESA CANTERA RIO AYAVIRI,  
SICUANI - CUSCO**



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NORMA MTC E-107, ASTM D-422/AASHTO T-27, T-88, NTP 339.128)



TESES: **DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.**

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: **CUSCO** PROVINCIA: **CANCHIS** DISTRITO: **SICUANI**

SOLICITANTE: **CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO**

DATOS DE MUESTRA

Concepto: **DISEÑO DE CONCRETO** Fecha: **Diciembre del 2021**  
 Material: **ARENA GRUESA** Muestra: **C-1**  
 Cantera: **RIO AYAVIRI** Lado: **-** ACOPIO  
 Localización: **-** Elevación: **-** Hecho por: **J.C.E.**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	Arena - Concreto		Descripción
						MIN	MAX	
8"	203.200							
6"	152.400							
4"	101.600							
3"	76.200							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.000							
1/2"	12.700							
3/8"	9.520				100.0	100	100	
1/4"	6.350							
N° 4	4.750	80	3.6	3.6	96.4	95	100	
N° 8	2.360	233.0	15.5	19.1	80.9	80	100	
N° 10	2.000							
N° 16	1.190	245.4	16.4	35.5	64.5	50	85	
N° 20	0.850							
N° 30	0.600	315.8	21.1	56.5	43.5	25	60	
N° 40	0.420							
N° 50	0.300	318.6	21.2	77.8	22.2	10	30	
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150	127.0	8.5	86.2	13.8	2	10	
N° 200	0.074	165.4	11.0	97.3	2.7			
Pasante		41.0	2.7	100.0				

CARACTERÍSTICAS

Grava: \_\_\_\_\_ 3.6 %  
 Arena: \_\_\_\_\_ 93.7 %  
 Fino: \_\_\_\_\_ 2.7 %

PLASTICIDAD

Límite Líquido: \_\_\_\_\_ %  
 Límite Plástico: \_\_\_\_\_ NP %  
 Índice de Plasticidad: \_\_\_\_\_ NP %

PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO

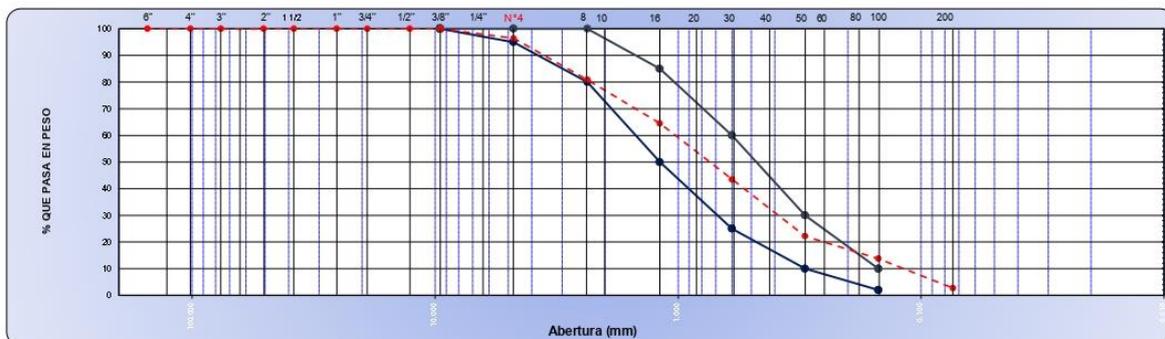
Peso de suelo seco total: \_\_\_\_\_ 2,250 gr.  
 Muestra: suelo seco < N° 4: \_\_\_\_\_ 1,446.2 gr.

Tamaño Máximo: \_\_\_\_\_ 3/8"  
 Tamaño Máximo Nominal: \_\_\_\_\_ 1/4"

CLASIFICACIÓN

AASHTO: \_\_\_\_\_ A-1-a (0)  
 SUCS: \_\_\_\_\_ SP  
 MODULO DE FINURA: \_\_\_\_\_ 2.79  
 Mod. Finura Espec.: \_\_\_\_\_ 2.35 - 3.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Nombre: _____ Firma:	Nombre: _____ Firma:	Nombre: _____ Firma: _____
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: _____

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> (NORMA: MTC 108, ASTM D-2216)																																						
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																							
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO      PROVINCIA: CANCHIS      DISTRITO: SICUANI																																							
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																							
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																							
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																				
<b>Material:</b>	ARENA GRUESA		<b>Muestra:</b> C-1																																				
<b>Cantera:</b>	RIO AYAVIRI	<b>Lado:</b> -	ACOPIO																																				
<b>Localización:</b>	-		<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																				
<b>AGREGADO FINO</b>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ENSAYO N°</th> <th style="width: 10%;">UND</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 50%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td>T-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Hum.</td> <td>grs.</td> <td>3,974.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Suelo Seco</td> <td>grs.</td> <td>3,788.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>grs.</td> <td>186.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>grs.</td> <td>518.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de S. Seco</td> <td>grs.</td> <td>3,269.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% de Humedad</td> <td>%</td> <td>5.7%</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b></td> <td><b>%</b></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>5.7%</b></td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°	UND	1		Recipiente N°		T-1		Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	3,974.5		Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	3,788.1		Peso de agua	grs.	186.4		Peso de Recipiente	grs.	518.3		Peso de S. Seco	grs.	3,269.8		% de Humedad	%	5.7%		<b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>		<b>5.7%</b>
ENSAYO N°	UND	1																																					
Recipiente N°		T-1																																					
Peso del Recipiente + Suelo Hum.	grs.	3,974.5																																					
Peso del Recipiente + Suelo Seco	grs.	3,788.1																																					
Peso de agua	grs.	186.4																																					
Peso de Recipiente	grs.	518.3																																					
Peso de S. Seco	grs.	3,269.8																																					
% de Humedad	%	5.7%																																					
<b>% DE HUMEDAD DE LA MUESTRA</b>	<b>%</b>		<b>5.7%</b>																																				
<b>Observaciones:</b> _____																																							
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>	<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>																																					
<b>Firma:</b>  <small>GEOMET S.A.C. EXP. SUELOS Y PAVIMENTOS Ing. John D. Coronado Encarnación C.E. DE VICERRECTOR DE CALIDAD</small>	<b>Firma:</b>  <small>Ing. Florento Curo Tito CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO</small>	<b>Firma:</b>																																					
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>																																					
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>																																					

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																						
	<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)</b> (NORMA ASTM C 117)																																						
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																							
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO		PROVINCIA: CANCHIS																																					
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																							
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																							
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																					
<b>Material:</b> ARENA GRUESA		<b>Muestra:</b> C-1																																					
<b>Cantera:</b> RIO AYAVIRI		<b>Lado:</b> -																																					
<b>Localización:</b> -		<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																					
<b>AGREGADO FINO</b>																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ENSAYO N°</th> <th style="width: 10%;">UND</th> <th style="width: 10%;">1</th> <th style="width: 50%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td>T-2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material seco</td> <td>grs.</td> <td>3796.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material lavado seco</td> <td>grs.</td> <td>3720.9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la Tara</td> <td>grs.</td> <td>526.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material neto</td> <td>grs.</td> <td>3269.8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del material &lt; N° 200</td> <td>grs.</td> <td>75.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Material &lt; N° 200</td> <td>%</td> <td>2.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Promedio % Material &lt; N° 200</b></td> <td><b>%</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>2.3</b></td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°	UND	1		Recipiente N°		T-2		Peso del material seco	grs.	3796.1		Peso del material lavado seco	grs.	3720.9		Peso de la Tara	grs.	526.3		Peso del material neto	grs.	3269.8		Peso del material < N° 200	grs.	75.2		% Material < N° 200	%	2.3		<b>Promedio % Material &lt; N° 200</b>	<b>%</b>		<b>2.3</b>
ENSAYO N°	UND	1																																					
Recipiente N°		T-2																																					
Peso del material seco	grs.	3796.1																																					
Peso del material lavado seco	grs.	3720.9																																					
Peso de la Tara	grs.	526.3																																					
Peso del material neto	grs.	3269.8																																					
Peso del material < N° 200	grs.	75.2																																					
% Material < N° 200	%	2.3																																					
<b>Promedio % Material &lt; N° 200</b>	<b>%</b>		<b>2.3</b>																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 15%;">OBTENIDO (%)</th> <th style="width: 15%;">ESPECIFICAD MAX:</th> <th style="width: 40%;">Observaciones:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)</td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">2.3 %</td> <td style="text-align: center;">3 %</td> <td>CUMPLE PARA CONCRETOS SUJETOS A ABRASION</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 %</td> <td>CUMPLE PARA OTROS CONCRETOS</td> </tr> </tbody> </table>					OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)	2.3 %	3 %	CUMPLE PARA CONCRETOS SUJETOS A ABRASION	5 %	CUMPLE PARA OTROS CONCRETOS																										
	OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:																																				
CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)	2.3 %	3 %	CUMPLE PARA CONCRETOS SUJETOS A ABRASION																																				
		5 %	CUMPLE PARA OTROS CONCRETOS																																				
<b>Observaciones:</b> _____																																							
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>																																					
<b>Firma:</b>  Ing. John D. Carrizosa Encargado JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	<b>Firma:</b>  Ing. Florencio Coro Tute CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Firma:</b>																																					
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>																																					
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																					
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>																																					
<b>Fecha:</b>		<b>Fecha:</b>																																					



**GEOMET S.A.C.**  
INGENIEROS ASOCIADOS

**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

(NORMA AASHTO T-85, ASTM C127)



TESIS: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SICUANI

SOLICITANTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

**DATOS DE MUESTRA**

Concepto: DISEÑO DE CONCRETO Fecha: Diciembre del 2021  
Material: ARENA GRUESA Muestra: C-1  
Cantera: RIO AYAVIRI Lado: - ACOPIO  
Localización: - Hecho por: J.C.E.

**AGREGADO FINO**

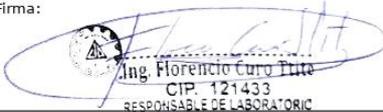
ENSAYO N°		1	2
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	grs.	300.0	
Peso Frasco + agua	grs.	696.2	
Peso Frasco + agua + A (gr)	grs.	996.2	
Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	grs.	878.1	
Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	cm <sup>3</sup>	118.1	
Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	grs.	289.0	
Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	cm <sup>3</sup>	107.1	

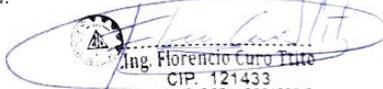
Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	grs/cm <sup>3</sup>	2.698	
Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	grs/cm <sup>3</sup>	2.540	
Pe bulk ( Base seca ) = F/E	grs/cm <sup>3</sup>	2.447	
% de absorción = ((A - F)/F)*100	%	3.8%	

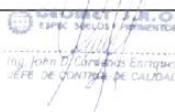
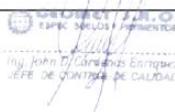
	OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:
<b>Peso Específico</b>	<b>2.540 kg/cm<sup>3</sup></b>	-	-
<b>% Capacidad de Absorción</b>	3.8 %	4 %	CUMPLE

Observaciones:

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:  Ing. Juan P. Córdova Encarnación RESPONSABLE DE LABORATORIO	Firma:  Ing. Florencio Curo Tuta CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

 <b>GEOMET S.A.C.</b> INGENIEROS ASOCIADOS	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>			
	<b>PESO UNITARIO</b> NORMA: MTC E-203, ASTM C-29			
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.				
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO		PROVINCIA: CANCHIS      DISTRITO: SICUANI		
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		
<b>Material:</b> ARENA GRUESA		<b>Muestra:</b> C-1		
<b>Cantera:</b> RIO AYAVIRI		<b>Lado:</b> -      ACOPIO		
<b>Localización:</b> -      -		<b>Hecho por:</b> J.C.E.		
<b>AGREGADO FINO</b>				
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE</b>		<b>2</b>		
PESO (grs.)		6,165.0		
VOLUMEN (cm3)		2,130.0		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>		
Muestra		M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente + muestra	grs.	9636.0	9659.0	9613.0
Peso del recipiente	grs.	6165.0	6,165.0	6,165.0
Peso de la muestra	grs.	3,471.0	3,494.0	3,448.0
Volumen del molde	grs.	2130.0	2130.0	2130.0
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	1.630	1.640	1.619
PROMEDIO	gr/cm3.	1.630		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>				
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>		
Muestra		M-1	M-2	M-3
Peso del recipiente + muestra	grs.	9991.0	9976.0	10006.0
Peso del recipiente	grs.	6165.0	6165.0	6165.0
Peso de la muestra	grs.	3,826.0	3,811.0	3,841.0
Volumen del molde	grs.	2130.0	2130.0	2130.0
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	1.796	1.789	1.803
PROMEDIO	gr/cm3.	1.796		
<b>Observaciones:</b>				
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>	
Firma:   Ing. John D. Carabias Enriquez JEFE DE CONTROL DE CALIDAD		Firma:   Ing. Florencio Curo Pluta CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO		Firma:
Nombre:		Nombre:		Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021		Fecha: Diciembre del 2021		Fecha:

 <b>GEOMET S.A.C.</b> INGENIEROS ASOCIADOS	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>			
	EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA AASHTO T-176)			
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.				
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO		PROVINCIA: CANCHIS		DISTRITO: SICUANI
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO				
<b>DATOS DE MUESTRA</b>				
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO				<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021
<b>Material:</b> ARENA GRUESA				<b>Muestra:</b> C-1
<b>Cantera:</b> RIO AYAVIRI	<b>Lado:</b> -			<b>ACOPIO</b>
<b>Localización:</b> -				<b>Hecho por:</b> J.C.E.
<b>AGREGADO FINO</b>				
		<b>IDENTIFICACION</b>		
		1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm			
Hora de entrada a saturación		15:20	15:22	15:24
Hora de salida de saturación (mas 10")		15:30	15:32	15:34
Hora de entrada a decantación		15:32	15:34	15:36
Hora de salida de decantación (mas 20")		15:52	15:54	15:56
Altura máxima de material fino	mm	5.90	6.01	5.82
Altura máxima de la arena	mm	4.06	4.17	3.98
Equivalente de Arena	%	68.814	69.384	68.385
Promedio %		68.9		
EQUIVALENTE DE ARENA		70		
<b>Observaciones:</b> _____				
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>		<b>SUPERVISOR</b>
<b>Firma:</b>  Ing. John D. Cárdenas Enriquez JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	<b>Firma:</b>  Ing. Florencio Curo Tuta CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO		<b>Firma:</b>	
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>	
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b>	

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>								
	<b>ENSAYO DE DURABILIDAD DEL AGREGADO</b> (NORMA MTC E-209 AASHTO T-104, ASTM C88)								
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.									
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO		PROVINCIA: CANCHIS							
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO									
<b>DATOS DE MUESTRA</b>									
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO		Fecha: Diciembre del 2021							
<b>Material:</b> ARENA GRUESA		Calicata: C-1							
<b>Cantera:</b> RIO AYAVIRI		ACOPIO							
<b>Localización:</b> -		Hecho por: J.C.E.							
<b>AGREGADO FINO</b>									
TAMAÑO		ESCALONADO ORIGINAL	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (gr)	PESO RET FINAL (gr)	PERDIDA		PERDIDA CORREGIDA
Pasa	Retiene						PESO	%	
3/8"	N° 4	0.0	100	0		0.0			
N° 4	N° 8	17.3	100	1	100	98.6	1.4	1.4%	0.242
N° 8	N° 16	14.0	100	2	100	96.4	3.6	3.6%	0.503
N° 16	N° 30	22.5	100	3	100	92.2	7.8	7.8%	1.755
N° 30	N° 50	12.1	100	4	100	93.6	6.4	6.4%	0.774
N° 50	N° 100	12.6	100	5	100	91.5	8.5	8.5%	1.071
<b>TOTAL</b>									<b>4.35%</b>
				OBTENIDO (%)	ESPECIFICAD MAX:	Observaciones:			
Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio				<b>4.35%</b>	15 %	CUMPLE			
<b>OBSERVACIONES</b>									
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>				<b>REVISADO</b>			<b>SUPERVISOR</b>		
Nombre:				Nombre:			Nombre:		
Firma: 				Firma: 			Firma:		
 JEFE DE CONTROL DE CALIDAD				 Ang Morencio Curo Tuta CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO					
Fecha: Diciembre del 2021				Fecha: Diciembre del 2021			Fecha:		

**ANEXO 12:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – PIEDRA TRITURADA PIEDRA POMEZ,  
CANTERA RAQCHI, SICUANI – CUSCO**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(NORMA MTC E-107, ASTM D-422/AASHTO T-27, T-88, NTP 339.128)

TESIS: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SUCUANI, CUSCO, 2021.

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: CANCHIS DISTRITO: SUCUANI

SOLICITANTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

DATOS DE MUESTRA

Concepto: DISEÑO DE CONCRETO Fecha: Diciembre del 2021  
 Material: PIEDRA POMEZ Muestra: C-2  
 Cantera: RAQCHI Lado: - ACOPIO  
 Localización: - - Elevación: - Hecho por: J.C.E.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUM.	% QUE PASA	Grava Concreto AG-1		Descripción
						MIN	MAX	
8"	203.200							
6"	152.400							
4"	101.600							
3"	76.200							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.700	377	5.0	5.0	95.0	90	100	
3/8"	9.520	3,874	51.1	56.1	43.9	40	70	
1/4"	6.350							
N° 4	4.750	3,302	43.6	99.6	0.4	0	15	
N° 8	2.360	100.0	0.2	99.8	0.2	0	5	
N° 10	2.000							
N° 16	1.190	110.0	0.2	100.0				
N° 20	0.850							
N° 30	0.600							
N° 40	0.420							
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150							
N° 200	0.074							
Pasante								

CARACTERÍSTICAS

Grava: 99.6 %  
 Arena: 0.4 %  
 Fino: 0.0 %

PLASTICIDAD

Límite Líquido: \_\_\_\_\_ %  
 Límite Plástico: \_\_\_\_\_ NP %  
 Índice de Plasticidad: \_\_\_\_\_ NP %

PESOS DE CORRECCIÓN DE SUELO

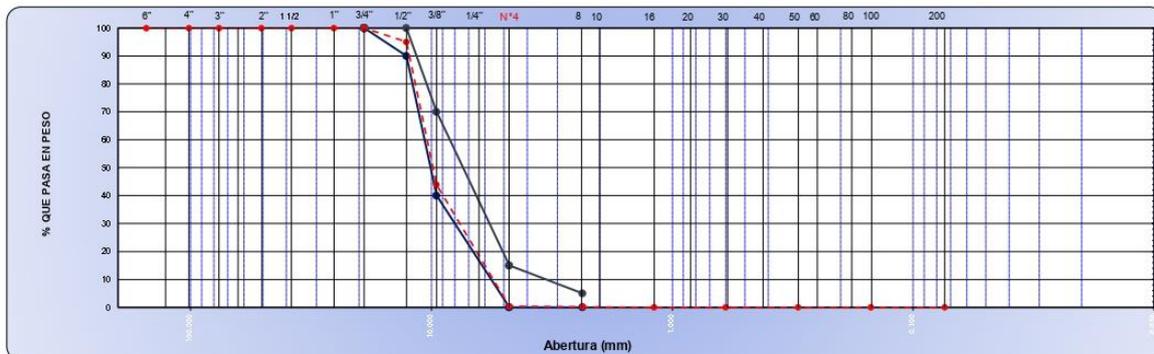
Peso de suelo seco total: 7,580.3 gr.  
 Muestra: suelo seco < N° 4: 210.0 gr.

Tamaño Máximo: 3/4"  
 Tamaño Máximo Nominal: 1/2"

CLASIFICACIÓN

AASHTO: A-2-4 (0)  
 SUCS: GP  
 MODULO DE FINURA: 6.56

CURVA GRANULOMÉTRICA

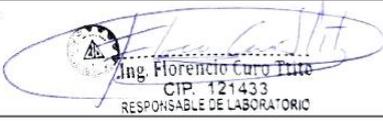
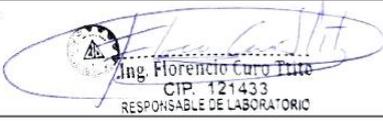
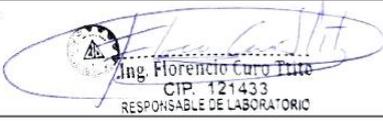


OBSERVACIONES:

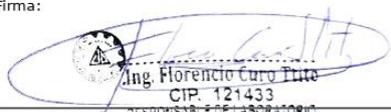
LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Nombre: _____ Firma:	Nombre: _____ Firma:	Nombre: _____ Firma: _____
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: _____





	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																																		
	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO</b> (NORMA AASHTO T-85, ASTM C127)																																																		
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																																			
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> CUSCO	<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS	<b>DISTRITO:</b> SICUANI																																																
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO																																																			
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																																			
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021																																																
<b>Material:</b>	PIEDRA POMEZ		<b>Muestra:</b> C-2																																																
<b>Cantera:</b>	RAQCHI	<b>Lado:</b> -	ACOPIO																																																
<b>Localización:</b>	-	-	<b>Hecho por:</b> J.C.E.																																																
<b>AGREGADO GRUESO</b>																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th></th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td></td> <td>T-8</td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Agregado Saturado Superf. Seco</td> <td>grs.</td> <td>2244.2</td> </tr> <tr> <td>Peso del Recipiente + Agregado Seco</td> <td>grs.</td> <td>1901.3</td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>grs.</td> <td>504.8</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agregado Saturado Superf. Seco</td> <td>grs.</td> <td>1.739.4</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agregado Seco</td> <td>grs.</td> <td>1.396.5</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Canastilla + Agregado Sumergido</td> <td>grs.</td> <td>533.1</td> </tr> <tr> <td>Peso de la Canastilla Sumergido</td> <td>grs.</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Peso del Agregado Sumergido</td> <td>grs.</td> <td>533.1</td> </tr> <tr> <td>Temperatura del agua</td> <td>°C</td> <td>25.0</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección</td> <td>-</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>Peso específico aparente (BASE SECA)</td> <td>-</td> <td>1.617</td> </tr> <tr> <td><b>Gravedad específica BULK SSS (BASE SATURADA)</b></td> <td>-</td> <td><b>1.442</b></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica BULK(BASE SECA)</td> <td>-</td> <td>1.158</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td>%</td> <td>24.55%</td> </tr> </tbody> </table>				ENSAYO N°		1	Recipiente N°		T-8	Peso del Recipiente + Agregado Saturado Superf. Seco	grs.	2244.2	Peso del Recipiente + Agregado Seco	grs.	1901.3	Peso de Recipiente	grs.	504.8	Peso del Agregado Saturado Superf. Seco	grs.	1.739.4	Peso del Agregado Seco	grs.	1.396.5	Peso de la Canastilla + Agregado Sumergido	grs.	533.1	Peso de la Canastilla Sumergido	grs.	0.00	Peso del Agregado Sumergido	grs.	533.1	Temperatura del agua	°C	25.0	Factor de corrección	-	1.000	Peso específico aparente (BASE SECA)	-	1.617	<b>Gravedad específica BULK SSS (BASE SATURADA)</b>	-	<b>1.442</b>	Gravedad específica BULK(BASE SECA)	-	1.158	Absorción	%	24.55%
ENSAYO N°		1																																																	
Recipiente N°		T-8																																																	
Peso del Recipiente + Agregado Saturado Superf. Seco	grs.	2244.2																																																	
Peso del Recipiente + Agregado Seco	grs.	1901.3																																																	
Peso de Recipiente	grs.	504.8																																																	
Peso del Agregado Saturado Superf. Seco	grs.	1.739.4																																																	
Peso del Agregado Seco	grs.	1.396.5																																																	
Peso de la Canastilla + Agregado Sumergido	grs.	533.1																																																	
Peso de la Canastilla Sumergido	grs.	0.00																																																	
Peso del Agregado Sumergido	grs.	533.1																																																	
Temperatura del agua	°C	25.0																																																	
Factor de corrección	-	1.000																																																	
Peso específico aparente (BASE SECA)	-	1.617																																																	
<b>Gravedad específica BULK SSS (BASE SATURADA)</b>	-	<b>1.442</b>																																																	
Gravedad específica BULK(BASE SECA)	-	1.158																																																	
Absorción	%	24.55%																																																	
<b>Observaciones:</b>																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</th> <th>REVISADO</th> <th>SUPERVISOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <b>Firma:</b>              Ing. John D. Condorino Estrada            REP. DE CONTROL DE CALIDAD         </td> <td> <b>Firma:</b>              Ing. Florencio Curo Tute            CIP. 121433            RESPONSABLE DE LABORATORIO         </td> <td> <b>Firma:</b> </td> </tr> <tr> <td><b>Nombre:</b></td> <td><b>Nombre:</b></td> <td><b>Nombre:</b></td> </tr> <tr> <td><b>Fecha:</b> Diciembre del 2021</td> <td><b>Fecha:</b> Diciembre del 2021</td> <td><b>Fecha:</b></td> </tr> </tbody> </table>				LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR	<b>Firma:</b>  Ing. John D. Condorino Estrada REP. DE CONTROL DE CALIDAD	<b>Firma:</b>  Ing. Florencio Curo Tute CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Firma:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>																																				
LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR																																																	
<b>Firma:</b>  Ing. John D. Condorino Estrada REP. DE CONTROL DE CALIDAD	<b>Firma:</b>  Ing. Florencio Curo Tute CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	<b>Firma:</b>																																																	
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>																																																	
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b>																																																	

 <b>GEOMET S.A.C.</b> <small>INGENIEROS ASOCIADOS</small>	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>												
	<b>PESO UNITARIO</b> ( ASTM C - 29 )												
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.													
<b>UBICACIÓN:</b> DEPARTAMENTO: CUSCO      PROVINCIA: CANCHIS      DISTRITO: SICUANI													
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO													
<b>DATOS DE MUESTRA</b>													
<b>Concepto:</b> DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021											
<b>Material:</b> PIEDRA POMEZ		<b>Muestra:</b> C-2											
<b>Cantera:</b> RAQCHI		<b>ACOPIO</b>											
<b>Localización:</b> - -		<b>Hecho por:</b> J.C.E.											
<b>AGREGADO GRUESO</b>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE</th> <th>1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO (grs.)</td> <td></td> <td>3,503.0</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN (cm3)</td> <td></td> <td>6,922.0</td> </tr> </tbody> </table>					CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE		1	PESO (grs.)		3,503.0	VOLUMEN (cm3)		6,922.0
CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE		1											
PESO (grs.)		3,503.0											
VOLUMEN (cm3)		6,922.0											
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>													
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>											
Muestra		M-1	M-2	M-3									
Peso del recipiente + muestra	grs.	7230.0	7253.0	7207.0									
Peso del recipiente	grs.	3503.0	3503.0	3503.0									
Peso de la muestra	grs.	3,727.0	3,750.0	3,704.0									
Volumen del molde	grs.	6922.0	6922.0	6922.0									
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	0.538	0.542	0.535									
<b>PROMEDIO</b>	gr/cm3.	0.538											
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>													
<b>ENSAYO N°</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>											
Muestra		M-1	M-2	M-3									
Peso del recipiente + muestra	grs.	7804.0	7789.0	7819.0									
Peso del recipiente	grs.	3503.0	3503.0	3503.0									
Peso de la muestra	grs.	4,301.0	4,286.0	4,316.0									
Volumen del molde	grs.	6922.0	6922.0	6922.0									
Peso unitario suelto seco	gr/cm3.	0.621	0.619	0.624									
<b>PROMEDIO</b>	gr/cm3.	0.621											
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>		<b>SUPERVISOR</b>									
<b>Firma:</b>  <small>Ing. John D. Carrasquillo Encargado JEFE DE CONTROL DE CALIDAD</small>		<b>Firma:</b>  <small>Ing. Florencio Curo Tute CIP. 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO</small>		<b>Firma:</b>									
<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>									
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b>									

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>		
	<b>ABRASIÓN "LOS ÁNGELES"</b> (NORMA MTC E-207, ASTM C131, MTC E207, AASHTO T96)		
<b>TESIS:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMEZ PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.			
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEPARTAMENTO:</b> CUSCO	<b>PROVINCIA:</b> CANCHIS	<b>DISTRITO:</b> SICUANI
<b>SOLICITANTE:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO			
<b>DATOS DE MUESTRA</b>			
<b>Concepto:</b>	DISEÑO DE CONCRETO		<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021
<b>Material:</b>	PIEDRA POMEZ		<b>Muestra:</b> C-2
<b>Cantera:</b>	RAQCHI	<b>Lado:</b> -	ACOPIO
<b>Localización:</b>	-	-	<b>Hecho por:</b> J.C.E.
<b>AGREGADO GRUESO</b>			
	ESPECIFICACIÓN	ENSAYO 1	ENSAYO 2
<b>GRADACIÓN</b>	C	C	C
<b>N° DE ESFERAS</b>	8	8	8
<b>PESO DE ESFERAS</b>	5000±25	5000±25	5000±25
<b>TAMIZ (N°)</b>	PESO RETENIDO (gr)		
1 1/2" - 1"	-		
1" - 3/4"	-		
3/4" - 1/2"	-		
1/2" - 3/8"	-		
3/8" - 1/4"	2,500.0	2,500.0	
1/4" - Nro 4	2,500.0	2,500.0	
Nro 4 - Nro 8	-		
<b>PESO TOTAL</b>	<b>5000±10</b>	<b>5,000.0</b>	
MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12		2,075.0	
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ N° 12		2,925.0	
PORCENTAJE DE DESGASTE		59%	
PORCENTAJE DE DESGASTE PROMEDIO		59%	
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>	<b>SUPERVISOR</b>
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>
 Ing. John D. Candamo Espinoza JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	 Ing. Florencio Curo Tito CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO		
<b>Nombre:</b>	<b>Nombre:</b>		<b>Nombre:</b>
<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021	<b>Fecha:</b> Diciembre del 2021		<b>Fecha:</b>

**ANEXO 13:**

**ENSAYO DE LABORATORIO -FC=140KG/CM2, PIEDRA TRITURADA,  
PIEDRA POMEZ, CANTERA RAQCHI, SICUANI - CUSCO**



**GEOMET S.A.C.**  
INGENIEROS ASOCIADOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO



PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

RESISTENCIA DE DISEÑO	140 kg/cm <sup>2</sup>
METODO:	
DEVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	1
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DEVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	210 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		
Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS							
MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	RAQCHI	1442	6.56	11.60	24.55	538	621

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1	
Relacion A/C (T-1)	0.67
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	324
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	7.6
Contenido de aire (%)	2.5

Características de los agregados	
Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.671
Vol de agregado	0.643 m <sup>3</sup>

Dosificación aditivos						
NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g	
		1.000				
		1.000				
		1.000				
		kg/m <sup>3</sup>				

Diseño de mezcla calculado							
MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	324	0.116	324	323.8	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	361	260.6	0.80	34.2 lts
Arena gruesa	2540	817	0.322	833	863.7	2.67	113.4 Kg
Piedra Triturada	1442	464	0.322	473	517.6	1.60	67.9 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
TOTAL			1.000	1991	1966		258.01

RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)				Características de la mezcla	
MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)	Diseño - f'c	140 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	7.6 bolsas	Slump diseño	3"- 4"
Agua	34.2 lts	34.2 lts	260.6 lts	Relación AF:AG	50 : 50
Arena gruesa	2.2 Pie3	2.9 baldes	0.5 m <sup>3</sup>	Relación A/C	0.67
Piedra Triturada	3.9 Pie3	5.0 baldes	0.8 m <sup>3</sup>	Contenido de aire en obra	2.5%
				Observaciones:	

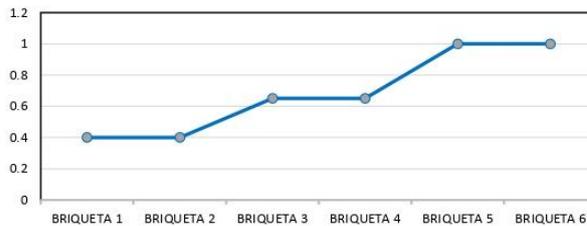
LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre: Ing. Florencio Curo Tute	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	
SLUMP	4"
R A/C	0.67
Relacion AF:AG	50 : 50

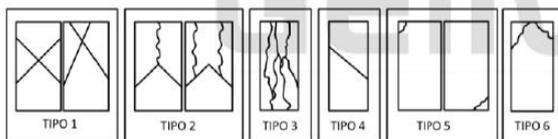
Diseño f'c Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 0.67	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	66.91	38.6	
r a/c = 0.67	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	65.35	37.7	
r a/c = 0.67	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	73.23	42.3	
r a/c = 0.67	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	76.35	44.1	
r a/c = 0.67	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	102.61	59.2	
r a/c = 0.67	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	109.65	63.3	



MOLDES	% f'c Especif.	Condición: Xi > f'c Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2	65.0%		
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4	90.0%		
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6	100.0%		



PORCENTAJES DE DUREZA REFERENCIAL	
EDAD	RESISTENCIA
1 días	16.0%
3 días	40.0%
7 días	65.0%
14 días	90.0%
28 días	100.0%
35 días	103.0%
42 días	105.0%
49 días	107.0%
56 días	109.0%



ASTM APLICABLES.

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

OBSERVACIONES

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controlo la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. John P. Córdova Espinoza	Nombre: Ing. Florencio Curo Tuto CIP: 121433 RESPONSABLE DEL LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 14:**

**ENSAYO DE LABORATORIO -FC=175KG/CM2, PIEDRA TRITURADA,  
PIEDRA POMEZ, CANTERA RAQCHI, SICUANI - CUSCO**

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

RESISTENCIA DE DISEÑO	175 kg/cm <sup>2</sup>
METODO:	
DEVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	1
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DEVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	245 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		
Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

## CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	RAQCHI	1442	6.56	11.60	24.55	538	621

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

## CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1

Relacion A/C (T-1)	0.59
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	365
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	8.6
Contenido de aire (%)	2.5

## Características de los agregados

Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.671
Vol de agregado	0.629 m <sup>3</sup>

## Dosificación aditivos

NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g
		1.000			
		1.000			
		1.000			
		kg/m <sup>3</sup>			

## Diseño de mezcla calculado

MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	365	0.130	365	365	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	358	259.6	0.71	30.2 lts
Arena gruesa	2540	798	0.314	814	844.0	2.31	98.3 Kg
Piedra Triturada	1442	453	0.314	462	505.8	1.39	58.9 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
TOTAL			1.000	1999	1974		229.89

## RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)

MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)		Características de la mezcla	
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	8.6 bolsas		Diseño - f'c	175 kg/cm <sup>2</sup>
Agua	30.2 lts	30.2 lts	259.6 lts		Slump diseño	3"- 4"
Arena gruesa	1.9 Pie3	2.5 baldes	0.5 m <sup>3</sup>		Relacion AF:AG	50 : 50
Piedra Triturada	3.3 Pie3	4.4 baldes	0.8 m <sup>3</sup>		Relacion A/C	0.59
					Contenido de aire en obra	2.5%
					Observaciones:	

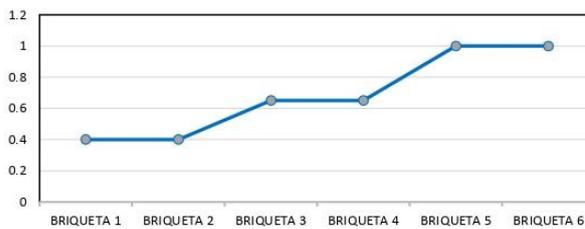
LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre: Ing. Florencio Curo Tute	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021 21433	Fecha:

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	
SLUMP	3" - 4"
R A/C	0.59
Relacion AF:AG	50 : 50

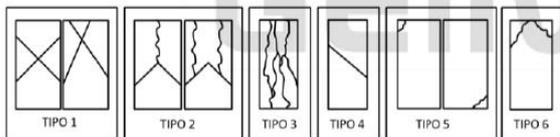
Diseño f'c Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 0.59	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	98.05	56.6	
r a/c = 0.59	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	95.36	55.0	
r a/c = 0.59	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	122.70	70.8	
r a/c = 0.59	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	124.32	71.7	
r a/c = 0.59	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	136.25	78.6	
r a/c = 0.59	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	137.36	79.3	



MOLDES	% f'c Especif.	Condicion: Xi > f'c Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2	65.0%		
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4	90.0%		
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6	100.0%		



PORCENTAJES DE DUREZA REFERENCIAL	
EDAD	RESISTENCIA
1 días	16.0%
3 días	40.0%
7 días	65.0%
14 días	90.0%
28 días	100.0%
35 días	103.0%
42 días	105.0%
49 días	107.0%
56 días	109.0%



ASTM APLICABLES.

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

OBSERVACIONES

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controlo la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: <b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Nombre: <b>Ing. Florencio Curo Tuto</b> CIP: 421433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 15:**

**ENSAYO DE LABORATORIO –FC=210KG/CM2, PIEDRA TRITURADA,  
PIEDRA POMEZ, CANTERA RAQCHI, SICUANI - CUSCO**

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

RESISTENCIA DE DISEÑO	210 kg/cm <sup>2</sup>
METODO:	
DESVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	1
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DESVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	294 kg/cm <sup>2</sup>

**CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**

Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

**CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS**

MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	RAQCHI	1442	6.56	11.60	24.55	538	621

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

**CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1**

Relacion A/C (T-1)	0.53
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	406
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	9.6
Contenido de aire (%)	2.5

**Características de los agregados**

Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.671
Vol de agregado	0.614 m <sup>3</sup>

**Dosificación aditivos**

NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g
		1.000			
		1.000			
		1.000			
		kg/m <sup>3</sup>			

**Diseño de mezcla calculado**

MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	406	0.145	406	406	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	354	258.6	0.64	27.1 lts
Arena gruesa	2540	780	0.307	795	824.3	2.03	86.3 Kg
Piedra Triturada	1442	443	0.307	452	494.0	1.22	51.7 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
TOTAL			1.000	2007	1983		207.57

**RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)**

MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)		Características de la mezcla	
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	9.6 bolsas		Diseño - f'c	210 kg/cm <sup>2</sup>
Agua	27.1 lts	27.1 lts	258.6 lts		Slump diseño	3"- 4"
Arena gruesa	1.7 Pie3	2.2 baldes	0.5 m <sup>3</sup>		Relacion AF:AG	50 : 50
Piedra Triturada	2.9 Pie3	3.8 baldes	0.8 m <sup>3</sup>		Relacion A/C	0.53
				Contenido de aire en obra	2.5%	
Observaciones:						

**LABORATORIO GEOMET S.A.C.**

 Firma:   
 Nombre: Ing. John P. Córdova Enciso  
 Fecha: Diciembre del 2021

**REVISADO**

 Firma:   
 Nombre: Ing. Florencio Curo Tuta  
 Fecha: Diciembre del 2021

**SUPERVISOR**

 Firma:  
 Nombre:  
 Fecha:

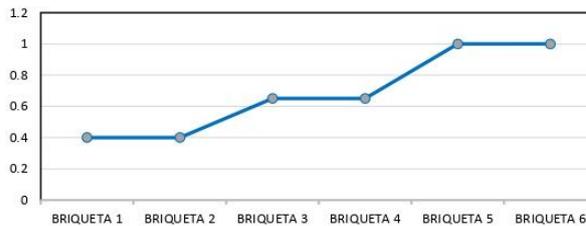
RESPONSABLE DE LABORATORIO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	
SLUMP	3" - 4"
R A/C	0.53
Relacion AF:AG	50 : 50

Diseño f'c Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 0.53	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	141.97	81.9	
r a/c = 0.53	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	152.32	87.9	
r a/c = 0.53	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	166.50	96.1	
r a/c = 0.53	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	172.31	99.4	
r a/c = 0.53	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	200.32	115.6	
r a/c = 0.53	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	201.38	116.2	



MOLDES	% f'c Especif.	Condición: xi > f'c Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2	65.0%		
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4	90.0%		
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6	100.0%		



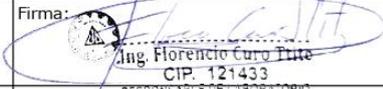
TIPO	Descripción
TIPO 1	Fractura diagonal
TIPO 2	Fractura vertical
TIPO 3	Fractura horizontal
TIPO 4	Fractura por compresión
TIPO 5	Fractura por tensión
TIPO 6	Fractura por flexión

ASTM APLICABLES.

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

OBSERVACIONES

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controlo la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma: 	Firma:  Ing. Florencio Curo Truta CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 16:**

**FICHAS TÉCNICAS**



# IP CEMENTO MULTI-PROPÓSITO

## Alta Durabilidad

### DESCRIPCIÓN

**EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP** es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

*Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.*

### DURABILIDAD

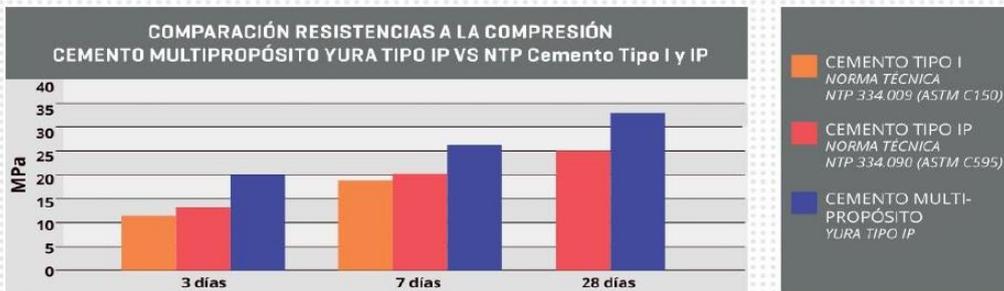
"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
<b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>						
MgO (%)					6.00 Máx.	
SO <sub>3</sub> (%)		1.5 a 3.0			4.00 Máx.	
Pérdida por ignición (%)		1.5 a 4.0			5.00 Máx.	
<b>REQUISITOS FÍSICOS</b>						
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )		2.75 a 2.85			-	
Expansión en autoclave (%)		0.07 a 0.03			-0.20 a 0.80	
Fraguado Vicat inicial (minutos)		170 a 270			45 a 420	
Contenido de aire		2.5 a 8.0			12 Máx	
<b>Resistencia a la compresión</b>						
		Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup> / MPa
3 días		175 a 200	17.1 a 19.6	133 Min	13	122 Min / 12Min
7 días		225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min / 19 Min
28 días		306 a 340	30 a 33.3	255 Min	25	- / -
<b>Resistencia a los sulfatos</b>						
		%				%
% Expansión a los 6 meses		< 0.04				0.05 Máx
% Expansión a 1 año		< 0.05				0.10 Máx



**COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS**



**OTRAS PROPIEDADES**

**1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

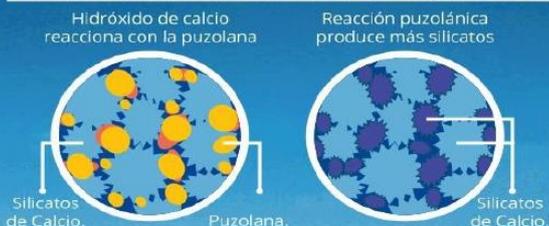
Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

**CON CEMENTO TIPO I**

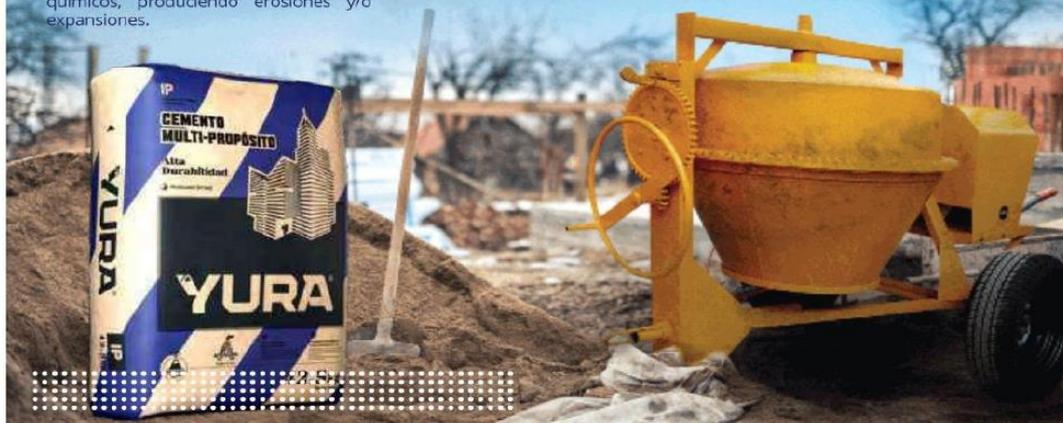


El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25% es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

**CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP**



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



**2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS**

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



**3 MAYOR IMPERMEABILIDAD**

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

**4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO**

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.



**5 RECOMENDACIONES DE USO**

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

**RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD**

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



**Botas Impermeables**



**Protección Respiratoria**



**Guantes Impermeables**



**Protección Ocular**



## ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

## PRESENTACIONES DISPONIBLES

<b>Bolsas 25 Kg</b>	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
<b>Bolsas 42.5 Kg</b>	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
<b>Big Bag 1.0 TM</b>	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
<b>Big Bag 1.5 TM</b>	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
<b>Granel</b>	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

## NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 Of.68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TIPO IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Puzolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolánico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO UG

## DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

**YURA**



*Cuidemos juntos el medio ambiente.*  
**Big Bag:** Se sugiere desechar como basura común.  
**Bolsas:** Se sugiere reciclar el envase.



**ANEXO 17:**

**ENSAYO DE LABORATORIO PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
RAQCHI, SICUANI - CUSCO**



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRAULICO

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

Fecha	Diciembre del 2021
Lugar	Laboratorio Geomet SAC
Diseño:	D-1

RESISTENCIA DE DISEÑO	140 kg/cm <sup>2</sup>
METODO:	1
DESVIACION ESTANDAR ( 1 ) :	
COEFICIENTE DE VARIACION ( 2 )	
N° de ENSAYOS ANTERIORES (1)	
DESVIACION ESTANDAR (1)	
COEFICIENTE DE VARIACION (2)	
RESISTENCIA PROMEDIO SELECCIONADA	210 kg/cm <sup>2</sup>

## CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

Tamaño Maximo	3/4	18.38 mm
Tamaño Maximo nominal	1/2	12.25 mm
Slump	3"- 4"	3.5
Concreto	Sin Aire incorporado	

## CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

MATERIAL	Procedencia	Peso Especifico (Kg/m <sup>3</sup> )	Modulo Finura	Humedad (%)	Absorcion (%)	Peso unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	YURA	2800	----	----	----	----	----
Agua	POTABLE	1000	----	----	----	----	----
Arena gruesa	RIO AYAVIRI	2540	2.79	5.70	3.81	1630	1796
Piedra Triturada	RAQCHI	1442	6.56	11.60	24.55	538	621

ADITIVOS	MARCA - TIPO	Densidad
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc
		1.00 g/cc

## CALCULO DE VOLUMENES Y PROPORCIONES 1

Relacion A/C (T-1)	1.28
Volúmen unitario de agua (T-2)	216
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	169
Cemento requerido por m <sup>3</sup>	4.0
Contenido de aire (%)	2.5

## Características de los agregados

Tam. Máx Nominal	1/2
Arena gruesa	50 %
Piedra - Huso 67	50 %
M.F. global	4.671
Vol de agregado	0.699 m <sup>3</sup>

## Dosificación aditivos

NOMBRE	% Peso de Cemento	Densidad (g/cc)	cc/Kg de Cemento	Kg	g
		1.000			
		1.000			
		1.000			
		kg/m <sup>3</sup>			

## Diseño de mezcla calculado

MATERIAL	Peso Especifico	Peso seco (Kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso SSS (Kg/m <sup>3</sup> )	Correccion por humedad (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Unitario de obra	1 Bolsa de cemento (en Peso)
Cemento	2800	169	0.060	169	168.8	1.00	42.5 Kg
Agua	1000	216	0.216	373	264.5	1.57	66.6 lts
Arena gruesa	2540	887	0.349	905	938.0	5.56	236.2 Kg
Piedra Triturada	1442	504	0.349	514	562.2	3.33	141.5 Kg
Aire	----	----	0.025	----	----	----	----
TOTAL			1.000	1961	1933		486.80

## RESULTADOS FINALES PROPORCIÓN EN VOL. EN OBRA (HÚMEDO)

MATERIAL	1 Bolsa de cemento (en Vol)	1 Bolsa de cemento (Agregado en Baldes de 18 Lts)	Para 1 m <sup>3</sup> (en Vol)		Características de la mezcla	
					Diseño - f'c	140 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.0 Pie3	1.0 bolsa	4.0 bolsas	Slump diseño	3"- 4"	
Agua	66.6 lts	66.6 lts	264.5 lts	Relacion AF:AG	50 : 50	
Arena gruesa	4.6 Pie3	6.0 baldes	0.5 m <sup>3</sup>	Relacion A/C	1.28	
Piedra Triturada	8.0 Pie3	10.5 baldes	0.9 m <sup>3</sup>	Contenido de aire en obra	2.5%	
Observaciones:						

## LABORATORIO GEOMET S.A.C.

Firma:   
Ing. John D. Córdova Estrada  
ISEE DE CONTROL DE CALIDAD

## REVISADO

Firma:   
Ing. Florencio Curo Tuta  
CIP 121433

## SUPERVISOR

Firma:

Nombre:

Nombre: RESPONSABLE DE LABORATORIO

Nombre:

Fecha: Diciembre del 2021

Fecha: Diciembre del 2021

Fecha:

PROYECTO: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

CLIENTE: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

IDENTIFICACION	
SLUMP	4"
R A/C	1.28
Relacion AF:AG	50 : 50

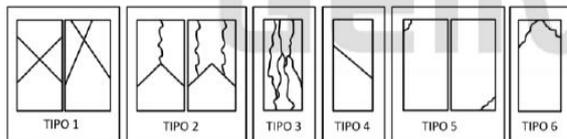
Diseño f'c Kg./cm <sup>2</sup>	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx. (KN)	Esfuerzo Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Compresión (%)
r a/c = 1.28	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	26.76	15.4	
r a/c = 1.28	16-Dic-21	23-Dic-21	7	176.71	24.75	14.3	
r a/c = 1.28	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	33.65	19.4	
r a/c = 1.28	16-Dic-21	30-Dic-21	14	176.71	30.87	17.8	
r a/c = 1.28	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	41.32	23.8	
r a/c = 1.28	16-Dic-21	13-Ene-22	28	176.71	45.76	26.4	



MOLDES	% f'c Especif.	Condicion: Xi > f'c Conformidad	Tipo de Fractura
BRIQUETA 1	65.0%		
BRIQUETA 2	65.0%		
BRIQUETA 3	90.0%		
BRIQUETA 4	90.0%		
BRIQUETA 5	100.0%		
BRIQUETA 6	100.0%		



PORCENTAJES DE DUREZA REFERENCIAL	
EDAD	RESISTENCIA
1 días	16.0%
3 días	40.0%
7 días	65.0%
14 días	90.0%
28 días	100.0%
35 días	103.0%
42 días	105.0%
49 días	107.0%
56 días	109.0%



ASTM APLICABLES.

- C39 - Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- C1064 - Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete

OBSERVACIONES

- Se preparo, se muestreo y moldeo en laboratorio.
- El curado de los testigos ha sido efectuado en cilindros con agua, se controló la temperatura a 20°C
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Ing. John D. Córdova Enriquez JEFE DE CONTROL DE CALIDAD	Nombre: Ing. Florencio Curo Tuto CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:
Fecha: Diciembre del 2021	Fecha: Diciembre del 2021	Fecha:

**ANEXO 18:**

**ENSAYO DE LABORATORIO – ROTURA DE PRISMAS  
PIEDRA POMEZ, CANTERA RAQCHI, SICUANI - CUSCO**



## INFORME TÉCNICO



### **ENSAYO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA**

**NORMAS TÉCNICAS: REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES E  
070**

**Norma Técnica Peruana NTP 399.613 2005**

#### **OBRA:**

**DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA  
USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO,  
2021.**

#### **UBICACIÓN :**

**DISTRITO: SICUANI**  
**PROVINCIA: CANCHIS**  
**DEPARTAMENTO: CUSCO**

**CLIENTE : CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE  
SONCCO**

**Marzo 2022**

  
**Ing. Florencio Curo Tute**  
**CIP: 121433**  
**RESPONSABLE DE LABORATORIO**

## CONTENIDO

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

#### 1.2 OBJETIVOS

#### 1.3 MARCO NORMATIVO

#### 1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDADES EN EVALUACION

### 2. UNIDAD DE ALBAÑILERIA

#### 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

##### 2.1.1 POR SUS DIMENSIONES.

##### 2.1.2 POR SU MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN.

##### 2.1.3 POR SUS ALVEOLOS.

#### 2.2 PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

#### 2.3 CLASIFICACION DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES

##### 2.3.1 VARIABILIDAD DIMENSIONAL:

##### 2.3.2 ALABEO

##### 2.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### 2.4 PRUEBAS NO CLASIFICATORIAS DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES

##### 2.4.1 ABSORCIÓN:

##### 2.4.2 SUCCIÓN

##### 2.4.3 PORCENTAJE DE VACIOS

### 3 EVALUACIÓN DE RESULTADOS



Ing. Florencio Curo Tuta  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Por encargo de CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO, se realizaron ensayos de laboratorio a unidades de albañilería para la obra: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

### 1.2 OBJETIVOS

- \* Determinar las propiedades físicas.
- \* Clasificar el tipo de unidad de albañilería.

### 1.3 MARCO NORMATIVO

El presente estudio está sujeto a la NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA 2020. Esta Norma establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.

- Resistencia a la Compresión – Normas NTP 399.613 y 399.604.
- Variación Dimensional - Normas NTP 399.613 y 399.604.
- Alabeo - Norma NTP 399.613.
- Absorción. Normas NTP 399.604 y 399.613.

### 1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDADES EN EVALUACION

FABRICA	MIRADOR
UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES	
TIPO	UNIDADES
DIMENSIONES	9X13x25
PESO Kg	
UNIDADES X M2	

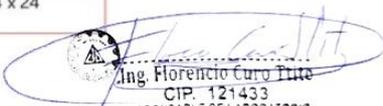
## 2. UNIDAD DE ALBAÑILERIA

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo que se ve la necesidad de establecer clasificaciones de acuerdo con sus principales propiedades.

Esta unidad se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales. Y también varía el modo constructivo pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión; así como por fabricación industrial o en situación precaria. Por todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas, y su propio peso tengan variedad, haciendo que la calidad de la unidad también este entre un pésimo y excelente.

\* Peso y medidas de los ladrillos de fabrica

TIPO DE LADRILLO	PESO	MEDIDAS
<b>King Kong fortaleza</b>	4.00	10 x 14 x 24
<b>King Kong H-9</b>	3.50	9 x 14 x 24
<b>King Kong infes</b>	3.50	9 x 13 x 24
<b>King Kong hercules</b>	3.10	10 x 14 x 24
<b>King Kong 18 huecos</b>	2.80	9 x 12.5 x 23
<b>Pandereta</b>	2.90	10 x 14 x 23
<b>Hueco 15</b>	7.00	15 x 30 x 30
<b>Hueco 12</b>	6.50	12 x 30 x 30
<b>Pastelero solido</b>	1.60	2.5 x 20 x 20
<b>Pastelero perforado</b>	1.80	3 x 24 x 24

  
Ing. Florencio Coro Tita  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

## 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

### 2.1.1 POR SUS DIMENSIONES.

\* **Los ladrillos:** tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano, en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14cm, un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso oscilante de 3kg a 6kg.

\* **Los bloques:** a diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues variara por los alveolos o huecos que tienen para ser manejados, claro que también son usados para la armadura o el concreto líquido

### 2.1.2 POR SU MATERIA PRIMA Y FABRICACIÓN.

- Existen por la materia prima tres tipos: **de arcilla, de Sílice – Cal y de Concreto**
- Existen por la fabricación dos tipos: los **artesanales** y los **industriales**.

### 2.1.3 POR SUS ALVEOLOS.

Esta clasificación se basa en el área neta de la unidad, respecto a la superficie bruta de la cara y las características de los alveolos, existen cuatro tipos:

\* **Sólidas o macizas:** los alveolos están necesariamente perpendicular a la cara del asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta, por lo cual para ser solido aún puede tener alveolos. En la aplicación de este tipo se considera para todas las propiedades las de la sección bruta, como el área, modulo resistente y la inercia calculados en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos. Generalmente las unidades artesanales son macizas por la facilidad de su fabricación, mientras que las que tienen alveolos son hechos en fábrica.

\* **Alveolares o huecas:** a diferencia de las sólidas los alveolos exceden el 30% del área bruta y en estas se puede rellenar con concreto líquido. En la aplicación de este tipo se considera para las propiedades las de la sección neta. Existen las perforadas dentro de esta categoría, que se caracterizan por tener alveolos reducidos no pueden ser rellenos ni armados.

\* **Tubulares:** tienen los alveolos paralelos a la cara de asiento. El tamaño de los alveolos será en relación al área bruta de la cara lateral.

## 2.2 PROPIEDADES DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA:

\* **Propiedades Físicas:** que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- o Resistencia a la Compresión.
- o  La Tracción medida como tracción por flexión.
- o Variabilidad dimensional
- o Alabeos
- o Succión
- o y Textura de la cara de asiento.

\* **Propiedades Mecánicas:** que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

- o Resistencia a la Compresión.
- o Densidad
- o Absorción.
- o Coeficiente de Saturación.

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas especificados por la Norma E.0.70 de Albañilería.

El muestreo será efectuó a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

### Limitaciones en su aplicación

El uso o aplicación de unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en NTE E.030 Diseño Sismo resistente

  
Ang Florencio Curo Tuta  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

### 2.3 CLASIFICACION DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES

Para esta clasificación existen tres ensayos importantes quienes nos indicaran que tipo de ladrillo se está usando.

Clase	Variación de la dimensión (Max. %)			ALABEO mm	RESISTENCIA A COMPRESIÓN		
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm			Kg/cm <sup>2</sup>	MPa
Ladrillo I	± 8%	± 6%	± 4%	10	MIN	50	4.9
Ladrillo II	± 7%	± 6%	± 4%	8	MIN	70	6.9
Ladrillo III	± 5%	± 4%	± 3%	6	MIN	95	9.3
Ladrillo IV	± 4%	± 3%	± 2%	4	MIN	130	12.7
Ladrillo V	± 3%	± 2%	± 1%	2	MIN	180	17.6
Bloque P	± 4%	± 3%	± 2%	4	MIN	50	4.9
Bloque NP	± 7%	± 6%	± 4%	8	MIN	20	2.0

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo con sus propiedades.

\* **Tipo I: Resistencia y durabilidad muy bajas.** Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

\* **Tipo II: Resistencia y durabilidad bajas.** Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.

\* **Tipo III: Resistencia y durabilidad media.** Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

\* **Tipo IV: Resistencia y durabilidad alta.** Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

\* **Tipo V: Resistencia y durabilidad muy altas.** Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

#### 2.3.1 VARIABILIDAD DIMENSIONAL:

La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión

$$\%V = \frac{DN - DP}{DN} \times 100$$

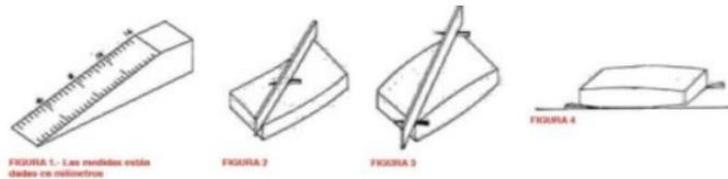
- % V: Variación de dimensión en porcentaje
- DN: Dimensión nominal
- DP: Dimensión promedio de cada dimensión

MUESTRA	LARGO	ANCHO	ALTURA
MUESTRA NRO 1	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 2	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 2	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 4	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 5	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 6	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 7	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 8	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 9	0.0%	0.0%	0.0%
MUESTRA NRO 10	0.0%	0.0%	0.0%
PROMEDIO DE VARIACION	0.0%	0.0%	0.0%

  
 Ing. Florencio Curo Tinto  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

### 2.3.2 ALABEO

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Así mismo puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla metálica que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros.



MUESTRA	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
MUESTRA NRO 1	0.0	0.0
MUESTRA NRO 2	0.0	0.0
MUESTRA NRO 2	0.0	0.0
MUESTRA NRO 4	0.0	0.0
MUESTRA NRO 5	0.0	0.0
MUESTRA NRO 6	0.0	0.0
MUESTRA NRO 7	0.0	0.0
MUESTRA NRO 8	0.0	0.0
MUESTRA NRO 9	0.0	0.0
MUESTRA NRO 10	0.0	0.0
PROMEDIO DE VARIACION	0.0	0.0

### 2.3.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f^b$ ) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro.

- \* Constituida por 5 ladrillos secos los cuales ha sido cortado perpendicularmente a lo largo del espécimen. El corte se hará por cualquier que no lo destruya y que dé superficies planas y paralelas.
- \* Recubrimiento de la muestra: Si las caras del espécimen presentan irregularidades
- \* Se coloca inmediatamente sobre el líquido la superficie del ladrillo que se va a recubrir, sosteniendo el espécimen de tal manera que el recubrimiento sea uniforme.

MUESTRA	R <sub>mu</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	R <sub>ue</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
MUESTRA NRO 1	122.3	112.5
MUESTRA NRO 2	124.7	114.7
MUESTRA NRO 2	115.3	106.0
MUESTRA NRO 4	109.0	100.3
MUESTRA NRO 5	112.7	103.7
MEDIA ARITMETICA (X)	116.8	
DESVIACIONESTANDAR (S)	6.5	
COEFICIENTE DE	5.6	

  
 Ing. Florencio Caro Pita  
 CIP. 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

Rue = 0.92 X Rmu	
Rue = Resistencia a la compresion en unidades enteras	
Rmu = Resistencia a la compresion en media unidad	
LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (F'c)	
F'c =	116.80 X 0.5
F'c =	110 kg/cm <sup>2</sup>
F'c =	10.81 Mpa

## 2.4 PRUEBAS NO CLASIFICATORIAS DE LA UNIDAD PARA FINES ESTRUCTURALES

### 2.4.1 ABSORCIÓN:

La Prueba de Absorción se basó en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras, obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado uniforme en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 °C. Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

A continuación, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua.

Antes de sumergir los especímenes, se procede a tomar un registro de la temperatura del agua potable contenida en los baldes.

Se sumerge el espécimen en agua limpia que se encuentre a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por un periodo de 24 horas. Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 1 gr.

Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del agua. Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = \frac{(w_s - w_d)}{w_d} \times 100$$

Dónde:

- Wd = Peso seco del espécimen.

- Ws = Peso del espécimen saturado, después de la inmersión en agua fría durante 24

Finalmente se calcula el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 %.

Datos y Resultados:

	ABSORCIÓN
MUESTRA NRO 1	12.96%
MUESTRA NRO 1	12.03%
MUESTRA NRO 2	12.12%
MUESTRA NRO 2	10.98%
MUESTRA NRO 4	11.58%
MUESTRA NRO 5	11.94%
PROMEDIO DE VARIACION	11.94%

**Interpretación:** En la tabla se obtiene que el valor promedio de absorción sea inferior a 22%, valor máximo para unidades de arcilla, con lo cual se las puede clasificar como unidades resistentes al intemperismo.

  
 Ing. Florencio Curo Tute  
 CIP: 121433  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO

### 3 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

#### 1 Definiciones Generales

De acuerdo a lo observado en el laboratorio, las unidades de albañería ensayadas tuvieron como materia prima la arcilla y pueden ser clasificadas como ladrillos debido a que el manejo de estas puede ser posible con una sola mano.

#### 2 Clasificación de las unidades según las normas NTP 331.017

Se ensayaron 10 especímenes industriales de los cuales, según los resultados, contaban con las siguientes medidas promedio

Largo	Ancho	Espesor	Peso
250 mm	130 mm	90 mm	

Como podemos observar, estas dimensiones se encuentran dentro de los valores comunes, es decir, un largo de 23 a 29cm con un ancho de 11 a 14 cm y altura de 6 a 9cm y un peso entre 3 y 6Kg. Esto verifica que las unidades efectivamente son **clasificadas como ladrillos**.

#### 3 De acuerdo al ensayo de porcentaje de alveolos y con unos valores obtenidos de vacío de 67.1%, se puede clasificar como una unidad huecas ya que el porcentaje de vacíos es mayor al 30%

#### 4 Clasificación de las unidades para fines estructurales según la norma E.070

Se tiene la siguiente tabla

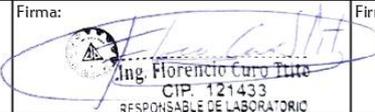
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_c$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

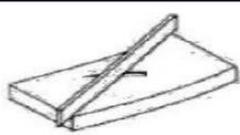
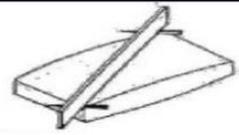
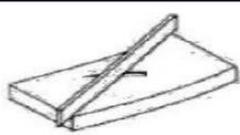
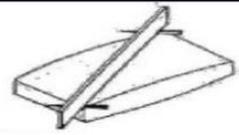
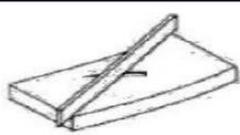
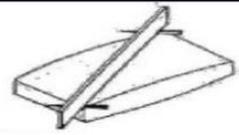
- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes  
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

	RESULTADO	Clasificación de ladrillo
La variación de dimensiones en altura (V%)	0.0%	
La variación de dimensiones en ancho (V%)	0.0%	
La variación de dimensiones en largo (V%)	0.0%	
Respecto al alabeo concavidad/ convexidad (mm)	0.0%	
Respecto a la rotura (Kg/cm2)	110 kg/cm2	

Comparando la tabla con los resultados obtenidos en los ensayos a compresión se tiene que LA UNIDAD en evaluación, puede ser clasificado como un BLOQUE PORTANTE ya que su resistencia a compresión bordea los 110 Kg/cm2

  
Ing. Florencio Curo Tute  
CIP. 121433  
RESPONSABLE DE LABORATORIO

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS												
	AREA DE CALIDAD												
	DIMENSIONAMIENTO												
	(Normas NTP 399.613 y 399.604.)												
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.													
<b>SOLICITA:</b> CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO						<b>FECHA:</b>		Marzo - 2022					
<b>DATOS DE MUESTRA</b>													
<b>MUESTRA:</b> GRUPO 1 - MUESTRA						<b>Forma del bloque:</b> PRISMA RECTO							
<b>PROCEDENCIA:</b> ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES						<b>Forma de celda:</b> -							
<b>MUESTRA:</b> UNIDAD DE ALBAÑILERIA						<b>Nro de Huecos Verticales:</b> -							
<b>LADRILLO:</b> 9X13X25													
<b>CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES</b>													
Clase/Variación de la dimension (máxima en porcentaje)					Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm						
Ladrillo I					± 8%	± 6%	± 4%						
Ladrillo II					± 7%	± 6%	± 4%						
Ladrillo III					± 5%	± 4%	± 3%						
Ladrillo IV					± 4%	± 3%	± 2%						
Ladrillo V					± 3%	± 2%	± 1%						
Bloque P (Bloque usado en la construcción de muros portantes)					± 4%	± 3%	± 2%						
Bloque NP (Bloque usado en la construcción de muros no portantes)					± 7%	± 6%	± 4%						
<b>DIMENSIONAMIENTO</b>													
$V = (ME - MP) / ME \times 100$					V = Variabilidad Dimensional (%)								
					ME = Medida especificada por el fabricante (mm)								
					MP = Medida Promedio (mm)								
DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	LARGO				ANCHO				ALTURA				
	D.E	M.P.	mm	V	D.E	M.P.	mm	V	D.E	M.P.	mm	V	
MUESTRA NRO 1	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 2	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 2	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 4	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 5	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.02	0	0.0%	
MUESTRA NRO 6	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 7	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 8	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.03	0	0.0%	
MUESTRA NRO 9	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.01	0	0.0%	
MUESTRA NRO 10	250	250.01	0	0.0%	13	13.00	0	0.0%	90	90.02	0	0.0%	
PROMEDIO DE VARIACION	LARGO:			0	0.0%	ANCHO:		0	0.0%	ALTURA:		0	0.0%
DONDE: D.E. : DIMENSION ESPECIFICADA M.P. : MEDIDA PROMEDIO													
OBSERVACIONES: * LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARAMETROS EXIGIDOS SEGÚN LAS NORMAS NTP 399.613 y 399.604.													
LABORATORIO GEOMET S.A.C.				REVISADO				SUPERVISOR					
Firma:  Ing. John D. Córdova Estrada JEFE DE DIVISION DE CALIDAD				Firma:  Ing. Florencio Curo Tute CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO				Firma:					
Nombre:				Nombre:				Nombre:					
Fecha: Marzo/2022				Fecha: Marzo/2022				Fecha:					

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																													
	AREA DE CALIDAD																													
	ALABEO																													
	(Normas NTP 399.613.)																													
PROYECTO:	DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																													
SOLICITA:	CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO	FECHA:	Marzo - 2022																											
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																														
MUESTRA:	GRUPO 1 - MUESTRA	Forma del bloque:	PRISMA RECTO																											
PROCEDENCIA:	ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES	Forma de celda:	-																											
MUESTRA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	Nro de Huecos Verticales:	-																											
LADRILLO:	9X13X25																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES</th> </tr> <tr> <th>Clase</th> <th>ALABEO (maxima en mm)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ladrillo I</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ladrillo II</td> <td>8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ladrillo III</td> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ladrillo IV</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ladrillo V</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bloque P (Bloque usado en la construcción de muros portantes)</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bloque NP (Bloque usado en la construcción de muros no portantes)</td> <td>8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES			Clase	ALABEO (maxima en mm)		Ladrillo I	10		Ladrillo II	8		Ladrillo III	6		Ladrillo IV	4		Ladrillo V	2		Bloque P (Bloque usado en la construcción de muros portantes)	4		Bloque NP (Bloque usado en la construcción de muros no portantes)	8	
CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES																														
Clase	ALABEO (maxima en mm)																													
Ladrillo I	10																													
Ladrillo II	8																													
Ladrillo III	6																													
Ladrillo IV	4																													
Ladrillo V	2																													
Bloque P (Bloque usado en la construcción de muros portantes)	4																													
Bloque NP (Bloque usado en la construcción de muros no portantes)	8																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Concavidad</th> <th>Convexidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </tbody> </table>		Concavidad	Convexidad																											
Concavidad	Convexidad																													
																														
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)																												
MUESTRA NRO 1	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 2	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 3	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 4	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 5	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 6	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 7	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 8	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 9	0.00	0.00																												
MUESTRA NRO 10	0.00	0.00																												
PROMEDIO DE VARIACION	0.00	0.00																												
OBSERVACIONES:																														
<p><i>* LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARAMETROS EXIGIDOS SEGÚN LAS NORMAS NTP 399.613</i></p>																														
LABORATORIO GEOMET S.A.C.		REVISADO	SUPERVISOR																											
Firma:		Firma:																												
																														
Nombre:		Nombre:																												
Fecha:	Marzo/2022	Fecha:	Marzo/2022																											

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>				
	AREA DE CALIDAD				
	<b>ABSORCION</b>				
	( NTP.399.604, NTP. 339.1613)				
PROYECTO:	DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.				
SOLICITA:	CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO	FECHA:	Marzo - 2022		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
MUESTRA:	<u>GRUPO 1 - MUESTRA</u>	Forma del bloque:	<u>PRISMA RECTO</u>		
PROCEDENCIA:	<u>ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES</u>	Forma de celda:	-		
MUESTRA:	<u>UNIDAD DE ALBAÑILERIA</u>	Nro de Huecos Verticales:	-		
LADRILLO:	<u>9X13X25</u>				
<b>CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES</b>					
Clase		% ABSORCION REQUERIDO		DENSIDAD MIN(KG/CM3)	
Ladrillo I		MAX	25%	1.50	
Ladrillo II		MAX	25%	1.60	
Ladrillo III		MAX	25%	-	
Ladrillo IV		MAX	22%	-	
Ladrillo V		MAX	22%	-	
Bloque P (Bloque usado en la construcción de muros portantes)		MAX	12%	1.70	
Bloque NP (Bloque usado en la construcción de muros no portan		MAX	15%	1.60	
<b>ABSORCION</b>					
$A = (P_{sat} - P_{sec}) / P_{sec} \times 100$		A = Absorción (%)			
		sat = Peso saturado de la unidad de albañilería (gr)			
		Psec = Peso seco de la unidad de albañilería (gr)			
<b>DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO</b>	<b>DATOS</b>			<b>%</b>	<b>gr/cm3</b>
	<b>P. SAT</b>	<b>PESO SUMERGIDO</b>	<b>P.SEC</b>	<b>ABSORCION</b>	<b>DENSIDAD</b>
MUESTRA NRO 1	3880.0	1433.7	3434.8	12.96%	1.586
MUESTRA NRO 2	3867.0	1409.1	3451.9	12.03%	1.573
MUESTRA NRO 3	3840.8	1412.4	3425.5	12.12%	1.582
MUESTRA NRO 4	3802.0	1405.2	3425.8	10.98%	1.586
MUESTRA NRO 5	3799.0	1406.4	3404.7	11.58%	1.588
PROMEDIO				<b>11.94%</b>	<b>1.580</b>
OBSERVACIONES:					
<p>.....</p> <p>.....</p> <p>* LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCION SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS PARAMETROS EXIGIDOS SEGÚN LAS NORMAS NTP 399.613 y 399.604.</p> <p>.....</p> <p>* PARA EL ENSAYO SE FRAGMENTO LAS MUESTRAS</p> <p>.....</p>					
<b>LABORATORIO GEOMET S.A.C.</b>		<b>REVISADO</b>		<b>SUPERVISOR</b>	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Ing. John Carlos Enriquez Área de Control de Materiales	Nombre:	Ing. Florencio Curo Tito CIP 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre:	
Fecha:	Marzo/2022	Fecha:	Marzo/2022	Fecha:	

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS				
	ÁREA DE CALIDAD				
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
	NORMA TÉCNICA E-70 (ALBAÑILERÍA) DE R.N.E. ( NTP.399.604, NTP. 339.1613)				
PROYECTO:	DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.				
SOLICITA:	CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO	FECHA:	Marzo - 2022		
<b>DATOS DE MUESTRA</b>					
MUESTRA:	GRUPO 1 - MUESTRA	Forma del bloque:	PRISMA RECTO		
PROCEDENCIA:	ALBAÑILERÍA CON PIEDRA POMES	Forma de celda:	-		
MUESTRA:	UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	Nro de Huecos Verticales:	-		
LADRILLO:	9X13X25				
<b>CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES</b>					
Clase		RESISTENCIA A COMPRESIÓN			
		Kg/cm <sup>2</sup>	MPa		
Ladrillo I	MIN	50	4.9		
Ladrillo II	MIN	70	6.9		
Ladrillo III	MIN	95	9.3		
Ladrillo IV	MIN	130	12.7		
Ladrillo V	MIN	180	17.6		
Bloque P (Bloque usado en la construcción de muros portantes)	MIN	50	4.9		
Bloque NP (Bloque usado en la construcción de muros no portantes)	MIN	20	2.0		
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					
C = W/A		C = Resistencia a compresión del espécimen (kg/cm <sup>2</sup> )			
		W = Carga máxima (kg), indicada por la máquina de ensayo			
		A = Área bruta de la superficie de contacto (cm <sup>2</sup> )			
DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA SOMETIDA Lec Dial (Kg)	ALTURA CM	ESFUERZO A LA ROTURA (Kg/cm <sup>2</sup> )	
				Rmu=(Kg/cm <sup>2</sup> )	Rue = F´b= Kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA NRO 1	325.00	39733.4	9.00	122	112
MUESTRA NRO 2	325.00	40518.6	9.00	125	115
MUESTRA NRO 3	325.00	37456.4	9.00	115	106
MUESTRA NRO 4	325.00	35440.4	9.00	109	100
MUESTRA NRO 5	325.00	36643.6	9.00	113	104
MEDIA ARITMETICA (X)				116.80	
DESVIACIONESTANDAR (S)				6.53	
COEFICIENTE DE VARIACION (CV)				5.59	
LA RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (F´b)			COEFICIENTE DE RELACION A LA COMPRESION DE ALBAÑILERIA ENTERAS Y MEDIAS UNIDADES		
F´b	=	X - S	Rue = 0.92 X Rmu		
		116.80 - 6.53			
F´b	=	110 kg/cm <sup>2</sup>	Rue = Resistencia a la compresion en unidades enteras		
F´b	=	10.81 Mpa	Rmu = Resistencia a la compresion en media unidad		
OBSERVACIONES:					
* Las unidades ensayadas, de acuerdo a su manufactura se clasifican como: <span style="float: right;">UNIDAD MECANIZADA</span>					
* De acuerdo a las muestras ensayadas por resistencia a la compresión, El lote de ladrillo se clasifica como: unidad de albañilería clase: <span style="float: right;">III</span>					
LABORATORIO GEOMET S.A.C.		REVISADO		SUPERVISOR	
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	Ing. John D. Candela Estigarribia	Nombre:	Ing. Florencio Curo Tito	Nombre:	
Fecha:	Marzo/2022	Fecha:	Marzo/2022	Fecha:	

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																																																
	AREA DE CALIDAD																																																
	COMPRESIÓN DE PILAS EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA																																																
	NORMA TECNICA E-70 (ALBAÑILERIA) DE R.N.E. ( NTP.399.604, NTP. 339.1613)																																																
PROYECTO:	DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.																																																
SOLICITA:	CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO		FECHA:	Marzo - 2022																																													
<b>DATOS DE MUESTRA</b>																																																	
MUESTRA:	GRUPO 1 - MUESTRA		Forma del bloque:	PRISMA RECTO																																													
PROCEDENCIA:	ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES		Forma de celda:	-																																													
MUESTRA:	UNIDAD DE ALBAÑILERIA		Nro de Huecos Verticales:	-																																													
LADRILLO:	9X13X25																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MATERIA PRIMA</th> <th>DENOMINACION</th> <th>UNIDADE F´b</th> <th>PILAS F´m</th> <th>MURETES V´m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">ARCILLA</td> <td>KING KONG ARTESANAL</td> <td>55</td> <td>35</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>KING KONG INDUSTRIAL</td> <td>145</td> <td>65</td> <td>8.1</td> </tr> <tr> <td>REJILLA INDUSTRIAL</td> <td>215</td> <td>85</td> <td>9.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">SILICE - CAL</td> <td>KING KONG NORMAL</td> <td>100</td> <td>110</td> <td>9.7</td> </tr> <tr> <td>DEDALO</td> <td>145</td> <td>95</td> <td>9.7</td> </tr> <tr> <td>ESTANDAR Y MECANO</td> <td>145</td> <td>110</td> <td>9.2</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">CONCRETO</td> <td rowspan="4">BLOQUE TIPO P</td> <td>50</td> <td>74</td> <td>8.1</td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>85</td> <td>9.2</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>95</td> <td>9.7</td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>120</td> <td>10.9</td> </tr> </tbody> </table>					MATERIA PRIMA	DENOMINACION	UNIDADE F´b	PILAS F´m	MURETES V´m	ARCILLA	KING KONG ARTESANAL	55	35	5.1	KING KONG INDUSTRIAL	145	65	8.1	REJILLA INDUSTRIAL	215	85	9.2	SILICE - CAL	KING KONG NORMAL	100	110	9.7	DEDALO	145	95	9.7	ESTANDAR Y MECANO	145	110	9.2	CONCRETO	BLOQUE TIPO P	50	74	8.1	65	85	9.2	75	95	9.7	85	120	10.9
MATERIA PRIMA	DENOMINACION	UNIDADE F´b	PILAS F´m	MURETES V´m																																													
ARCILLA	KING KONG ARTESANAL	55	35	5.1																																													
	KING KONG INDUSTRIAL	145	65	8.1																																													
	REJILLA INDUSTRIAL	215	85	9.2																																													
SILICE - CAL	KING KONG NORMAL	100	110	9.7																																													
	DEDALO	145	95	9.7																																													
	ESTANDAR Y MECANO	145	110	9.2																																													
CONCRETO	BLOQUE TIPO P	50	74	8.1																																													
		65	85	9.2																																													
		75	95	9.7																																													
		85	120	10.9																																													
FUENTE: NORMA E-070, 2007.																																																	
<b>ENSAYO COMPRESION EN PILAS</b>																																																	
DENOMINACION DE MUESTRA DE ENSAYO	DATOS																																																
	Largo Lp	Ancho Tp	Altura Hp	A=Area (mm2)	P=CARGA (KN)	F´m =(P/A) Kg/cm2																																											
MUESTRA NRO 1	25.0	13.1	30.0	327.6	200.3	62.3																																											
MUESTRA NRO 2	25.0	13.1	30.0	327.6	195.4	60.8																																											
MUESTRA NRO 3	25.0	13.1	30.0	327.6	178.7	55.6																																											
MUESTRA NRO 4	25.0	13.1	30.0	327.6	168.3	52.4																																											
MUESTRA NRO 5	25.0	13.1	30.0	327.6	198.7	61.8																																											
PROMEDIO	25.0	13.1	30.0	327.6	188.2	58.6																																											
<b>CALCULO DE ESBELTEZ Y CORRECCIONES DE F´m</b>																																																	
FACTORES DE CORRECCIÓN DE F´m POR ESBELTEZ																																																	
Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0																																											
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00																																											
Tabla de correccion de esbeltez tomada de la norma E-070 de albañileria																																																	
	E=Hp/Tp	CC	f´m corregido																																														
MUESTRA NRO 1	2.29	0.790	49.28																																														
MUESTRA NRO 2	2.29	0.790	48.06																																														
MUESTRA NRO 3	2.29	0.790	43.95																																														
MUESTRA NRO 4	2.29	0.790	41.39																																														
MUESTRA NRO 5	2.29	0.790	48.87																																														
f´m promedio		46.31																																															
Desv. Estándar		3.47																																															
<b>f´m</b>		<b>42.8 kg/cm2</b>																																															
E= Esbeltez ; CC: coeficiente de correccion por esbeltez																																																	
OBSERVACIONES:																																																	
FECHA DE MOLDEO :	10/02/2022	FECHA DE ROTURA	10/03/2022	EDAD :	28 Dias																																												
Dosificacaion de mortero:	01:05																																																
LABORATORIO GEOMET S.A.C.		REVISADO		SUPERVISOR																																													
Firma:			Firma:																																														
Nombre:	Ing. John T. Cárdenas Estrada		Nombre:	Ing. Florencio Curo Tuta																																													
Fecha:	Marzo/2022		Fecha:	Marzo/2022																																													



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco  
Cel 985242438 - 943888822 E-mail geometsac@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAGONAL DEL MURETE



Obra: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

Cliente: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

DATOS DE MUESTRA

Concepto: ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES

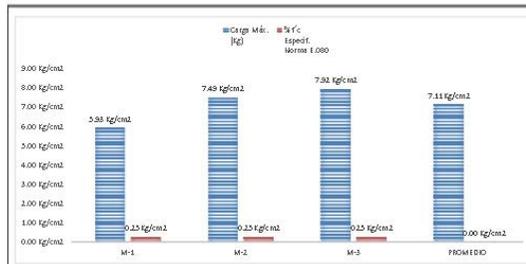
Hecho por: J.C.E

Ubicación: UNIDAD DE ALBAÑILERIA

Fecha: Marzo del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

Código de muestra	N° de Muestra	IDENTIFICACION	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	DIMENSIONES			SUPERFICIE DE LA CARGA EN	CARGA EN EL MOMENTO QUE FALLA EL	Carga Máx. (Kg)	RESISTENCIA DEL MURETE DE ADOBE A	#Promedio 4 pruebas consecutivas	% f'c Especif. Norma E.080	Condición: Xi > fc Conformidad
						Longitud	Ancho	Altura							
M-1	1	MURETE CON UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES	10-Feb-21	10-Mar-21	28	39.40	13.90	38.20	1095.32	63.68	6.493	5.93 Kg/cm2	7.11 Kg/cm2	0.25 Kg/cm2	Conforme
M-2	2		10-Feb-21	10-Mar-21	28	39.00	12.10	39.00	943.80	69.35	7.072	7.49 Kg/cm2		0.25 Kg/cm2	Conforme
M-3	3		10-Feb-21	10-Mar-21	28	38.80	12.00	39.00	931.20	72.35	7.378	7.92 Kg/cm2		0.25 Kg/cm2	Conforme



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	7.11 Kg/cm <sup>2</sup>
MIN	5.93 Kg/cm <sup>2</sup>
MAX	7.92 Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	1.05
Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)	14.75
VARIANZA	1.10

Donde:

$$V_m = \frac{P_{max}}{2ae_m} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$V_m$  : Resi (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $P_{max}$  : Carga máxima o carga de rotura (Kg).  
 $a$  : Lado del murete (cm).  
 $e_m$  : Espesor del murete (cm).

- OBSERVACIONES:
1. El muestreo, moldeo, custodia in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
  2. Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
  3. De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas."

LABORATORIO GEOMET S.A.C.	REVISADO POR	SUPERVISOR
Firma:	Firma:	Firma:
Nombre y firma: Ing. John D. Carrasco Encargado SERV. DE CONTROL DE CALIDAD	Nombre y firma: Ing. Florencio Coro Tito CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre y firma:
Fecha: Marzo/2021	Fecha: Marzo/2021	Fecha:



Urb. Ministerio de Agricultura C-9 Sicuani - Canchis - Cusco  
Cel 985242438 - 943888822 E-mail geometsac@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTROL DE CALIDAD

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE



Obra: DISEÑO DE CONCRETO DE BAJA DENSIDAD CON PIEDRA POMES PARA USO EN MUROS NO PORTANTES EN EDIFICACIONES, SICUANI, CUSCO, 2021.

Cliente: CHELA CCAHUANTICO ESPIRILLA, EDWIN JHON QUISPE SONCCO

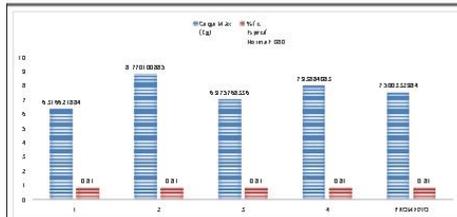
DATOS DE MUESTRA

Concepto: ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES Hecho por: J.C.E

Ubicación: UNIDAD DE ALBAÑILERIA Fecha: Marzo del 2021

RESULTADOS DE ENSAYOS

Código de muestra	N° de Muestra	IDENTIFICACION	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad (días)	DIMENSIONES			Área (cm <sup>2</sup> )	LONGITUD ENTRE APOYOS (L) (cm)	Carga Máx. (KN)	Carga Máx. (Kg)	RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE ADOBE A LA FLEXIÓN f <sub>fx</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	*Promedio 4 pruebas consecutivas	% f'c Especif. Norma E.080	Condición: Xi > f'c Conformidad Resultado
						Longitud	Ancho	Altura								
M-1	1	UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON PIEDRA POMES	10-Feb-21	10-Mar-21	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	13.55	1.382	29.46 Kg/cm <sup>2</sup>	30.85 Kg/cm <sup>2</sup>	0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-2	2		10-Feb-21	10-Mar-21	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	15.22	1.552	33.09 Kg/cm <sup>2</sup>		0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-3	3		10-Feb-21	10-Mar-21	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	16.35	1.667	35.55 Kg/cm <sup>2</sup>		0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-4	4		10-Feb-21	10-Mar-21	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	12.58	1.283	27.35 Kg/cm <sup>2</sup>		0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme
M-5	5		10-Feb-21	10-Mar-21	28	25.01	13.00	9.01	325.13	15.00	13.25	1.351	28.81 Kg/cm <sup>2</sup>		0.81 Kg/cm <sup>2</sup>	Conforme



Resistencia promedio de la unidad de adobe a compresión (ft)(kg/cm <sup>2</sup> )	30.85 Kg/cm <sup>2</sup>
MIN	27.35 Kg/cm <sup>2</sup>
MAX	35.55 Kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar de la resistencia de la unidad de adobe (kg/cm <sup>2</sup> )	3.37
Coefficiente de variación de la resistencia de la unidad de adobe (dispersión)	10.92
VARIANZA	11.36

$$f_t = \frac{1.5 (P_{max} \cdot L)}{b B^2}$$

Donde:  
 f<sub>t</sub> Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)  
 P<sub>max</sub> Carga máxima aplicada en el momento de falla del espécimen (kg)  
 L Longitud entre apoyos (cm)  
 b Ancho del espécimen (cm)  
 B Altura o espesor del espécimen (cm)

OBSERVACIONES:

- El muestreo, moldeo, custodia in situ y transporte de los testigos, ha sido efectuado bajo responsabilidad del solicitante.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca Modelo STYE-2000 N° de serie 170359 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración, aplicando una velocidad de carga de 5.0 kN/s; en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- De los ensayos de compresión de testigos, a los días de ensayo, CUMPLE con las especificaciones técnicas."

LABORATORIO GEOMET S.A.C.		REVISADO POR	SUPERVISOR
Firma:		Firma:	
Nombre y firma:	Ang. Florencio Curo Tuto CIP: 121433 RESPONSABLE DE LABORATORIO	Nombre y firma:	
Fecha: 00/01/1900	Fecha: 00/01/1900	Fecha: 00/01/1900	Fecha: 00/01/1900

**ANEXO 19:**

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN**



LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 109-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-29

**1. SOLICITANTE** : **GEOMET S.A.C**

**DIRECCIÓN** : MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO - CANCHIS – SICUANI

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8339020103

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( $e$ ) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-16

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

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

G & L LABORATORIO 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.

**3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOMET S.A.C  
MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO - CANCHIS – SICUANI

Gilmer Antonio Huaman Poquioma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	17.1 °C	17.1 °C
Humedad Relativa	43 %	43 %

#### 6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b> <b>TOTAL WEIGHT</b>	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

#### 7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 29951 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

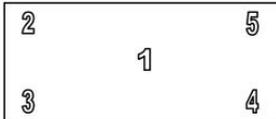
#### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15,006	0.5	6.0	30,007	0.6	6.9
2	15,006	0.5	6.0	30,007	0.5	7.0
3	15,006	0.5	6.0	30,007	0.5	7.0
4	15,006	0.6	5.9	30,007	0.5	7.0
5	15,006	0.5	6.0	30,007	0.5	7.0
6	15,006	0.5	6.0	30,007	0.6	6.9
7	15,006	0.5	6.0	30,007	0.6	6.9
8	15,006	0.5	6.0	30,007	0.6	6.9
9	15,006	0.5	6.0	30,007	0.5	7.0
10	15,006	0.5	6.0	30,007	0.5	7.0
Diferencia Máxima			0.1	0.1		
Error m.p.m. permitido ±			20 g	± 30 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17.1	17.1

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,004	0.5	4.0	4.0
2		10	0.5	0.0		9,998	0.4	-1.9	-1.9
3		10	0.5	0.0		10,004	0.5	4.0	4.0
4		10	0.5	0.0		10,004	0.5	4.0	4.0
5		10	0.5	0.0		10,004	0.4	4.1	4.1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17.1	17.1

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	±(g)
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,004	0.5	4.0	4.0	10,004	0.5	4.0	4.0	20
15,000	15,006	0.5	6.0	6.0	15,006	0.5	6.0	6.0	20
20,000	20,004	0.6	3.9	3.9	20,004	0.5	4.0	4.0	20
25,000	25,005	0.6	4.9	4.9	25,005	0.6	4.9	4.9	30
30,000	30,007	0.7	6.8	6.8	30,007	0.7	6.8	6.8	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 003E-04 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 003E-08 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

### OBJETO DE PRUEBA:

Instrument

**Rangos**

Measurement range

**FABRICANTE**

Manufacturer

**Modelo**

Model

**Serie**

Identification number

**Ubicación de la máquina**

Location of the machine

**Norma de referencia**

Norm of used reference

**Intervalo calibrado**

Calibrated interval

**Solicitante**

Customer

**Dirección**

Address

**Ciudad**

City

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

Measurement standard

**Tipo / Modelo**

Type / Model

**Rangos**

Measurement range

**Fabricante**

Manufacturer

**No. serie**

Identification number

**Certificado de calibración**

Calibration certification

**Incertidumbre de medida**

Uncertainty of measurement

**Método de calibración**

Method of calibration

**Unidades de medida**

Units of measurement

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

Date of calibration

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

Date of issue

### MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

1 000 kN

Pág. 1 de 3

**KAIZA CORP**

**STYE – 2000**

**170359**

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOMET S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

**GEOMET S.A.C**

MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO -  
CANCHIS – SICUANI  
CUSCO

T71P / ZSC

150 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / 5M56609

N° INF – LE – 436 – 20

0.060 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

**2021 – 04 – 16**

**2021 – 04 – 29**

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

Number of pages of this certificate and documents attached

3

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized Signatures

  
Téc. Guiller A. Huamán Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**NÚMERO** 110-2021 GLF  
Pág. 2 de 3

**Método de Calibración:** FUERZA INDICADA CONSTANTE  
**Tipo de Instrumento:** MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

**Dirección de la Carga:** COMPRESIÓN **Resolución:** 0.002 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kN	kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	100.00	100.42	99.64		99.04	
20	200.00	200.47	199.02		198.07	
30	300.00	300.01	299.74		298.73	
40	400.00	399.96	398.48		398.37	
50	500.00	499.92	498.41	No Aplica	498.37	No Aplica
60	600.00	599.84	598.60		598.15	
70	700.00	699.92	699.45		698.86	
80	800.00	799.97	799.61		799.14	
90	900.00	899.56	899.17		899.94	
100	1 000.00	999.74	999.83		999.43	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
10	100.00	0.30	1.38			0.002	0.804
20	200.00	0.41	1.20			0.001	0.704
30	300.00	0.17	0.43			0.001	0.269
40	400.00	0.27	0.40			0.001	0.266
50	500.00	0.22	0.31	No Aplica	No Aplica	0.000	0.216
60	600.00	0.19	0.28			0.000	0.182
70	700.00	0.08	0.15			0.000	0.111
80	800.00	0.05	0.10			0.000	0.091
90	900.00	0.05	0.09			0.000	0.084
100	1 000.00	0.03	0.04			0.000	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 13.2 °C Humedad Mínima: 41.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 13.2 °C Humedad Máxima: 41.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **110-2021 GLF**  
Pág. 3 de 3

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

<i>Errores relativos absolutos máximos hallados</i>					
<i>Exactitud q(%)</i>	<i>Repetibilidad b(%)</i>	<i>Reversibilidad v(%)</i>	<i>Accesorios aces(%)</i>	<i>Cero fe(%)</i>	<i>Resolución a(%) en el 20%</i>
0,41	1,20	No Aplica	No Aplica	0,00	0,001

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 2 Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 436 – 20.

**OBSERVACIONES .**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 110-2021 GLF

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Téc. Germán A. Huamán Poquioma*  
Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

### OBJETO DE PRUEBA:

*Instrument*

**Rangos**

*Measurement range*

**FABRICANTE**

*Manufacturer*

**Modelo**

*Model*

**Serie**

*Identification number*

**Ubicación de la máquina**

*Location of the machine*

**Norma de referencia**

*Nom of used reference*

**Intervalo calibrado**

*Calibrated interval*

**Solicitante**

*Customer*

**Dirección**

*Address*

**Ciudad**

*City*

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

*Measurement standard*

**Tipo / Modelo**

*Type / Model*

**Rangos**

*Measurement range*

**Fabricante**

*Manufacturer*

**No. serie**

*Identification number*

**Certificado de calibración**

*Calibration certification*

**Incertidumbre de medida**

*Uncertainty of measurement*

**Método de calibración**

*Method of calibration*

**Unidades de medida**

*Units of measurement*

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

*Date of calibration*

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

*Date of issue*

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

*Number of pages of this certificate and documents attached*

**FIRMAS AUTORIZADA**

*Authorized Signature(s)*

  
**Téc. Gilmer A. Huamán Poquioma**  
Responsable Laboratorio de Metrología

### MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

214 kgf

NO PRESENTA

NO PRESENTA

CAM – 01

LAB. DE FUERZA DE G&L LABORATORIO S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

GEOMET S.A.C

MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO -  
CANCHIS – SICUANI  
CUSCO

T31P / DEF – A

500 kg

OHAUS / KELLY

B632871732 / AHK2580

N° CC – 2047 – 2020

0.032 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 04 – 28

2021 – 04 – 30

Pág. 1 de 5

5



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **111-2021 GLF**  
Pág. 2 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: ANILLO DE CARGA – CÁMARA 01

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.11 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	UNIDADES	kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	40	20.00	20.05		20.00	
20	80	39.95	39.95		41.80	
30	120	59.45	60.05		65.05	
40	160	79.25	80.55		99.85	
50	200	98.85	101.15	No Aplica	104.70	No Aplica
60	240	119.10	123.80		123.00	
70	280	139.45	146.55		153.70	
80	320	160.85	169.20		177.80	
90	360	183.00	191.90		202.65	
100	400	204.30	213.75		224.45	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kgf						
10	20.43	2.06	0.25			0.524	#VALOR!
20	39.54	-2.54	4.56			0.271	#VALOR!
30	59.60	-3.12	9.10			0.180	#VALOR!
40	80.46	-7.03	23.80			0.133	#VALOR!
50	101.98	0.41	5.76	No Aplica	No Aplica	0.105	#VALOR!
60	124.00	1.67	3.85			0.086	#VALOR!
70	146.37	-0.13	9.72			0.073	#VALOR!
80	168.94	-0.20	10.01			0.063	#VALOR!
90	191.56	-0.50	10.21			0.056	#VALOR!
100	214.07	-0.05	9.41			0.050	#VALOR!
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 23.6 °C  
Temperatura Máxima: 23.6 °C

Humedad Mínima: 66.0 %Hr  
Humedad Máxima: 66.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **111-2021 GLF**  
Pág. 3 de 5

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

<i>Errores relativos absolutos máximos hallados</i>					
<i>Exactitud</i> q(%)	<i>Repetibilidad</i> b(%)	<i>Reversibilidad</i> v(%)	<i>Accesorios</i> aces(%)	<i>Cero</i> fe(%)	<i>Resolución</i> a(%) en el 20%
7,03	23,80	No Aplica	No Aplica	0,00	0,271

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE NO CLASIFICA Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC – 2046 – 2020.

**OBSERVACIONES .**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 111-2021 GLF

FIRMA AUTORIZADA  
SUPERVISOR

Téc. **Gimel A. Huamán Poguima**  
Responsable Laboratorio de Metrología





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO 111-2021 GLF  
Pág. 4 de 5

TABLA DE CALIBRACIÓN

Carga en kgf =  $A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$ , donde X = Lectura del Dial

$A_0 = 2.42833E+00$   
 $A_1 = 4.34900E-01$

$A_2 = 3.93247E-04$   
 $A_3 = -3.94419E-07$

Desvío estandar del ajuste = 0.99566 kgf

Lecturas	Carga en kgf									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	6.82	7.26	7.70	8.15	8.59	9.04	9.49	9.93	10.38	10.83
20	11.28	11.73	12.18	12.63	13.09	13.54	13.99	14.45	14.91	15.36
30	15.82	16.28	16.73	17.19	17.65	18.11	18.58	19.04	19.50	19.96
40	20.43	20.89	21.36	21.82	22.29	22.76	23.23	23.70	24.17	24.64
50	25.11	25.58	26.05	26.52	27.00	27.47	27.95	28.42	28.90	29.38
60	29.85	30.33	30.81	31.29	31.77	32.25	32.73	33.21	33.70	34.18
70	34.66	35.15	35.63	36.12	36.60	37.09	37.58	38.07	38.56	39.05
80	39.54	40.03	40.52	41.01	41.50	41.99	42.49	42.98	43.48	43.97
90	44.47	44.96	45.46	45.96	46.46	46.95	47.45	47.95	48.45	48.95
100	49.46	49.96	50.46	50.96	51.47	51.97	52.48	52.98	53.49	53.99
110	54.50	55.01	55.52	56.02	56.53	57.04	57.55	58.06	58.57	59.09
120	59.60	60.11	60.62	61.14	61.65	62.16	62.68	63.20	63.71	64.23
130	64.74	65.26	65.78	66.30	66.82	67.34	67.86	68.38	68.90	69.42
140	69.94	70.46	70.98	71.51	72.03	72.55	73.08	73.60	74.13	74.65
150	75.18	75.71	76.23	76.76	77.29	77.82	78.35	78.87	79.40	79.93
160	80.46	80.99	81.53	82.06	82.59	83.12	83.65	84.19	84.72	85.25
170	85.79	86.32	86.86	87.39	87.93	88.47	89.00	89.54	90.08	90.61
180	91.15	91.69	92.23	92.77	93.31	93.85	94.39	94.93	95.47	96.01
190	96.55	97.09	97.63	98.18	98.72	99.26	99.81	100.35	100.89	101.44
200	101.98	102.53	103.07	103.62	104.16	104.71	105.26	105.80	106.35	106.90
210	107.45	107.99	108.54	109.09	109.64	110.19	110.74	111.29	111.84	112.39
220	112.94	113.49	114.04	114.59	115.14	115.70	116.25	116.80	117.35	117.91
230	118.46	119.01	119.57	120.12	120.67	121.23	121.78	122.34	122.89	123.45
240	124.00	124.56	125.11	125.67	126.23	126.78	127.34	127.90	128.45	129.01
250	129.57	130.13	130.68	131.24	131.80	132.36	132.92	133.48	134.04	134.59
260	135.15	135.71	136.27	136.83	137.39	137.95	138.51	139.07	139.63	140.19
270	140.76	141.32	141.88	142.44	143.00	143.56	144.12	144.69	145.25	145.81
280	146.37	146.94	147.50	148.06	148.62	149.19	149.75	150.31	150.88	151.44
290	152.00	152.57	153.13	153.69	154.26	154.82	155.38	155.95	156.51	157.08



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



NÚMERO 111-2021 GLF

Pág. 5 de 5

TABLA DE CALIBRACIÓN

300	157.64	158.21	158.77	159.33	159.90	160.46	161.03	161.59	162.16	162.72
310	163.29	163.85	164.42	164.98	165.55	166.11	166.68	167.24	167.81	168.38
320	168.94	169.51	170.07	170.64	171.20	171.77	172.33	172.90	173.46	174.03
330	174.60	175.16	175.73	176.29	176.86	177.42	177.99	178.55	179.12	179.69
340	180.25	180.82	181.38	181.95	182.51	183.08	183.64	184.21	184.77	185.34
350	185.91	186.47	187.04	187.60	188.17	188.73	189.30	189.86	190.43	190.99
360	191.56	192.12	192.68	193.25	193.81	194.38	194.94	195.51	196.07	196.63
370	197.20	197.76	198.33	198.89	199.45	200.02	200.58	201.14	201.71	202.27
380	202.83	203.40	203.96	204.52	205.08	205.65	206.21	206.77	207.33	207.89
390	208.46	209.02	209.58	210.14	210.70	211.26	211.82	212.38	212.94	213.50
400	214.07									

FIRMA AUTORIZADA SUPERVISOR

Téc. Gilmer A. Huaman Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

Instrument

**Rangos**

Measurement range

**FABRICANTE**

Manufacturer

**Modelo**

Model

**Serie**

Identification number

**Ubicación de la máquina**

Location of the machine

**Norma de referencia**

Nom of used reference

**Intervalo calibrado**

Calibrated interval

**Solicitante**

Customer

**Dirección**

Address

**Ciudad**

City

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

Measurement standard

**Tipo / Modelo**

Type / Model

**Rangos**

Measurement range

**Fabricante**

Manufacturer

**No. serie**

Identification number

**Certificado de calibración**

Calibration certification

**Incertidumbre de medida**

Uncertainty of measurement

**Método de calibración**

Method of calibration

**Unidades de medida**

Units of measurement

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

Date of calibration

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

Date of issue

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

216 kgf

**NO PRESENTA**

**NO PRESENTA**

**CAM – 02**

LAB. DE FUERZA DE G&L LABORATORIO S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

**GEOMET S.A.C**

MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO -  
CANCHIS – SICUANI  
CUSCO

T31P / DEF – A

500 kg

OHAUS / KELI

B632871732 / AHK2580

N° CC – 2047 – 2020

0.032 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 04 – 28

2021 – 04 – 30

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

Number of pages of the certificate and documents attached

5

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized signature(s)

  
Téc. Gilmer A. Huamán Pocuima  
Responsable Laboratorio de Metrología





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **112-2021 GLF**  
Pág. 2 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: ANILLO DE CARGA – CÁMARA 02

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.11 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	UNIDADES	kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	40	19.80	20.15		22.00	
20	80	39.55	40.50		44.90	
30	120	60.20	62.10		68.10	
40	160	79.90	83.20		90.80	
50	200	100.00	105.45	No Aplica	113.40	No Aplica
60	240	121.20	127.65		135.65	
70	280	143.00	149.75		157.80	
80	320	165.10	172.05		180.15	
90	360	186.90	193.90		202.05	
100	400	208.65	216.05		224.10	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
%	kgf						
10	20.08	-2.76	10.65			0.538	#VALOR!
20	40.69	-2.31	12.85			0.265	#VALOR!
30	61.85	-2.54	12.45			0.175	#VALOR!
40	83.45	-1.39	12.88			0.129	#VALOR!
50	105.38	-0.85	12.61	No Aplica	No Aplica	0.102	#VALOR!
60	127.53	-0.50	11.27			0.085	#VALOR!
70	149.77	-0.28	9.85			0.072	#VALOR!
80	172.00	-0.25	8.73			0.063	#VALOR!
90	194.09	-0.10	7.80			0.056	#VALOR!
100	215.95	-0.15	7.14			0.050	#VALOR!
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 23.5 °C Humedad Mínima: 65.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 23.5 °C Humedad Máxima: 66.0 %Hr





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **112-2021 GLF**

Pág. 3 de 5

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

<i>Errores relativos absolutos máximos hallados</i>					
<i>Exactitud q(%)</i>	<i>Repetibilidad b(%)</i>	<i>Reversibilidad v(%)</i>	<i>Accesorios aces(%)</i>	<i>Cero fe(%)</i>	<i>Resolución a(%) en el 20%</i>
2,54	12,88	No Aplica	No Aplica	0,00	0,265

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE NO CLASIFICA Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC – 2046 – 2020.

**OBSERVACIONES .**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 112-2021 GLF

**FIRMAS AUTORIZADAS**

  
Téc. Giner A. Huamán Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO 112-2021 GLF

TABLA DE CALIBRACIÓN

Pág. 4 de 5

Carga en kgf =  $A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$ , donde X = Lectura del Dial

$A_0 = 1.38330E-01$   
 $A_1 = 4.89250E-01$

$A_2 = 2.44081E-04$   
 $A_3 = -2.95928E-07$

Desvío estandar del ajuste = 0.38608 kgf

Lecturas	Carga en kgf									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	5.05	5.55	6.04	6.54	7.03	7.53	8.03	8.52	9.02	9.52
20	10.02	10.52	11.02	11.52	12.02	12.52	13.02	13.52	14.02	14.52
30	15.03	15.53	16.03	16.54	17.04	17.55	18.05	18.56	19.07	19.57
40	20.08	20.59	21.10	21.60	22.11	22.62	23.13	23.64	24.15	24.66
50	25.17	25.69	26.20	26.71	27.22	27.74	28.25	28.76	29.28	29.79
60	30.31	30.82	31.34	31.86	32.37	32.89	33.41	33.92	34.44	34.96
70	35.48	36.00	36.52	37.04	37.56	38.08	38.60	39.12	39.64	40.17
80	40.69	41.21	41.73	42.26	42.78	43.31	43.83	44.36	44.88	45.41
90	45.93	46.46	46.98	47.51	48.04	48.57	49.09	49.62	50.15	50.68
100	51.21	51.74	52.27	52.80	53.33	53.86	54.39	54.92	55.45	55.98
110	56.52	57.05	57.58	58.11	58.65	59.18	59.71	60.25	60.78	61.32
120	61.85	62.39	62.92	63.46	63.99	64.53	65.07	65.60	66.14	66.68
130	67.22	67.75	68.29	68.83	69.37	69.91	70.45	70.99	71.53	72.07
140	72.61	73.15	73.69	74.23	74.77	75.31	75.85	76.39	76.93	77.48
150	78.02	78.56	79.10	79.65	80.19	80.73	81.28	81.82	82.37	82.91
160	83.45	84.00	84.54	85.09	85.63	86.18	86.73	87.27	87.82	88.36
170	88.91	89.46	90.00	90.55	91.10	91.65	92.19	92.74	93.29	93.84
180	94.39	94.93	95.48	96.03	96.58	97.13	97.68	98.23	98.78	99.33
190	99.88	100.43	100.98	101.53	102.08	102.63	103.18	103.73	104.28	104.83
200	105.38	105.94	106.49	107.04	107.59	108.14	108.69	109.25	109.80	110.35
210	110.90	111.46	112.01	112.56	113.12	113.67	114.22	114.78	115.33	115.88
220	116.44	116.99	117.54	118.10	118.65	119.21	119.76	120.31	120.87	121.42
230	121.98	122.53	123.09	123.64	124.20	124.75	125.31	125.86	126.42	126.97
240	127.53	128.08	128.64	129.19	129.75	130.30	130.86	131.41	131.97	132.53
250	133.08	133.64	134.19	134.75	135.31	135.86	136.42	136.97	137.53	138.09
260	138.64	139.20	139.75	140.31	140.87	141.42	141.98	142.54	143.09	143.65
270	144.20	144.76	145.32	145.87	146.43	146.99	147.54	148.10	148.66	149.21
280	149.77	150.32	150.88	151.44	151.99	152.55	153.11	153.66	154.22	154.77
290	155.33	155.89	156.44	157.00	157.56	158.11	158.67	159.22	159.78	160.33



Teléfono: (01) 622 - 5814  
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
 servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
 Lima



TABLA DE CALIBRACIÓN

300	160.89	161.45	162.00	162.56	163.11	163.67	164.22	164.78	165.34	165.89
310	166.45	167.00	167.56	168.11	168.67	169.22	169.78	170.33	170.89	171.44
320	172.00	172.55	173.10	173.66	174.21	174.77	175.32	175.88	176.43	176.98
330	177.54	178.09	178.64	179.20	179.75	180.30	180.86	181.41	181.96	182.52
340	183.07	183.62	184.17	184.73	185.28	185.83	186.38	186.93	187.48	188.04
350	188.59	189.14	189.69	190.24	190.79	191.34	191.89	192.44	192.99	193.54
360	194.09	194.64	195.19	195.74	196.29	196.84	197.39	197.94	198.49	199.04
370	199.59	200.13	200.68	201.23	201.78	202.33	202.87	203.42	203.97	204.51
380	205.06	205.61	206.15	206.70	207.25	207.79	208.34	208.88	209.43	209.97
390	210.52	211.06	211.61	212.15	212.69	213.24	213.78	214.32	214.87	215.41
400	215.95									

FIRMA AUTORIZADA  
SUPERVISOR  
Téc. *Gilmer A. Huamán Poquioma*  
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono: (01) 622 - 5814  
 Celular: 992 - 302 - 863 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
 servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
 Lima



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate – Laboratory of Force

**OBJETO DE PRUEBA:**

*Instrument*

**Rangos**

*Measurement range*

**FABRICANTE**

*Manufacturer*

**Modelo**

*Model*

**Serie**

*Identification number*

**Ubicación de la máquina**

*Location of the machine*

**Norma de referencia**

*Norm of used reference*

**Intervalo calibrado**

*Calibrated interval*

**Solicitante**

*Customer*

**Dirección**

*Address*

**Ciudad**

*City*

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

*Measurement standard*

**Tipo / Modelo**

*Type / Model*

**Rangos**

*Measurement range*

**Fabricante**

*Manufacturer*

**No. serie**

*Identification number*

**Certificado de calibración**

*Calibration certification*

**Incertidumbre de medida**

*Uncertainty of measurement*

**Método de calibración**

*Method of calibration*

**Unidades de medida**

*Units of measurement*

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

*Date of calibration*

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

*Date of issue*

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

*Number of pages of this certification and documents attached*

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Authorized Signatures*

**Téc. Gilma A. Huamán Poggioma**  
Responsable Laboratorio de Metrología

**MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

222 kgf

**NO PRESENTA**

**NO PRESENTA**

**CAM – 03**

LAB. DE FUERZA DE G&L LABORATORIO S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

**GEOMET S.A.C**

MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO -  
CANCHIS – SICUANI  
CUSCO

T31P / DEF – A

500 kg

OHAUS / KELI

B632871732 / AHK2580

N° CC – 2047 – 2020

0.032 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 04 – 28

2021 – 04 – 30

Pág. 1 de 5

5





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **113-2021 GLF**  
Pág. 2 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: ANILLO DE CARGA – CÁMARA 03

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.11 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	UNIDADES	1 (ASC) kgf	2 (ASC) kgf	2 (DESC) No Aplica	3 (ASC) kgf	4 (ASC) No Aplica
10	40	20.15	20.40		22.35	
20	80	40.20	40.70		45.60	
30	120	60.35	62.15		69.30	
40	160	80.35	84.60		92.75	
50	200	100.95	107.10	No Aplica	115.50	No Aplica
60	240	123.35	130.50		138.70	
70	280	145.30	153.55		161.30	
80	320	167.80	177.00		184.35	
90	360	189.75	199.65		200.75	
100	400	211.60	222.05		228.85	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	20.37	-2.87	10.49			0.545	#VALOR!
20	40.77	-3.32	12.81			0.272	#VALOR!
30	62.20	-2.72	14.00			0.178	#VALOR!
40	84.43	-1.71	14.44			0.131	#VALOR!
50	107.24	-0.57	13.49	No Aplica	No Aplica	0.104	#VALOR!
60	130.40	-0.34	11.73			0.085	#VALOR!
70	153.68	0.20	10.43			0.072	#VALOR!
80	176.87	0.28	9.38			0.063	#VALOR!
90	199.73	1.53	5.59			0.056	#VALOR!
100	222.03	0.54	7.81			0.050	#VALOR!
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 23.4 °C Humedad Mínima: 66.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 23.5 °C Humedad Máxima: 66.0 %Hr





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **113-2021 GLF**

Pág. 3 de 5

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

<b>Errores relativos absolutos máximos hallados</b>					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios acces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
3,32	14,44	No Aplica	No Aplica	0,00	0,272

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE NO CLASIFICA Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga tipo "S", con N° de Serie: B504530209 / AGB8505, con incertidumbre del orden de 0,062 % con CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CC – 2046 – 2020.

**OBSERVACIONES**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta en el certificado la estampilla de calibración No. 113-2021 GLF

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**SUPERVISOR**  
*[Firma]*  
LABORATORIO  
**Téc. Guimer A. Huamán Pocuima**  
Responsable Laboratorio de Metrología





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**NÚMERO** 113-2021 GLF

**TABLA DE CALIBRACIÓN**

Pág. 4 de 5

Carga en kgf =  $A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$ , donde X = Lectura del Dial

$A_0 = 1.22000E+00$

$A_2 = 4.62959E-04$

$A_1 = 4.61050E-01$

$A_3 = -5.88821E-07$

Desvío estandar del ajuste = 0.26021 kgf

Lecturas	Carga en kgf									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	5.88	6.35	6.82	7.29	7.76	8.24	8.71	9.19	9.67	10.14
20	10.62	11.10	11.58	12.06	12.54	13.03	13.51	13.99	14.48	14.97
30	15.45	15.94	16.43	16.92	17.41	17.90	18.39	18.88	19.38	19.87
40	20.37	20.86	21.36	21.85	22.35	22.85	23.35	23.85	24.35	24.85
50	25.36	25.86	26.36	26.87	27.37	27.88	28.39	28.89	29.40	29.91
60	30.42	30.93	31.44	31.96	32.47	32.98	33.50	34.01	34.53	35.04
70	35.56	36.08	36.60	37.11	37.63	38.15	38.68	39.20	39.72	40.24
80	40.77	41.29	41.81	42.34	42.87	43.39	43.92	44.45	44.98	45.51
90	46.04	46.57	47.10	47.63	48.16	48.69	49.23	49.76	50.29	50.83
100	51.37	51.90	52.44	52.98	53.51	54.05	54.59	55.13	55.67	56.21
110	56.75	57.30	57.84	58.38	58.92	59.47	60.01	60.56	61.10	61.65
120	62.20	62.74	63.29	63.84	64.39	64.93	65.48	66.03	66.58	67.14
130	67.69	68.24	68.79	69.34	69.90	70.45	71.00	71.56	72.11	72.67
140	73.23	73.78	74.34	74.90	75.45	76.01	76.57	77.13	77.69	78.25
150	78.81	79.37	79.93	80.49	81.05	81.61	82.17	82.74	83.30	83.86
160	84.43	84.99	85.56	86.12	86.69	87.25	87.82	88.38	88.95	89.52
170	90.09	90.65	91.22	91.79	92.36	92.93	93.50	94.06	94.63	95.20
180	95.77	96.35	96.92	97.49	98.06	98.63	99.20	99.78	100.35	100.92
190	101.49	102.07	102.64	103.21	103.79	104.36	104.94	105.51	106.09	106.66
200	107.24	107.81	108.39	108.97	109.54	110.12	110.70	111.27	111.85	112.43
210	113.00	113.58	114.16	114.74	115.32	115.89	116.47	117.05	117.63	118.21
220	118.79	119.37	119.95	120.53	121.11	121.69	122.27	122.85	123.43	124.01
230	124.59	125.17	125.75	126.33	126.91	127.49	128.07	128.65	129.24	129.82
240	130.40	130.98	131.56	132.14	132.73	133.31	133.89	134.47	135.05	135.64
250	136.22	136.80	137.38	137.96	138.55	139.13	139.71	140.29	140.88	141.46
260	142.04	142.62	143.20	143.79	144.37	144.95	145.53	146.12	146.70	147.28
270	147.86	148.45	149.03	149.61	150.19	150.77	151.36	151.94	152.52	153.10
280	153.68	154.27	154.85	155.43	156.01	156.59	157.17	157.76	158.34	158.92
290	159.50	160.08	160.66	161.24	161.82	162.40	162.98	163.56	164.14	164.72



Teléfono: (01) 622 - 5814  
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
 servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
 Lima



TABLA DE CALIBRACIÓN

300	165.30	165.88	166.46	167.04	167.62	168.20	168.78	169.36	169.94	170.52
310	171.09	171.67	172.25	172.83	173.41	173.98	174.56	175.14	175.72	176.29
320	176.87	177.44	178.02	178.60	179.17	179.75	180.32	180.90	181.47	182.05
330	182.62	183.20	183.77	184.34	184.92	185.49	186.06	186.64	187.21	187.78
340	188.35	188.92	189.49	190.07	190.64	191.21	191.78	192.35	192.92	193.49
350	194.05	194.62	195.19	195.76	196.33	196.89	197.46	198.03	198.59	199.16
360	199.73	200.29	200.86	201.42	201.98	202.55	203.11	203.67	204.24	204.80
370	205.36	205.92	206.48	207.05	207.61	208.17	208.73	209.29	209.84	210.40
380	210.96	211.52	212.08	212.63	213.19	213.74	214.30	214.85	215.41	215.96
390	216.52	217.07	217.62	218.18	218.73	219.28	219.83	220.38	220.93	221.48
400	222.03									

**FIRMA AUTORIZADA**  
SUPERVISOR  
LABORATORIO  
Téc. Giner A. Huamán Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 114-2021 GLF

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-29

**1. SOLICITANTE** : **GEOMET S.A.C**

**DIRECCIÓN** : MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO - CANCHIS – SICUANI

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **ESCLERÓMETRO**

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 024

ALCANCE MÁXIMO : 10 a 100 Div. (70 N/mm<sup>2</sup>)

DIV. MÍNIMA : 2 Div.

INDICACIÓN : ANÁLOGICA

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ANÁLOGICA

UBICACIÓN : LAB. FUERZA DE G&L LABORATORIO S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-28

### Misión:

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

### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación innovadora, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

### 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Tomado con referencia el método de Comparación Directa entre Yunque de Calibración FORNEY y el Esclerómetro

### 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. FUERZA DE G&L LABORATORIO S.A.C  
AV. MIRAFLORES MZ. E LT. 60 URB. SANTA ELISA II ETAPA LOS OLIVOS – LIMA



☎ Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
☎ Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

✉ Correo:  
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	23.2 °C	23.2 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

#### 6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Juego de Pesas 1 mg - 2 kg	LM - C - 076 - 2020	DM-INACAL
Pie de rey 0 mm a 150 mm	L - 0815 - 2020	METROIL
Cinta Métrica 0 m a 5 m	L - 0814 - 2020	METROIL

#### 7. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".  
El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto. Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de productos.  
G&L LABORATORIO SAC no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.  
El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.  
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

#### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

NÚMERO DE MEDICIONES	LECTURA INDICADA (Q)
1	78
2	74
3	76
4	80
5	76
6	74
7	76
8	74
9	76
10	74
Promedio =	75.8
Desviación Estandar =	1.99

#### 9 RESULTADOS DE MEDICIÓN (RESORTE DE PRESIÓN)

Longitud del Resorte	155.97 mm
Diámetro Exterior	36.64 mm
Diámetro Interior	32.59 mm
Diámetro del Alambre	1.98 mm
N° Espirales	15
Luz	8.7 mm

ÍTEM No	MEDICIÓN INICIAL (mm)	MEDICIÓN FINAL (mm)	MASA (+ g)	DIFERENCIA (mm)	K (N/m)
1	155.99	178.49	2000	22.5	87.1
2	155.99	174.99	1000	19.0	51.6
3	155.99	173.19	500	17.2	28.5
4	155.99	172.19	200	16.2	12.1

K: Constante Elástica del resorte calculado

\* El instrumento se encuentra en buen estado de funcionamiento.





LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 115 - 2021 GLML

Fecha : 2021-04-29

**Solicitante:** GEOMET S.A.C  
**Dirección:** MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO - CANCHIS - SICUANI

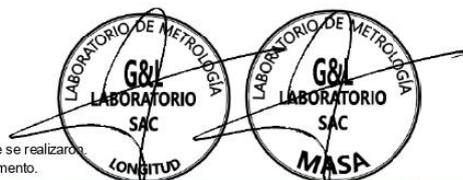
**Instrumento / Tipo:** MÁQUINA DE LOS ÁNGELES  
**Marca:** NO PRESENTA  
**Modelo / Serie:** NO PRESENTA / 023  
**Fecha de Calibración:** 2021-04-16  
**Norma Utilizada Como:** ASTM C 131 - 1  
**Referencia:**  
**Instrumentos Utilizados:** Pie de Rey Digital Certificado: N° L - 0815 - 2020  
 Balanza Ohaus Certificado: N° 0116 - 2021 GLM  
 Cronómetro Certificado: N° 1025-4813435  
**Método de Calibración:** Comparación Directa

Esferas Maquina de los Angeles				
Valor Nominal	Peso (g)	Diametro 1	Diametro 2	Promedio L
V	390 g - 445 g ± 1 g	(mm)	(mm)	(mm)
1	418.50	46.75	46.45	46.60
2	418.40	46.40	46.68	46.54
3	418.40	46.78	46.70	46.74
4	418.50	46.73	46.74	46.74
5	418.40	46.76	46.78	46.77
6	418.40	46.72	46.74	46.73
7	418.60	46.76	46.76	46.76
8	418.50	46.76	46.62	46.69
9	418.40	46.62	46.76	46.69
10	418.50	46.67	46.72	46.70
11	418.60	46.63	46.74	46.69
12	418.50	46.76	46.74	46.75
Masa Total	5021.70	5000 ± 25 g		

Numero de vueltas	
N° de vueltas programado en el indicador del equipo	N° de vueltas contadas
5	5
10	10
50	50
100	100
150	150
300	300
400	400
500	500
550	550

Numero de vueltas	
Tiempo (min)	N° de vueltas contadas
1	32
6	195
12	390

**Gilme Antonio Huamán Boquioma**  
 Responsable del Laboratorio de Metrología



(\*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere a las condiciones en que se realizaron. G & L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

Teléfono: (01) 622 - 5814  
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
 servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
 Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 116-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-29

1. SOLICITANTE : GEOMET S.A.C

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO - CANCHIS - SICUANI

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : AND

MODELO : FX-3000i

NÚMERO DE SERIE : 15613521

ALCANCE DE INDICACIÓN : 3200 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0.1 g

PROCEDENCIA : KOREA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-16

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOMET S.A.C.  
MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO - CANCHIS - SICUANI

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

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

G & L LABORATORIO 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.

  
Gilmer Antonio Huaman Pocuioima  
Responsable del Laboratorio de Metrología





5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	17.8 °C	17.8 °C
Humedad Relativa	40 %	40 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL.	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 3200 g. la balanza indicó 3196 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

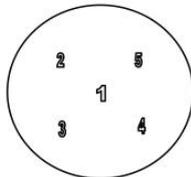
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17.8	17.8

Medición N°	Carga L1= 1,500.00 g			Carga L2= 3,000.00 g		
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	1,500.00	60	-55	3,000.00	40	-35
2	1,500.00	50	-45	3,000.00	50	-45
3	1,500.00	60	-55	3,000.00	50	-45
4	1,500.00	50	-45	3,000.00	60	-55
5	1,500.00	60	-55	3,000.00	60	-55
6	1,500.00	50	-45	3,000.00	50	-45
7	1,500.00	50	-45	3,000.00	40	-35
8	1,500.00	50	-45	3,000.00	40	-35
9	1,500.00	40	-35	3,000.00	50	-45
10	1,500.00	50	-45	3,000.00	50	-45
Sensibilidad Máxima			20	20		
Error máximo permitido ±			200 mg	± 300 mg		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17.8	17.8

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.00	1.00	40	-35	1,000.00	999.99	40	-45	-10
2		1.00	50	-45		1,000.00	50	-45	0
3		1.00	50	-45		1,000.02	40	-15	30
4		1.00	50	-45		999.99	40	-45	0
5		1.00	40	-35		999.93	40	-105	-70

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17.8	17.8

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.00	1.00	50	-45						100
2.00	2.00	40	-35	10	2.00	40	-35	10	100
100.00	100.00	40	-35	10	100.00	40	-35	10	100
200.00	200.00	50	-45	0	200.00	50	-45	0	100
500.00	500.00	50	-45	0	500.00	50	-45	0	100
1,000.00	999.99	40	-45	0	999.99	40	-45	0	200
1,500.00	1,500.00	50	-45	0	1,500.00	50	-45	0	200
2,000.00	2,000.00	40	-35	10	2,000.00	40	-35	10	200
2,500.00	2,500.00	50	-45	0	2,500.00	50	-45	0	300
2,700.00	2,700.00	50	-45	0	2,700.00	50	-45	0	300
3,200.00	3,200.00	40	-35	10	3,200.00	40	-35	10	300

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 161E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{7,111E-08 \text{ g}^2 + 302E-12 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error en entrada    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





LABORATORIO DE  
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

### OBJETO DE PRUEBA:

*Instrument*

**Rangos**

*Measurement range*

**FABRICANTE**

*Manufacturer*

**Modelo**

*Model*

**Serie**

*Identification number*

**Ubicación de la máquina**

*Location of the machine*

**Norma de referencia**

*Nom of used reference*

**Intervalo calibrado**

*Calibrated interval*

**Solicitante**

*Customer*

**Dirección**

*Address*

**Ciudad**

*City*

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)**

*Measurement standard*

**Tipo / Modelo**

*Type / Model*

**Rangos**

*Measurement range*

**Fabricante**

*Manufacturer*

**No. serie**

*Identification number*

**Certificado de calibración**

*Calibration certification*

**Incertidumbre de medida**

*Uncertainty of measurement*

**Método de calibración**

*Method of calibration*

**Unidades de medida**

*Units of measurement*

**FECHA DE CALIBRACIÓN**

*Date of calibration*

**FECHA DE EXPEDICIÓN**

*Date of issue*

### MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

5 000 kgf

TAMIEQUIPOS LTDA.

TCP038

540

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOMET S.A.C

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

GEOMET S.A.C

MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA CUSCO -

CANCHIS – SICUANI

CUSCO

T71P / DEF – A

5000 kgf

OHAUS / KELI

B504530209 / AGB8505

N° CC – 2046 – 2020

0.062 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 04 – 16

2021 – 04 – 29

Pág. 1 de 3

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**

*Number of pages of this certificate and documents attached*

3

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Authorized Signatories*

  
Téc. Guillermo A. Huamán Poquioma  
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



# LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-211-2021

**Solicitante** GEOMET S.A.C.

**Dirección** MZA. C LOTE. 9 URB. MINISTERIO DE AGRICULTURA - CUSCO - CANCHIS - SICUANI

**Equipo de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA

**Marca** OHAUS

**Modelo** R21PE30ZH

**Serie** 8356390375

**Identificación** NO INDICA

**Procedencia** CHINA

**Capacidad Máxima** 30000 g

**División de escala ( d )** 1 g

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

**Tipo** ELECTRONICA

**Ubicación** Lab. Masa de AG4 Ingeniería & Metrologia S.R.L.

**Fecha de Calibración** 2021-08-28

### Método de Calibración

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

### Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	21.2 °C
Humedad Relativa	55 %	51 %

Sello



Fecha de emisión

2021-08-28

Jefe de Metrología

Luigi Asenjo G.

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

Página 1 de 4  
FM001-01

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343

☎ 961 739 849

☎ 955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com

✉ ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



**AG4**  
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-211-2021

### Observaciones

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

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

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

### Incertidumbre

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

### Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pesas	0891-LM-2021 // 0259-CLM-2021

### INSPECCIÓN VISUAL

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

Fecha de Calibración	2021-08-28
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Betancourt Mz. C Lt. 31 - Los olivos de Pro - Los Olivos



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

Página 2 de 4  
FM001-01



01 622 5224



997 045 343



ventasag4ingenieria@gmail.com



www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



**AG4**  
INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CM-211-2021**

**Resultados de la Medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		0.0	$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		0.0
emp (g)		20	emp (g)		30

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp $\pm$ (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.6	-0.1	-0.1	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.5	0.0	0.0	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.6	-0.1	-0.1	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.5	0.0	0.0	5,001	0.6	0.9	0.9	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	10,000	0.6	-0.1	-0.1	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.6	-0.1	-0.1	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,001	0.5	1.0	1.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,001	0.5	1.0	1.0	30
30,000	30,000	0.6	-0.1	-0.1	30,000	0.5	0.0	0.0	30



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



# LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-211-2021

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

Nº	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	20
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
5		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	

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

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

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

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

**Lectura corregida =  $R + 0.00000231565 \times R$**   
**Incertidumbre Expandida =  $2 \times \sqrt{0.26750 \text{ g}^2 + 0.00000000063621 \times R^2}$**

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.



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