



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del concreto  
mediante el curado acelerado y curado convencional,  
distrito Crucero - Puno 2021

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

**AUTORES:**

Cutipa Mamani, Pedro <https://orcid.org/0000-0002-7106-543X>  
Mamani Quispe, Flor Fabiola <https://orcid.org/0000-0002-4513-5465>

**ASESOR:**

Mg. Villegas Martínez Carlos Alberto  
<https://orcid.org/0000-0003-4459-494X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

*De: Cutipa Mamani, Pedro*

*Esta tesis la dedico a mi querida familia ya que ellos siempre me han apoyado incondicionalmente y dado su confianza para llegar hasta donde estoy ahora. A mi esposa y mis dos hijos Nicol y Benjamín porque siempre me brindaron su apoyo, A mis Padres. A mis hermanos y amigos que siempre estuvieron y creyeron en mí para poder llegar a cumplir con este logro.*

*De: Mamani Quispe, Flor Fabiola*

*Este trabajo de investigación se la dedico a mis Padres quienes, con su amor, su esfuerzo, su dedicación y a sus palabras de aliento forjaron la mujer que soy en la actualidad.*

## **Agradecimiento**

*De: Cutipa Mamani, Pedro*

*Agradezco a los docentes de la carrera profesional Ingeniería Civil de la Universidad donde me forme, ya que ellos me guiaron durante mis años universitarios. Agradezco a mi querida familia, por estar siempre presente en los días más difíciles de mi vida. Y doy gracias a Dios por brindarme la sabiduría necesaria para seguir adelante.*

*De: Mamani Quispe, Flor Fabiola*

*En agradecimiento especial a Dios, por darme la fuerza y la convicción de seguir con este reto.*

*A mi Padre que me observa desde el cielo, gracias papito por tantas lecciones de vida, el apoyo y el ejemplo a seguir.*

*A mi madre; mujer y amiga incondicional, gracias mamita por tus palabras de aliento, tu apoyo y tu esfuerzo a seguir en esta lucha.*

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.2. Variable y operacionalización .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo.....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos .....	28
3.6. Método de análisis de datos .....	34
3.7. Aspectos éticos .....	34
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN .....	78
VI. CONCLUSIONES .....	80
VII. RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS .....	90

## Índice de tablas

Tabla 1 Resumen de cantidad de muestras a ensayar .....	26
Tabla 2 Técnicas de recolección de datos .....	27
Tabla 3 Resultados del Peso Específico .....	36
Tabla 4 Resultados del % de absorción .....	37
Tabla 5 Resultados de Peso Unitario .....	37
Tabla 6 Análisis granulométrico Agregado grueso .....	38
Tabla 7 Análisis granulométrico Agregado fino .....	39
Tabla 8 Dosificación de materiales para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	40
Tabla 9 Dosificación de materiales para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	40
Tabla 10 Pruebas físicas al concreto fresco.....	41
Tabla 11 Ensayo a compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ curado acelerado ...	43
Tabla 12 Ensayo a compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ curado acelerado ...	43
Tabla 13 Ensayo a compresión del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ curado convencional .....	44
Tabla 14 Ensayo a compresión del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ curado acelerado ...	45
Tabla 15 Ensayo a compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ mediante el curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas. ....	46
Tabla 16 Ensayo a compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas .....	46
Tabla 17 Ensayo a compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ a través del curado convencional a los 28 días y acelerado a 12 horas .....	47
Tabla 18 Ensayo a compresión del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ mediante el curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas .....	48
Tabla 19 Ensayo a compresión del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas.....	49
Tabla 20 Ensayo a compresión del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a través del curado convencional a los 28 días y curado acelerado a 12 horas .....	49
Tabla 21 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ mediante el curado acelerado.....	50
Tabla 22 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ mediante el curado acelerado.....	51

Tabla 23 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado convencional .....	52
Tabla 24 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado acelerado.....	52
Tabla 25 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> a través del curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas .....	53
Tabla 26 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a 14 días y curado acelerado a 7 horas.....	54
Tabla 27 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a 28 días y acelerado a 12 horas.....	55
Tabla 28 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas .....	55
Tabla 29 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas. ....	56
Tabla 30 Ensayo a compresión diametral del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a los 28 días Y curado acelerado a 12 horas .....	57
Tabla 31 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado acelerado .....	58
Tabla 32 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado acelerado .....	59
Tabla 33 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado convencional .....	59
Tabla 34 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> del curado acelerado.....	60
Tabla 35 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas.....	61
Tabla 36 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a 14 días y curado acelerado a 7 horas .....	61
Tabla 37 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> con curado convencional a 28 días y acelerado a 12 horas .....	62
Tabla 38 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas .....	63
Tabla 39 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> del curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas.....	64

Tabla 40 Ensayo a flexión del concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con curado convencional a los 28 días y curado acelerado a 12 horas .....	64
Tabla 41 Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	65
Tabla 42 Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado para el $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	66
Tabla 43 P- valor para los datos de propiedades mecánicas .....	68
Tabla 44 Cálculo de P-valor y Media.....	69
Tabla 45 Cálculo de P-valor y Media.....	71
Tabla 46 Cálculo de P-valor y Media.....	72
Tabla 47 Cálculo de P-valor y Media.....	73
Tabla 48 Cálculo de P-valor y Media.....	75
Tabla 49 Cálculo de P-valor y Media.....	76

## Índice de figuras

Figura 1 Resistencia a compresión .....	16
Figura 2 Ensayo a compresión diametral .....	17
Figura 3 Resistencia a flexión .....	18
Figura 4 Ubicación de canteras de agregados .....	29
Figura 5 Preparación del concreto .....	30
Figura 6 Medición de asentamiento.....	30
Figura 7 Llenado de moldes .....	30
Figura 8 Curado acelerado.....	31
Figura 9 Ensayo a compresión.....	32
Figura 10 Ensayo compresión diametral .....	33
Figura 11 Ensayo a flexión .....	33
Figura 12 Ubicación del distrito de Crucero.....	35
Figura 13 Peso específico de las canteras Faycopata y Antauta .....	36
Figura 14 porcentaje de absorción de las canteras Faycopata y Antauta .....	37
Figura 15 Peso Unitario de las canteras Faycopata y Antauta .....	38
Figura 16 Curva de granulometría del agregado grueso .....	39
Figura 17 Curva de granulometría del agregado fino .....	40
Figura 18 Asentamiento del concreto .....	41
Figura 19 Temperatura del concreto .....	41
Figura 20 Densidad del concreto.....	42
Figura 21 Tiempo de fragua .....	42
Figura 22 Esfuerzo a la rotura a los 7, 14 y 28 días .....	43
Figura 23 Esfuerzo a la rotura a las 3.5, 7 y 12 horas .....	44
Figura 24 Esfuerzo a la rotura a los 7, 14 y 28 días .....	44
Figura 25 Esfuerzo a la rotura a las 3.5, 7 y 12 horas .....	45
Figura 26 Esfuerzo a la rotura a los 7 días y 3.5 horas. ....	46
Figura 27 Esfuerzo a la rotura a los 14 días y 7 horas .....	47
Figura 28 Esfuerzo a la rotura a los 28 días y 12 horas .....	47
Figura 29 Esfuerzo a la rotura a los 7 días y 3.5 horas. ....	48
Figura 30 Esfuerzo a la rotura a los 14 días y 7 horas .....	49
Figura 31 Esfuerzo a la rotura a los 28 días y 12 horas .....	50
Figura 32 Resistencia a la compresión diametral a los 7, 14 y 28 días .....	51

Figura 33 Resistencia a la compresión diametral a las 3.5, 7 y 12 horas .....	51
Figura 34 Resistencia a la compresión diametral a los 7, 14 y 28 días .....	52
Figura 35 Resistencia a la compresión diametral a las 3.5, 7 y 12 horas .....	53
Figura 36 Resistencia a compresión diametral a los 7 días y 3.5 horas .....	54
Figura 37 Resistencia a compresión diametral a los 14 días y 7 horas .....	54
Figura 38 Resistencia a la compresión diametral a los 28 días y 12 horas .....	55
Figura 39 Resistencia a compresión diametral a los 7 días y 3.5 horas .....	56
Figura 40 Resistencia a la compresión diametral a los 14 días y 7 horas .....	57
Figura 41 Resistencia a compresión diametral a los 28 días y 12 horas .....	57
Figura 42 Resistencia a la flexión a las edades 7, 14 y 28 días .....	58
Figura 43 Resistencia a la flexión a las edades 3.5, 7 y 12 horas .....	59
Figura 44 Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días .....	60
Figura 45 Resistencia a la flexión a las 3.5, 7 y 12 horas .....	60
Figura 46 Resistencia a flexión a los 7 días y 3.5 horas .....	61
Figura 47 Resistencia a flexión a los 14 días y 7 horas .....	62
Figura 48 Resistencia a flexión a los 28 días y 12 horas .....	63
Figura 49 Resistencia a la flexión a los 7 días y 3.5 horas .....	63
Figura 50 Resistencia a la flexión a los 14 días y 7 horas .....	64
Figura 51 Resistencia a la flexión a los 28 días y 12 horas .....	65
Figura 52 Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Figura 53 Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado f'c=280 kg/cm <sup>2</sup> .....	67

## Resumen

La investigación tiene por objetivo comparar la variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero-Puno 2021, la metodología es de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Los resultados a compresión del  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  curado convencionalmente a 28 días alcanza mayor resistencia con 1.9% sobre el curado acelerado a 12 horas y para  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  el curado convencional a 28 días alcanza mayor resistencia con un 2.70% sobre el curado acelerado a 12 horas, en la compresión diametral del  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  curado convencionalmente a 28 días alcanza mayor resistencia con 53.9% sobre el curado acelerado a 12 horas y para  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  el curado acelerado a 12 horas alcanza mayor resistencia con un 12.3% sobre curado convencional a 28 días y a flexión del  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  curado convencionalmente a 28 días alcanza mayor resistencia con 20.9% sobre el curado acelerado de 12 horas y para  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  el curado convencional a 28 días alcanza una mayor resistencia con un 9.4% sobre el curado acelerado a 12 horas. En conclusión, las muestras ensayadas alcanzaron las resistencias esperadas.

**Palabras clave:** Curado acelerado, compresión diametral, tracción, flexión.

## Abstract

The objective of the research is to compare the variation of the physical-mechanical properties of concrete  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  and  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  through accelerated curing and conventional curing, using two types of quarries Crucero District- Puno 2021, the methodology is applied type, experimental design, explanatory level and quantitative approach. The compression results of  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  conventionally cured at 28 days reach greater resistance with 1.9% over accelerated curing at 12 hours and for  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  conventional curing at 28 days reaches greater resistance with a 2.70% on accelerated curing at 12 hours, in the diametral compression of  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  conventionally cured at 28 days it reaches greater resistance with 53.9% on accelerated curing at 12 hours and for  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  the accelerated curing at 12 hours achieves greater resistance with 12.3% over conventional curing at 28 days and for flexural  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  conventionally cured at 28 days achieves greater resistance with 20.9% over accelerated curing at 12 hours and for  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  conventional curing at 28 days achieves greater resistance with 9.4% over accelerated curing at 12 hours. In conclusion, the samples tested curing reach the expected resistance.

**Keywords:** Accelerated Cure, Diametral compression, Tensile, Flexion

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es conocido como un componente de gran importancia en el área de las diferentes construcciones, siendo usado en la mayor parte del mundo por su facilidad de maleable y costes bajos en la construcción.

El hormigón es uno de los materiales más predominantes utilizados en la construcción durante el último siglo, ya que posee una ventaja superior sobre otros materiales de construcción como la fuerza, la durabilidad y la resistencia al fuego (Comportamiento y resistencia a la flexión de vigas rectangulares de hormigón armado de alta resistencia dañadas por el fuego después del refuerzo con laminados CFRP, 2022)

El concreto es estudiado en cada tipo de construcción tomando en consideración las cargas que serán empleadas partiendo desde la elaboración del concreto, para ello se debe probar la capacidad resistencia a la compresión, tracción y flexión lo cual determinara su aplicación en la construcción adecuada.

Por muchos periodos se hizo reconocimiento que un buen curado es importante para que se logre obtener las propiedades que se esperan y que sea durable el concreto. Curar adecuadamente el concreto es un requisito de gran relevancia para que se logre un óptimo rendimiento al ser aplicado en diferentes entornos (CONTRERAS, y otros, 2018).

**A nivel internacional.** El avance científico-tecnológico que se asocia con la construcción del concreto armado ha mostrado que avanza significativamente en las últimas décadas. Dentro de estos avances está incluido nuevos desarrollos en los tipos de concretos y procedimientos nuevos para caracterizar y controlar de manera especial los curados del concreto donde el clima no es favorable. Generalmente, en el reglamento se puede encontrar recomendación para los “tiempos mínimos de curado”, dónde está descrito, y no se puede verificar si el curado que se adopta es eficiente. Así, en condiciones de exponer inicialmente el concreto puede favorecer un secado prematuro, considerar importante un curado eficaz adquiere ser mayor relevante (CONTRERAS, y otros, 2018).

De acuerdo a HOLMGREN, y otros (2005), en esta investigación se realiza un análisis del efecto al curar las muestras en la resistencia potencial del concreto.

Especialmente hay un interés en el curado en obra, el cual es un proceso que generalmente se descuida, realizando la comparación de resultados de acuerdo a procedimientos diferentes de los cuales se hará un destaque de las deficiencias comúnmente encontradas en campo. Así posteriormente realizar los curados en laboratorio, se realiza la comparación de diferentes normativas y cuál es su efecto para resistir, considerando también aquellas problemáticas que con frecuencia son presentadas en las pozas para realizar el curado. Concluyendo así que la forma para que se asegura desarrollar el potencial del concreto, así como la disminución de dispersión al obtener el resultado, se obtiene curando al sumergir las muestras en agua, ya sea en el campo con las muestras que se moldearon recientemente, oh en laboratorio hasta alcanzar los días de curado para ser ensayadas.

**A nivel nacional** en Perú, nos encontramos en una adversidad muy distinta que consta de tres tipos climatológicos en los entornos de la costa, sierra y selva y donde las propiedades mecánicas del concreto actúan muy diferentes, donde es necesario tener conocimiento en el control de calidad hasta llegar su máxima resistencia, teniendo en consideración el factor clima.

Según VALENZUELA (2018) en su proyecto, “Análisis de las variaciones de resistencia del concreto en obra empleando diferentes metodologías para el curado, Lima 2018”, la investigación tiene por objetivo, estudiar las influencias de las metodologías al curar, en el incremento de la resistencia del concreto en campo. concluyendo que, curado a 28 días considerando variaciones en porcentajes al tomar las resistencias a la compresión empleando el curado convencional para el espécimen patrón se obtuvieron los resultados siguientes: Curando estándar en campo se obtuvo 81.60%, 84.19% y 89.78%, en comparación al curado convencional se tiene una disminución en 18.40%, 15.81% y 10.22%, al curar a la intemperie se obtuvo 76.80%, 79.64% y 85.91%, en comparación al curado convencional disminuye en un 23.20%, 20.36% y 14.09%.

**A nivel local** en la región Puno, se encuentra uno de los climas más fríos ya que se encuentra en una altitud de 3800 msnm. Donde las propiedades mecánicas del concreto se comportan diferente en altas temperaturas y es afectada en la hidratación, en fraguado, endurecimiento y donde desarrolla su resistencia, los más vulnerables son aquellas estructuras de mayor masa o superficie.

El curar el concreto es un procedimiento constructivo de gran importancia, debido a que se promueve que se hidrate adecuadamente el cemento y se desarrolle la resistencia y durabilidad del concreto para el cual se realizó el diseño; además, curar brinda una ayuda en el control de las temperaturas superficiales, reduce la aparición de grietas y fisuras al contraerse debido al fraguado del concreto. En la región Puno se tiene una condición de clima extremo como heladas, insolación, precipitaciones líquidas y sólidas, dónde el proceso para curar y proteger el concreto debe realizarse con un cuidado especial; los componentes líquidos que son alternativas para brindar soluciones deben ser evaluados al pie de la obra empleando parámetros de la norma, antes de su uso. (CALLOMAMANI, 2019)

Por lo consiguiente se plantea el **problema general**: ¿De qué manera varía las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero- Puno 2021? **Problemas específicos** ¿ De qué manera varía las propiedades físicas del concreto fresco y la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021?, ¿De qué manera varía la resistencia por compresión diametral del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021? y ¿De qué manera varía la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021?

**Justificación de la investigación: Justificación teórica:** Se justifica teóricamente debido a que en diferentes proyectos de construcción se pretende dar facilidades en el proceso constructivo, es por ello que en la presente investigación se realizará ensayos con la finalidad de demostrar y determinar que empleando el método de curado acelerado (método B de la NTP 339.213) se obtendrá resultados en menor tiempo. **Justificación técnica:** Es justificada técnicamente ya que aplicará el método de curado acelerado el cual permitirá evaluar cuál es la variación de las resistencias de las muestras de concreto frente al curado convencional con la finalidad de obtener un correcto diseño de mezcla el cual ayudará a encontrar las

soluciones frente a resultados no favorables. **Justificación social:** Se justifica socialmente ya que muchos conocerán más acerca del curado acelerado, de la misma manera empleando este tipo de curado se facilitará la ejecución de los trabajos de construcción de diferentes entidades, ya que se tendrá resultados a corto tiempo. **Justificación metodológica:** Es justificada metodológicamente buscando ampliar los conocimientos del procedimiento al emplear el curado acelerado con el fin de determinar cuál es su influencia en el concreto siguiendo los pasos establecidos en la NTP 339.213, el cual tiene gran importancia en la construcción, el cual será comparado con el curado convencional NTP 339.183.

**El objetivo general**, tiene por finalidad, Comparar la variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero-Puno 2021. **Objetivos específicos**, de la investigación son los siguientes: Determinar las propiedades físicas del concreto fresco y la variación de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021. Evaluar la variación de la resistencia por compresión diametral del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021. Analizar la variación de la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021.

**La hipótesis general** del presente estudio es, La variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero-Puno 2021, es significativa en un 12%, las **hipótesis específicas** son: La variación de las propiedades físicas del concreto fresco y la resistencia a la compresión de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, varía en un 16%. La variación de la resistencia por compresión diametral del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado

convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021, varía en un 9%. La variación de la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021, varía en un 11%.

## II. MARCO TEÓRICO

Para caracterizar y tener una mejor referencia se hizo un recuento de la siguiente bibliografía de ámbito internacional y nacional.

Con la finalidad de obtener conocimientos acerca del tema de estudio se consideró investigaciones en diferentes ámbitos. **A nivel internacionales:** SCHIERLOH, ROUGIER, SOTA, (2021) en su trabajo realizado con el objetivo de predecir la resistencia del concreto para obtener un método con el fin de acelerar el curado del concreto empleando agua hirviendo. La metodología del estudio es experimental. Los resultados reportados en este trabajo muestran las dosificaciones con una relación a/c de 0.5, un asentamiento de 8 cm, cemento CPC 40 y áridos del lugar, los curados se realizaron utilizando diferentes métodos y cementos para los 4 métodos se realizaron 4 muestras, el método de la norma IRAM 1552 – Lemit con hervido a cuatro horas y media tuvo una resistencia de 58.94 kg/cm<sup>2</sup>, el método de la norma IRAM 1552 – Lemit con hervido 3 horas alcanzó la resistencia de 64.34 kg/cm<sup>2</sup>, el método propio con hervido 3 horas alcanzó resistencia de 59.86 kg/cm<sup>2</sup>, el método propio con hervido a 2 horas alcanzó resistencia de 41.40 kg/cm<sup>2</sup> y las muestras sin curado tuvieron la resistencia de 34.77 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluye que la metodología propia es la más adecuada, ya que del resultado se obtuvieron valores que están dentro de los límites aceptables, logrando así disminuir hasta 4 horas y media al aplicar completamente el método.

ANDRADE (2014) en su trabajo realizado con la finalidad de aplicar el curado acelerado en muestras de concretos sometidos a compresión, usando la metodología basada en diferentes fases que son, selección de 6 diseños y probetas, ensayo del cemento y agregados, elaboración de muestras e implementación de curado. De los resultados se tiene que para los diseños  $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=292\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=282\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=313\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c=318\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=318\text{kg/cm}^2$  se obtuvieron 12.33kg/cm<sup>2</sup>, 13.33kg/cm<sup>2</sup>, 11.69kg/cm<sup>2</sup>, 11.88kg/cm<sup>2</sup>, 12.57kg/cm<sup>2</sup> respectivamente de resistencia a compresión con curado acelerado. En conclusión, se menciona que entre mayor sea la relación a/c, los porcentajes de resistencia que se logran del método por curado acelerado, disminuye debido a que si se emplea mayor cantidad de cemento también este incrementa su calor de

hidratación entonces, su fraguado acelera se y también se endurece más rápido, ocasionando una mejora en las características del concreto.

RODRÍGUEZ y otros (2018) en su artículo realizado tiene por objetivo de elaborar a nivel de laboratorio una cámara de curado acelerado, con el fin de evaluar la resistencia a compresión de las probetas de concreto, la metodología del estudio es experimental. Los resultados reportados en el presenta trabajo son de los ensayos a los agregados de Pifo se tiene el peso específico 2.62gr/cm<sup>3</sup> agregado grueso y 2.67gr/cm<sup>3</sup> agregado fino, de la capacidad de absorción 2.17% agregado grueso y 3.78% agregado fino, abrasión del agregado grueso 27.90% de desgaste, granulometría  $\frac{3}{4}$ " tamaño máximo nominal del material granular,  $\frac{3}{4}$ " de los tamaños máximos del agregado grueso, 6.53 y 3.30 módulo de finos del agregado grueso y fino, densidad aparente suelta 1,29 gr/cm<sup>3</sup> del agregado grueso y 1,53 gr/cm<sup>3</sup> agregado fino, densidad aparente compactada 1,41 gr/cm<sup>3</sup> del agregado grueso y 1,73 gr/cm<sup>3</sup> del agregado fino, densidad máxima 1,81 gr/cm<sup>3</sup>, densidad óptima 1,78 gr/cm<sup>3</sup>, porcentaje óptimo de arena 36% y agregado grueso 64%, porcentaje máximo de arena 40% y del grueso 60%, % de humedad para mezcla de prueba del fino 1,67% y del grueso 6,50%, % de humedad para mezcla definitiva: agregado fino 0,83% y agregado grueso 5,58%. Del resultado sometido a compresión con el curado acelerado se tiene: curado a 35°C durante 22 Horas para el  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  se tiene 108.27kg/cm<sup>2</sup>, para el  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene 122.12kg/cm<sup>2</sup>, para el  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  se tiene 139.71kg/cm<sup>2</sup> y curado a 70°C durante 24 Horas, para el  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  se tiene 154.00kg/cm<sup>2</sup>, para el  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene 162.30kg/cm<sup>2</sup>, para el  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  se tiene 196.85kg/cm<sup>2</sup> y para el curado estándar a los 28 días para el  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  se tiene 288.49kg/cm<sup>2</sup>, para el  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  se tiene 336.13kg/cm<sup>2</sup> y para el  $f'c=350\text{kg/cm}^2$  se tiene 389.8kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, estos resultados evidencian, que a mayor temperatura de curado la ganancia de resistencia es mayor en el tiempo inicial.

K. GAMAL, et al (2019), En su artículo con el objetivo de investigar las propiedades frescas y endurecidas en el Concreto en polvo reactivo fundido localmente utilizando varias condiciones de curado. Se realizaron investigaciones experimentales para estudiar la efectividad de la sustitución parcial del cemento por diferentes materiales para alcanzar concretos de ultra alta resistencia, para mejorar

las propiedades de fractura de las mezclas del Concreto en polvo reactivo, e influencia de las mezclas tratadas con agua normal como con agua hirviendo. Los resultados señalan que los especímenes fueron curados en agua normal 25°C y agua hirviendo a 60°C y 90°C. El rendimiento de las diversas mezclas se prueba mediante el flujo de asentamiento, la resistencia a compresión, flexión, tracción por división y densidad. La producción del concreto en polvo reactivo con materiales locales obtiene con éxito una resistencia de 121MPa a los 28 días en condiciones estándar y curado con agua normal a 25 °C. Los resultados también mostraron el efecto del curado por agua hirviendo a 60°C y 90°C, se observa que la resistencia aumenta proporcionalmente con las temperaturas de curado y se tuvo una resistencia de 149.1MPa a 90°C por 1 día. En conclusión, el porcentaje óptimo de reposición por máxima resistencia a compresión fue del 25% para concretos que incorporan humo de sílice al curar en condiciones normales 25°C.

#### **A nivel nacional:**

CRUZADO (2018) tiene el objetivo de realizar la prueba al efecto de incremento en la resistencia curando con agua hirviendo y curado estándar en muestras de concreto según la NTP 339.213, empleando la siguiente metodología de diseño experimental, de los resultados se tiene el módulo de finos 5.23% agregado grueso 2.76% agregado fino, % de humedad 1.036% agregado grueso y 3.01% agregado fino, peso específico y absorción 2.54 y 1.50% agregado grueso, 2.51 y 0.61% agregado fino, del curado estándar de resistencia a compresión se tiene 118.5% a los 7 días, 118.22% a los 14 días y 118.13% a los 2 días del curado con agua hirviendo a 3.5 horas se tiene 118.66%, en conclusión se menciona que la resistencia a compresión incrementa empleando el curado acelerado (agua hirviendo), haciendo uso de la NTP 339.2013 del año 2015.

DURAN (2018) en su trabajo con el objetivo de determinar las maneras de curado que son empleadas en circunstancias reales, es más idónea para el curado y la optimización de la propiedad del concreto endurecido, usando la metodología de búsqueda de información para realizar la experimentación de los curados, los resultados de resistencia a compresión curados por inmersión se tiene 192.94kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 229.93kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 263.40kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, curados por aspersion 155.46kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 219.72kg/cm<sup>2</sup> a los 14

días y 249.42kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y sin curado se tiene 149.39kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 194.56kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días y 247.34kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, del resultado a compresión diametral curados por inmersión se tiene 29.39kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 36.20kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, curados por aspersión se tiene 27.83kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 33.77kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y sin curado se tiene 26.68kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días y 29.45kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, en conclusión se detalla que de las pruebas a compresión y compresión diametral, el método del curado por inmersión incrementa su resistencia para ambos ensayos realizados.

MACHACA (2021) con el objetivo de realizar la demostración de cómo varía la resistencia a compresión de los concretos  $f'_c$ :140kg/cm<sup>2</sup>,  $f'_c$ =175 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'_c$ =210 kg/cm<sup>2</sup> empleando el curado acelerado y estándar, empleando la siguiente metodología de tipo aplicada, diseño cuasi experimental, del resultado de las pruebas a compresión se tiene para el  $f'_c$ =140 kg/cm<sup>2</sup>, 75.1kg/cm<sup>2</sup> a 3.5 hora por el curado acelerado y 96.9kg/cm<sup>2</sup> curado estándar, de la comparación para 7 horas de curado acelerado y 14 días de curado estándar se tiene 120kg/cm<sup>2</sup> y 133.4kg/cm<sup>2</sup>, comparación para 12 horas de curado acelerado y 28 días de curado estándar se tiene 155.5kg/cm<sup>2</sup> y 157.7kg/cm<sup>2</sup>, de las pruebas a compresión para el  $f'_c$ =175 kg/cm<sup>2</sup>, de la comparación para 3.5 horas y 7 días se tiene, 119.4kg/cm<sup>2</sup> curado acelerado y 148kg/cm<sup>2</sup> curado estándar, de la comparación para 7 horas de curado acelerado y 14 días de curado estándar se tiene 150.2kg/cm<sup>2</sup> y 168.5kg/cm<sup>2</sup>, comparación para 12 horas de curado acelerado y 28 días de curado estándar se tiene 189.3kg/cm<sup>2</sup> y 195.5kg/cm<sup>2</sup>, y para la prueba a compresión para el  $f'_c$ =210 kg/cm<sup>2</sup>, de la comparación para 3.5 y 7 días se tiene 175.7kg/cm<sup>2</sup> curado acelerado y 168.7kg/cm<sup>2</sup> curado estándar, de la comparación para 7 horas de curado acelerado y 14 días de curado estándar se tiene 227.3kg/cm<sup>2</sup> y 200.9kg/cm<sup>2</sup>, comparación para 12 horas de curado acelerado y 28 días curado estándar se tiene 247.2kg/cm<sup>2</sup> y 240.0kg/cm<sup>2</sup>. De los resultados se sabe que ambos métodos de curado incrementan, pero usando el curado acelerado resalta el incremento de la resistencia.

### **Local**

QUISPE (2021) en su trabajo tiene por objetivo determinar cómo incide el curado en la propiedad mecánica del concreto en laboratorio y obra en Puno, 2021, la

metodología es de diseño experimental de carácter cuasiexperimental, tipo aplicada y enfoque cuantitativo, el resultado de la prueba a compresión a los 28 días por el método de curado sumergido se obtuvo 193.80kg/cm<sup>2</sup> y por el método de rociado 157.80kg/cm<sup>2</sup>. De las pruebas a indirecta el resultado obtenido a los 28 días es 25.3 kg/cm<sup>2</sup> curado sumergido y 19.9kg/cm<sup>2</sup> curado por rociado, de las pruebas a flexión en vigas a los 7 días se tiene 22.43kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se tiene 28.5kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se tienen 34.6kg/cm<sup>2</sup> curado sumergido y para el curado por rociado a los 7 días se tiene 20.3kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días se tiene 24.5kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se tiene 30.6kg/cm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluye que al emplear el curado sumergiendo las muestras (laboratorio) se consigue una mejor efectividad que al emplear el curado por rociado (obra).

JHONATHAN, y otros (2019) en su trabajo cuyo objetivo es comparar técnicas diferentes para curar en el desarrollo de resistir a compresión del concreto con exposición a ciclos de deshielo y congelamiento, en el proceso de endurecimiento, como metodología de ejecución se tuvo dos: los cuales son concretos sometidos a deshielo y congelamiento y concretos sometidos a la intemperie, de los resultados se tiene que curar empleando estiércol de ovino y polietileno tiene la resistencia en 88.25% en función de la resistencia diseñada, con aserrín y polietileno un 76.40%, con polietileno un 60.94% y cuando las muestras están sin protección un 57.55%, las muestras que se curan a la intemperie tiene una resistencia de 78.94% curado por riego y 96.53% curado sumergido, conclusión, se demuestra que al incorporar estiércol de ovino para proteger del clima donde existe presencia de friaje y helada en la ciudad de Puno muestra eficiencia.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Concreto**

Conocido como un material que se constituye por mezclar diferentes proporciones de agua, cemento, agregados y algunas veces aditivos, los cuales en un inicio tienen una estructura moldeable y plástica, el cual después adquirirá una forma consistente rígida con propiedades resistentes y aislantes, debido a ello es considerado ideal para realizar construcciones (FLORES, 2005)

El concreto se utiliza más comúnmente en la construcción de edificios y carreteras. Una mezcla de concreto tradicional se compone de cuatro componentes, a saber, agua, cemento, agregado fino y agregado grueso. En las últimas dos décadas se ha incrementado la utilización de revestimientos cerámicos en las edificaciones (Uso de residuos cerámicos para producir hormigón sostenible: una revisión, 2022). Esto se debe a que el hormigón es, con mucho, el material de construcción más duradero, robusto y se desempeña bien durante su vida útil, así como su disponibilidad, rentabilidad comparativa, flexibilidad para la forma deseada, un personal comparativamente menos capacitado requerido, fuego y corrosión (Efectos de la calidad del agua en las propiedades de resistencia del concreto, 2020). La calidad del hormigón depende en gran medida de la calidad de la pasta, que a su vez depende de la proporción de agua a contenido de cemento utilizado. Para obtener un hormigón de calidad, se debe prestar la debida atención a la elección de los constituyentes, mezclándolos en las proporciones correctas, mezclando correctamente el hormigón y, finalmente, usándolo correctamente seguido de un curado adecuado (Principales ingredientes y materias primas del hormigón ordinario., 2020).

Los componentes del hormigón que se encuentran en forma granular o de partículas generalmente se consideran agregados, los agregados se emplean en las industrias de la construcción como ingredientes en la producción de concreto, mezclas asfálticas, balasto y materiales de relleno, para bases y formaciones de carreteras, con fines decorativos, medios de filtrado y drenaje, y para diversos procesos de fabricación, como fundición de metales, fundente, entre otros (Una revisión sobre la aplicación de la cáscara de palma aceitera como agregado en el concreto: hacia la realización de un entorno libre de contaminación y un concreto sostenible, 2022).

### **Propiedades físico-mecánicas del concreto**

Las propiedades físicas del concreto engloban cada cualidad que pueden identificarse a la vista o realizando simples mediciones, a su vez son inherentes, esto quiere decir, que no dependerá si el tamaño es mayor o menor de la mezcla, sino que dependerá de cuánto cuidado se brinde a la mezcla y las propiedades mecánicas del concreto son conocidas a la relación de cómo se comporta el

concreto ya endurecido cuando este es sometido a esfuerzo mecánicos ejercidos sobre él, también se conoce a esta propiedad como un parámetro importante para diseñar estructuralmente el concreto (Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C., 2005).

### **Propiedades del concreto fresco**

Se nombra al concreto cuando este tiene una estructura plástica, cuando este todavía no inició su proceso de fraguado. El concreto fresco deberá tener una consistencia adecuada para ser empleado en cualquier obra a la cual está destinada, especialmente la docilidad que permita que este pueda ser recepcionado, transportado, colocado al encofrado y para terminar con los medios que se tiene a disposición. Al realizar las diferentes actividades no debe existir presencia de segregación en el material que lo componen, especialmente el agua. Cuando se termine de colocar el concreto en el encofrado, debe ser compacto, homogéneo y uniforme. (LOYA, 2018).

**Trabajabilidad.** Es el concreto en su estado no endurecido este puede determinar su capacidad de manipulación, transporte, colocación y cuando se consolide de manera adecuada, empleando un trabajo mínimo y homogeneidad máxima; para que de esta manera se dé un acabado sin presentarse la segregación (ANDRADE, y otros, 2014).

**Estabilidad.** Desplazamiento o flujo producido en el concreto sin ser consideradas las fuerzas externas. Esta propiedad otorga que se pueda obtener un concreto uniforme y homogéneo. (ORTIZ, 2020).

**Segregación.** Ocurre cuando el concreto cuando el agregado que tiene mayor densidad es colocado al fondo de la mezcla. Al mezclar los agregados finos y el mortero forman una pasta con una variación en 20% con referente a la densidad del agregado grueso, de tal manera que no se segregue considerablemente y debido a que la mezcla es viscosa queda dentro los agregados gruesos. Entonces, se tiene la importancia de identificar aquel factor que influye en la segregación, estos pueden ser: el tamaño del agregado, la densidad de las partículas gruesas en comparación con las partículas finas, mezclas con poca fluidez (OROZCO, y otros, 2018).

**Exudación.** Se conoce a la ocurrencia donde el líquido aflora a la superficie y los sólidos se sedimentan al fondo de la mezcla, puede iniciar cuando se coloca la mezcla dentro del encofrado. Esta propiedad se da por la ley física del flujo del agua en un sistema de capilaridad, de da por el efecto viscoso y las diferentes densidades (APAZA, y otros, 2020).

**Asentamiento.** Se considera un ensayo rápido y requiere poca atención este ensayo es realizado de acuerdo a las normas donde se especifica cómo realizarlo, este se realiza en el cono de Abrams llenando 3 capas de 6.5 cm cada una y compactándose con 25 golpes por capa (CÁRDENAS, y otros, 2010).

**Temperatura.** La temperatura influye de gran manera a edades tempranas en la resistencia del concreto, se considera una variable que afecta considerablemente para aumentar la resistencia en el paso del tiempo. El concreto que es fabricado, puesto en obra o que se cura a altas temperaturas logran resistencias menores en avanzadas edades, aunque mayor a temprana edad (ACI Committee 305, 2007). Las normas NTP 339.183-2003 y el ASTM C-1064 describen los métodos de ensayo con el fin de realizar la medición de temperatura en el concreto fresco, el cual deberá estar entre 11°C y 36°C que son los límites aceptables, (QUISPE, y otros, 2019).

**Densidad.** Mediante este ensayo es posible determinar mediante fórmulas su rendimiento, el contenido de aire y de cemento en el concreto, para determinar el rendimiento es definido como el volumen de concreto que se produce mezclando alguna cantidad de materiales conocidos (SILVA, 2020).

**Absorción.** Es la capacidad de saturar con agua los poros del agregado, manteniendo su superficie seca, la saturación provoca un incremento en la masa del árido. Expresado en porcentaje la masa seca del material. Tiene importancia conocer la capacidad de absorción de los agregados para corregir la proporción de agua en el diseño de mezcla (RODRÍGUEZ , y otros, 2018).

### **Propiedades del concreto endurecido**

De acuerdo a PACHECO (2017) Es una propiedad mecánica, la cual genera deformación reversible debido a fuerzas externas. Se puede decir que es la capacidad para que el concreto se deforme cuando es sometido a cargas, cuando

no tiene distorsión permanente. El concreto no puede considerarse material de elasticidad, debido a que no se comporta linealmente dentro del gráfico de esfuerzo y deformación. Tiene un módulo elástico normal que oscila entre 250,000 a 350,000 kg/cm<sup>2</sup>, estos tienen proporción inversa con relación a/c. La normativa ASTM C-469 indica la manera con la que debe establecerse el Módulo de elasticidad estática en el concreto. En esencia, el estado endurecido del concreto resiste el agua y las altas temperaturas, lo que permite su uso en diferentes condiciones ambientales y de exposición (por ejemplo, estructuras de puentes, túneles y presas) (Un enfoque novedoso para explicar la naturaleza de caja negra del aprendizaje automático en las predicciones de resistencia a la compresión del hormigón utilizando explicaciones aditivas de Shapley (SHAP), 2022).

**Resistencia.** Propiedad del concreto que hace posible soportar cargas y esfuerzos, su comportamiento a compresión es mejor que a tracción, ya que tiene propiedades que hacen que se adhiera la pasta del cemento. Se considera su función con relación de a/c en el concreto. También el tiempo y la temperatura influyen, donde se considera el tipo y característica de la resistencia del cemento, la calidad del agregado, estas hacen un complemento estructuralmente al concreto (ORTIZ, 2020).

**Calor de hidratación.** Se llama así al calor que es desprendido cuando es producida la reacción entre el agua y el cemento al contactarse estos (ZORRILLA, 2018). La hidratación de una mayor cantidad de cemento conduce a una mayor temperatura del hormigón y una mayor diferencia de temperatura entre la superficie media y la exterior (Factores de impacto del calor de hidratación del relleno de relaves cementados basados en la optimización de múltiples índices, 2020).

#### **Resistencia a la compresión ASTM C39 – NTP 339.034**

La resistencia a la compresión del hormigón se preocupa regularmente para garantizar la seguridad de cada diseño. Además, la resistencia a la compresión también juega un papel vital en la evaluación de la resistencia de estructuras antiguas. Generalmente, los valores de resistencia a la compresión se obtienen a través de experimentos de laboratorio (Resistencia a la compresión del hormigón mediante redes neuronales artificiales, 2020).

La resistencia a la compresión es un factor dominante que refleja el comportamiento del hormigón. Depende en gran medida de la composición del hormigón. Por ejemplo, un alto contenido de agua en comparación con el contenido de cemento tiende a disminuir la resistencia a la compresión. Además, el contenido de aire dentro de la mezcla puede disminuir la resistencia a la compresión (Efecto de los métodos de curado en clima cálido sobre las propiedades de los hormigones de alta resistencia, 2019).

Es definida como el máximo de resistencia que se puede medir en una muestra sometida a una carga axial, esta es expresada en Kg/cm<sup>2</sup> a edades de 7 días, 14 días, 28 días o más días estas dependerán del tipo de trabajo que se realice. Para la investigación se realizaron ensayos a compresión en muestras cilíndricas con curado convencional a los 7 días, 14 días, 28 días y curado acelerado a 3.5 horas, 7 horas y 12 horas.

Procedimiento:

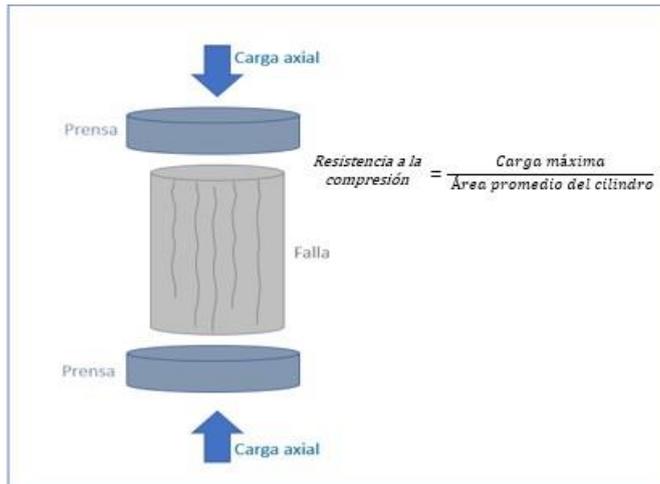
- Las muestras se realizarán de acuerdo a lo especificado en la Norma (NTP 339.034, 2015).
- Antes de iniciar las pruebas realizar la limpieza de la superficie plana que está en contacto con la máquina y la base de las probetas.
- Colocar la muestra encima del bloque inferior de apoyo, centrar encima de la superficie del mismo, de manera que la muestra se centre sobre el bloque superior.
- Aplicar una carga constante y continua hasta lograr la rotura de la muestra, registrar el valor cuando alcance la carga máxima.

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

f'<sub>c</sub>: Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

P: Carga Máxima Aplicada (kg).

A: Área de la Muestra (cm<sup>2</sup>).



**Figura 1** Resistencia a compresión  
Fuente: (LOPERA, 2020)

### Resistencia a compresión diametral (NTP 339.084)

La Norma Técnica Peruana (2017) indica el proceso para obtener la resistencia a compresión diametral de los especímenes de concreto, estos son cilindros moldeados. El ensayo se basa en emplear una fuerza de compresión diametral en toda la muestra, hasta lograr que esta falle. La carga que será aplicada estará entre 689 kPa/min a 1380 kPa/min hasta su falla por el esfuerzo a compresión diametral, esta es calculada con:

$$T = \frac{2P}{d \cdot l}$$

Donde:

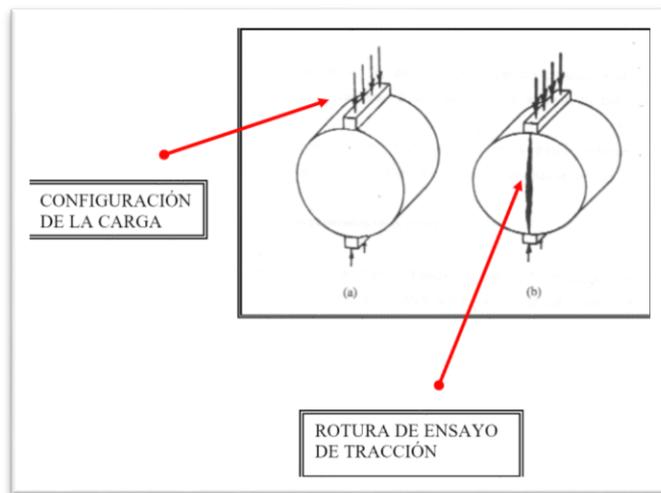
T = Resistencia a compresión diametral, kPa.

P = Carga máxima aplicada establecida en la máquina, kN.

d = Diámetro, m

l = Longitud, m.

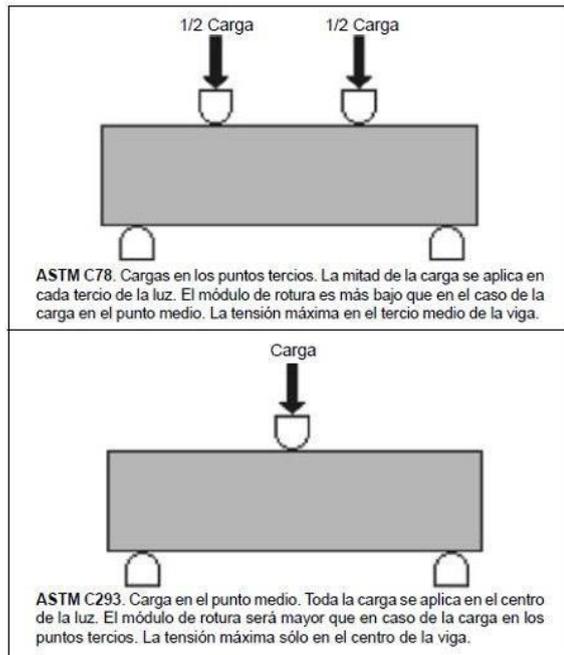
En nuestra investigación se realizarán ensayos a compresión diametral en probetas cilíndricas con curado convencional a los 7 días, 14 días, 28 días y curado acelerado a 3.5 horas, 7 horas y 12 horas.



**Figura 2** Ensayo a compresión diametral  
Fuente: (Norma Técnica Peruana 339.084, 2017)

### **Resistencia a flexión NTP 339.078**

Conocida como la medición de cuánto resiste la falla por momento de la viga sin refuerzo a tracción. Las vigas a ensayar serán de 150 x 150 mm (6 x 6 pulgadas) de sección transversal con longitud 3 veces el espesor mínimamente. Es expresada como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa), se determina por método establecidos en la ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). El MR se considera lo más cercano de 10% a 20% de la resistencia a compresión, de acuerdo al tipo, dimensión, y volumen de agregados a usar, de moque que la correlación de los materiales se obtiene de las pruebas de laboratorio por material y la mezcla diseñada (GIRALDO, 2019).



**Figura 3** Resistencia a flexión  
Fuente: (NTP.339.079:2012)

### Métodos de Curado

Según Filio (2019), al realizar la descripción de cada método de cura se debe tener en conocimiento cual es el significado del mismo, es por ello que se tiene la NTP 339.047 (2014), donde es definida como aquel proceso donde debe dotarse agua a la superficie que está en exposición, también es requisito controlar el entorno del clima como: la humedad y temperatura transcurriendo a lograr su estado endurecido.

### Curado del concreto

De acuerdo al ACI 308 R, se conoce al proceso donde el concreto que se elaboró con cemento llega a madurar y endurecer con el paso del tiempo, también resulta al hidratar continuamente el cemento con cantidades suficientes de agua y de calor.

El curado continuo del cemento permite que continúe la hidratación, lo que da como resultado una mayor formación de gel (hidrato de silicato de calcio), una mayor resistencia, un tamaño de poro reducido y una contracción plástica y seca reducida del concreto (El efecto de los regímenes de curado con vapor sobre la resistencia al cloruro y el tamaño de poro del concreto verde de alta resistencia, 2021). Sin

embargo, la interrupción del curado del hormigón influye negativamente en todas esas propiedades.

Mantener una humedad interna adecuada es fundamental porque la hidratación del cemento se detiene cuando la humedad relativa dentro del capilar cae por debajo del 80% (El efecto de los regímenes de curado con vapor sobre la resistencia al cloruro y el tamaño de poro del concreto verde de alta resistencia, 2021). Además, el secado temprano del hormigón conduce a la aparición de microgrietas resultante de la contracción plástica, que puede expandirse para ser visible en todas las partes del hormigón (Propiedades del hormigón de fibra de ultra alto rendimiento (UHPFC) bajo diferentes regímenes de curado, 2017). La evaporación del agua y la pérdida de humedad reducen la relación agua-cemento inicial, lo que resulta en una hidratación incompleta de los compuestos de cemento y reduce la calidad del concreto (Uso de EDTA-2Na para inhibir el ataque de sulfato en mortero de cemento de escoria bajo curado con vapor, 2020).

### **Curado con agua según ACI 308**

Existen diferentes procesos para curar con agua, el ACI 308 propone algunos métodos conocidos de curados con agua, estos se presentan a continuación:

- a) Inmersión, con este método se sumerge completamente las muestras de concreto dentro del agua; siendo este, el que otorga resultados elevados en la resistencia a la compresión. (ORTIZ, 2020).
- b) El curado del hormigón con vapor a presión atmosférica acelera el desarrollo de la resistencia a la compresión y mejora las propiedades del hormigón en edades tempranas. La ganancia en resistencia inicial puede incrementarse mucho mediante el curado con vapor, como resultado del aumento de la tasa de hidratación del cemento con el aumento de la temperatura (Revisión del efecto del curado con vapor en el comportamiento del concreto, 2022).
- c) Regado de niebla o aspersion, se utiliza este método cuando exista una duración de agua suficiente para que este líquido no genere preocupaciones por su consumo, ya que el concreto se mantendrá húmedo de manera continúa utilizando aspersores para un curado bueno.

d) Costales, alfombras y carpetas de algodón, este método consiste en cubrir las muestras de concreto con costal, alfombra, manta o cualquier otro material con el que se pueda retener el agua y que estos sean factibles para elementos verticales u horizontales.

e) Curado con tierra, este método tiene gran efectividad cuando se trata de pequeñas superficies, donde se esparce tierra humedecida con agua con la finalidad de mantener húmedo a la muestra de concreto.

f) Curado con aserrín y arena, estos métodos también pretenden mantener de manera continua la humedad necesaria en las muestras para que alcancen resultados óptimos; son muy útiles cuando es necesario el trabajo en superficies que están en proceso de curado.

g) Curado con heno o paja, estos métodos también tienen la finalidad de humectar continuamente, su desventaja es que debido a su bajo peso que tiene este puede ser movido del lugar por el viento (1992, p.12).

El agua es un ingrediente importante del concreto y debería ser adecuada para fabricar y curar el concreto. Una parte del agua de amasado se utiliza para hidratar el cemento, mientras que el agua restante se necesita para dar trabajabilidad al concreto. Como resultado, la cantidad y la calidad del agua deben examinarse cuidadosamente (Efecto de diferentes fuentes de agua sobre la resistencia del concreto: un estudio de caso, 2021). La calidad del agua puede variar significativamente de una fuente a otra según la ubicación geográfica y la estación. Por lo tanto, el agua utilizada para mezclar y curar el hormigón en las obras de construcción debe someterse a pruebas para evitar defectos estructurales (Investigación experimental sobre las propiedades mecánicas del hormigón utilizando diferentes fuentes de agua para mezclar y curar el hormigón, 2022).

### **Curado Acelerado según la NTP 339.213**

Este tipo de curado es conocido como el método con el que se pretende acelerar el desarrollo de las resistencias dotando humedad y calor extra con la que está compuesta el concreto con el que permite una reducción en el tiempo de curado. Del curado acelerado la NTE E-060 (2009), menciona al respecto: Que, al suministrar una determinada resistencia a la compresión, con el curado acelerado

se debe obtener que esta debe ser mayor o igual a la requerida para el diseño en la etapa de carga para la cual ha sido considerada. El curado acelerado del concreto. Consiste en llegar a una resistencia óptima en menor tiempo, se realiza curando las muestras en agua hirviendo a 60°C y 90°C.

### **Curado convencional basado en la NTP 339.183**

El curado convencional es cuando las muestras de concreto se sumergen en pozas de curado durante 28 días, con el objetivo de que estas tengan un óptimo curado. Sobre el ambiente de curado la NTP 339.183 menciona al respecto. Para que este método de curado sea factible las temperaturas del agua deben de estar  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , cuando el proceso del curado empieza no se debe de realizar ningún tipo de vibrado en 48 horas (ALVARADO, 2020). Se debe mencionar adicionalmente, que las muestras deben estar lo más cercano al lugar del elemento que representa para obtener resultados más aproximados. El curado convencional consiste en alcanzar la resistencia en un lapso de 28 días, realizando el curado en pozas a temperatura variable de entre 11°C a 23°C.

### **Curado en obra basado en la NTP 339.033**

El curado en obra implica que se aplicará cualquiera de los procedimientos de curado con agua, que permitan estar constantemente hidratado la superficie del concreto, para alcanzar la resistencia para la cual se diseñó. Por lo general este tratamiento es de 7 días para curado en obra. Sobre el tratamiento a las muestras representativas, la NTE E-060 (2009) menciona al respecto. Se realizará el curado en semejantes circunstancias, siendo moldeadas junto con aquellas muestras que se llevarán a laboratorio; debiendo tomarse las muestras de la misma mezcla de concreto.

### **Normativas**

- Curado con agua según ACI 308
- Curado Acelerado según la NTP 339.213
- Curado convencional basado en la NTP 339.183
- Prueba de granulometría (NTP 339.128)
- Prueba de % de humedad (NTP 339.127)

- Prueba normalizada para encontrar el % que absorbe el agregado grueso y su peso específico (NTP 400.021)
- Prueba normalizada para encontrar el porcentaje que absorbe el agregado fino y su peso específico (NTP 400.022)
- Prueba estándar para los vacíos en el agregado y densidad aparente ("peso de la unidad") (NTP 400.017)

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación:**

Comprende al conjunto de diferentes maneras que son empleadas para conocer los resultados de algún problema y así generar conocimientos nuevos en el área a aplicarse (HERNANDEZ, y otros, 2014).

Es de tipo aplicada, por estar encaminado en conocimientos aprendidos y será desarrollada en el proceso de investigación con el fin de obtener los resultados en función a cada objetivo planteado.

##### **Diseño de investigación:**

Según Arias (2012), La investigación experimental es conocida como el procedimiento donde se somete a un grupo de individuos o un grupo a determinadas condiciones, tratamiento o estímulos (variable independiente), para ver cuáles son las reacciones o efectos que se producen (variable dependiente).

En el presente estudio tendrá que ser manipulada la variable independiente para que la variable dependiente se note los cambios, por lo que será de diseño experimental.

##### **Nivel de investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) los estudios explicativos – descriptivos se dirigen para dar respuesta a los motivos de porque suceden fenómenos y cuáles son las circunstancias donde se manifiesta.

De acuerdo a la definición el nivel es explicativo debido a que con este estudio se determinara cómo influye el curado del concreto en la resistencia del concreto.

##### **Enfoque de investigación**

Para este estudio se tomó un enfoque cuantitativo por usar fichas y recolección de datos de los ensayos realizados que serán procesadas al análisis estadístico para responder las hipótesis que fueron planteadas.

### 3.2. Variable y operacionalización

**Variable independiente:** Método de curado

- a) **Definición Conceptual:** la NTP 339.047 (2014) lo define como aquel proceso donde debe dotarse agua a la superficie que está en exposición, también es requisito controlar el entorno del clima como: la humedad y temperatura transcurriendo a lograr su estado endurecido. El curado acelerado del concreto consiste en llegar a una resistencia óptima en menor tiempo, lo cual se realiza curando las muestras en agua hirviendo. Mientras que el curado convencional consiste en alcanzar la resistencia en un lapso de 28 días, realizando el curado en pozas a temperatura variable de entre 11°C a 23°C.
- b) **Definición Operacional:** Los dos tipos de curado que serán empleados para el curado de los especímenes elaborados con los diseños nominales del  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en pozas de curado para el convencional y a diferentes temperaturas de agua hirviendo para el curado acelerado
- c) **Dimensiones:** Curado acelerado y curado convencional
- d) **Indicadores:** Calor de hidratación y temperatura del agua (°C).
- e) **Instrumento:** Termómetro medidor de temperatura del agua y pozas de curados.
- f) **Escala de Medición:** Razón

**Variable dependiente:** Propiedades físico-mecánicas del concreto

- a) **Definición Conceptual:** Las propiedades físicas del concreto con aquellas que son identificadas a simple vista o medición y son propias de cualquier mezcla en menor o mayor grado. Las propiedades mecánicas tienen relación con el concreto en su estado endurecido cuando inciden cargas sobre él, son parámetros para su diseño estructural.
- b) **Definición Operacional:** Las propiedades físicas y mecánicas del concreto con características que serán medidas en laboratorio mediante diferentes ensayos.
- c) **Dimensiones:** Propiedades físicas y propiedades mecánicas.

**d) Indicadores:** Asentamiento (Pulg.), Temperatura, Densidad, tiempo de fragua, resistencia a compresión (Kg/cm<sup>2</sup>), resistencia por compresión diametral (Kg/cm<sup>2</sup>), resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>).

**e) Instrumento:** Equipos de rotura de laboratorio

**f) Escala de Medición:** Razón.

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

#### **Población**

Según Carrasco (2018), es definido como un grupo de elementos que con parte del problema que serán estudiados en la investigación (p. 236).

Para este estudio la población son los especímenes de probetas estándares de concreto para ser sometidas a la compresión, tracción y flexión.

#### **Criterios de inclusión**

Según Vara (2010) es delimitar una población incluyendo y considerando sus características propias, propiedades y aspectos.

#### **Criterios de exclusión**

Según Vara (2010) es delimitar una población excluyendo sus características propias propiedades y aspectos (pág. 55)

#### **Muestra**

Hernández, Fernández y Baptista (2014), mencionan que la muestra se define como aquello que delimita el área de investigación, es considerada como representación de la misma, un fragmento representativo de la población (p. 21).

Las muestras representativas para diseñar el  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> son, para las pruebas a compresión 9 muestras cilíndricas, para la prueba a compresión diametral 9 muestras cilíndricas, para el ensayo a flexión 9 muestras en forma de viguetas y para diseñar del  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> son, para compresión 9 muestras cilíndricas, para compresión diametral 9 muestras cilíndricas y para flexión 9 muestras viguetas, los cuales serán curados convencionalmente a 7 días, 14 días y 28 días. Para el diseño del  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> son, para compresión 9 muestras cilíndricas, para compresión

diametral 9 muestras cilíndricas y para flexión 9 muestras en forma de viguetas y para diseñar el  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> son, para compresión 9 muestras cilíndricas, para compresión diametral 9 muestras cilíndricas y para flexión 9 muestras en forma de viguetas, los cuales serán curados con agua hirviendo (curado acelerado) a 3.5 horas, 7 horas y 12 horas, siendo un total de 108 muestras de concreto.

**Tabla 1**

Resumen de cantidad de muestras a ensayar

<b>RESUMEN DE MUESTRAS PARA ENSAYAR</b>		
<b>Tipo de curado</b>	<b>F'C=210 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>F'C=280 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Curado convencional</b>	27	27
<b>Curado acelerado</b>	27	27
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>54</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Muestreo**

Para seleccionar la muestra para el tipo de muestreo no probabilístico dependerá del criterio del que investiga (PINO, 2018).

La investigación tomará el muestreo no probabilístico debido a que para seleccionar una parte de una población como muestra estará sujeto al criterio del responsable del estudio. En el muestreo por conveniencia el elemento se selecciona debido a su fácil disponibilidad o con base en la conveniencia del investigador.

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

Existen diferentes técnicas e instrumentos con los que se puede realizar la recolección de datos y las más usuales son: la observación, encuesta, escala, cuestionario y entrevista (CARRASCO, 2018 pág. 282).

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

Las técnicas que se usan para recopilar los datos son de gran importancia, debido a que la información que se recopila se usa y también es explicada, estas se determinan por la metodología y el enfoque al que se direcciona la investigación, resumiendo, los instrumentos y técnicas ayudan al que investiga ya que estos datos recaudados serán analizadas, evaluadas y comparadas posteriormente (Arias, 2012).

En este estudio se realizaron pruebas y ensayos de laboratorio para encontrar los objetivos sobre las propiedades mecánicas - físicas del concreto acelerado y convencional por eso se emplearon las siguientes técnicas mostradas en la tabla 2.

**Tabla 2**

Técnicas de recolección de datos

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Fuentes</b>
Diseño de mezcla de concreto acelerado y convencional	Certificación u formato de ensayo en laboratorio de tecnología de concreto.	ACI 211
Curado del concreto acelerado y convencional.	Control de calendario para curado del concreto	ACI 308ER
Ensayo de resistencia a la compresión, compresión diametral y flexión.	Certificación u formato de ensayo en laboratorio de tecnología de concreto.	NTP 339.034 ASTM C39

**Fuente:** elaboración propia.

### **Instrumentos de recolección datos**

Es definida como una serie de medios que ayudarán al investigador de manera virtual o física con las cuales podrá realizar la recolección de datos necesarios (GARCIA, 2004).

Formatos de laboratorio, obtenida de las guías de laboratorio

Libreta de apuntes, para describir algunas características relevantes de los ensayos preliminares.

### **Propiedades físicas de los materiales**

- Prueba de análisis granulométrico (NTP 339.128)
- Prueba para % de humedad (NTP 339.127)
- Prueba normalizada para determinar absorción del agregado grueso y fino y el peso específico (NTP 400.021 y NTP 400.022)
- Prueba para determinar los vacíos en el agregado y densidad aparente ("peso de la unidad") (NTP 400.017)

### **Dosificación**

- Diseño de Mezcla (Comité ACI 211).

## **Elaboración de probetas**

- Creación y curado de las muestras en campo (N.T.P. 339.033)
- Creación y curado de las muestras en laboratorio (N.T.P. 339.183)
- Curado del concreto (Comité ACI 308) -Líquidos formadores de membrana (N.T.P. 339.226-2016)

## **Ensayo de resistencia a la compresión según NTP 339.034**

- Fichas técnicas para pruebas la prueba de esfuerzo a la compresión.

## **Validez y confiabilidad**

### **Validez**

De la misma manera Santos (2017) menciona que la validez es un proceso mediante el cual el investigador realiza formularios o formatos y este debe recibir pruebas de sustentación de las inferencias. El procedimiento para validar necesita un análisis experimental que se direcciona con la recolección de datos (p. 1).

### **Confiabilidad**

Según Hernández y otros (2003), indica que la confiabilidad de los instrumentos es determinada por diferentes técnicas, los cuales se refieren a la medida donde su repetida aplicación en un mismo sujeto pueda producir resultados iguales.

## **3.5. Procedimientos**

Se dividen en etapas:

### **Etapas 1: Obtención de materiales**

Los agregados fueron obtenidos de las canteras Antauta y Rio crucero (Faycopata).

Coordenadas geográficas de las canteras

➤ CANTERA ANTAUTA

Latitud 14°21'576893.90"s

Longitud 70° 2'39.91"o

Elevación 4077 msnm

➤ CANTERA RIO CRUCERO

Latitud 14°20'26.36"s

Longitud 70°15'35.10"o

Elevación 4128 msnm



**Figura 4** Ubicación de canteras de agregados

Para elaborar el concreto se emplearon los siguientes materiales:

- Cemento
- Agregado Grueso y Agregado Fino
- Agua

### **Etapas 2: Diseño de mezcla**

Los diseños realizados fueron de acuerdo a las normativas del ACI 211 para el concreto de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Para ello se requirió lo siguiente:

- La granulometría de agregados fino y grueso
- Peso unitario suelto y compacto de los agregados finos y gruesos

- Peso específico de los agregados finos y gruesos
- % humedad de los agregados grueso y fino.
- % de absorción de los agregados finos y gruesos
- Tipo de cemento a emplear

### **Etapa 3: preparación de la mezcla y vaciado del concreto**

La preparación se realizó en función al diseño de mezcla, posteriormente se midió su asentamiento y procedió a realizar el vaciado en las probetas cilíndricas.



**Figura 5** Preparación del concreto



**Figura 6** Medición de asentamiento



**Figura 7** Llenado de moldes

### **Etapa 4: Curado del concreto**

Después del proceso anterior se esperó un día (24h) y se desencofró con mucho cuidado, se hizo la codificación de cada muestra para iniciar con el proceso de curado convencional y curado acelerado.

Curado convencional NTP 339.183, después de ser desencofradas las muestras fueron puestas en una poza y sumergidas por completo en el agua, se calculó la temperatura y se dejaron en la poza hasta que se completó las edades de curado que fueron 7 días, 14 días y 28 días.

Curado acelerado NTP 339.213, para curar con este método el recipiente se encendió una hora antes, cuando el agua ya estuvo hirviendo se introdujeron las muestras, las muestras procedieron a curarse a periodos de tiempo de 3.5 horas, 7 horas y 12 horas, se agregó agua en el recipiente cada 1 hora para que el volumen de agua se mantenga.



**Figura 8** Curado acelerado

### **Etapa 5: Ensayos del concreto**

En este trabajo se preparan diferentes formas de muestras, incluidos cilindros y prismas para evaluar las propiedades mecánicas del concreto endurecido, como la resistencia a la compresión, la tracción por división, la flexión. Además, se realiza una prueba de asentamiento para evaluar la trabajabilidad del hormigón fresco (Propiedades físicas y mecánicas del hormigón con residuos de PET como sustituto parcial de los áridos finos, 2021)

Una vez alcanzadas las edades del curado convencional se dio inicio al ensayo:

Para el curado acelerado una vez alcanzado el tiempo de curado se esperó que la muestra enfríe durante 1 hora luego se procedió con los ensayos de compresión, compresión diametral y flexión.

### **Ensayo a compresión**

Una vez alcanzado el tiempo de curado las muestras fueron medidas para determinar su volumen, fue llevada a la prensa de ensayo donde recibió carga axial hasta que falló, finalmente se registró los datos necesarios para realizar su análisis de resultados.



**Figura 9** Ensayo a compresión

### **Ensayo a la compresión diametral**

De la misma manera que el ensayo anterior se tomó las medidas de las muestras se configuró el equipo y se procedió a ingresar la muestra a la máquina de ensayo donde se le aplicó fuerza de compresión para que falle a lo largo de su diámetro, este fallo.

registrando los diámetros, altura, peso entre otros datos necesarios para los ensayos a compresión, compresión diametral y flexión también se hizo el registro de las cargas, los tipos de falla.



**Figura 10** Ensayo compresión diametral

### **Ensayo a Flexión**

La muestra fue medida y luego colocada volteada de un lado, centrado sobre los bloques de apoyo, los cuales también se centraron con respecto a la fuerza que se aplica, estos se apoyan a la muestra en los puntos tercios entre los apoyos, seguidamente se le aplicó la carga a una velocidad uniforme hasta que llegó a su rotura, donde también se obtiene sus medidas para determinar la línea de falla. El módulo de su rotura oscila entre (10% a 20%) de la resistencia a la compresión (Relación de la resistencia a la compresión y módulo de rotura del concreto hidráulico con presencia de fibras metálicas con materiales del Rio Barragán, 2019)



**Figura 11** Ensayo a flexión

### **Etapas 6: Procesamiento de resultados**

Con el resultado obtenido de cada ensayo, se realizó el análisis usando hojas de cálculo, gráficos y cuadros donde se representan los resultados obtenidos en respuesta a cada objetivo planteado.

### 3.6. Método de análisis de datos

- **Diseño de mezcla de concreto**, esta se realizará realizando un seguimiento a lo recomendado en la norma ACI 211, con lo que se calculará la dosificación de los materiales que se usan para su elaboración.
- **Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto**, esta se realizará realizando un seguimiento a lo recomendado en la ASTM C 39 y NTP 339.034 con estos cálculos se encontrará los esfuerzos máximos que soportarán los concretos.
- **Trabajo de gabinete**, para fines de análisis y comparación se utilizará el programa Excel 2019 para los diferentes ensayos realizados a los especímenes de concreto.

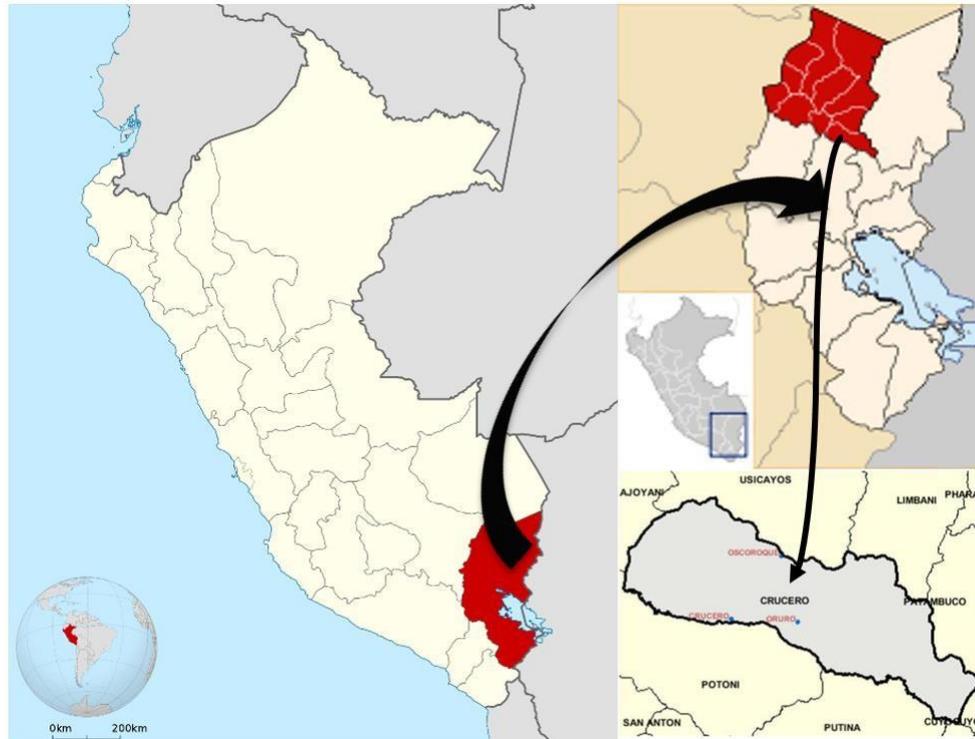
### 3.7. Aspectos éticos

La investigación está realizada considerando los requerimientos que se encuentran establecidos dentro de la Resolución N.º 0126-2017/UCV del 23 de mayo de 2017 “Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo”, donde se consideró durante el proceso de elaboración el cumplir con las especificaciones máximas de rigor científico, honestidad y responsabilidad, con referente a los aspectos éticos que se establecieron dentro de la norma, se cumple con obtener información de fuentes confiables, el citado de normas, libros, tesis y artículos científicos se realizó adecuadamente cumpliendo la norma ISO 690, y los estatutos de la entidad para avalar los derechos de autor de las referencias bibliográficas.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política



**Figura 12** Ubicación del distrito de Crucero

#### Limites

**Norte** : Ajoyani

**Sur** : Usicayos, Sandia

**Este** : Usicayos

**Oeste** : Potoni

#### Ubicación geográfica

**Departamento** : Puno

**Provincia** : Carabaya

**Distrito** : Crucero

**Altitud** : 4131 msnm

**Coordenadas UTM:** (WGS 84) 19 L; 14°21'38"S 70°01'20"O

#### Clima

En el distrito de Crucero, la estación de verano es corta y fría, también la estación de invierno es corta y fría, durante casi todo el año el cielo es nublado y la temperatura aproximadamente oscila desde -6 °C a 12 °C, algunas veces baja hasta -8 °C y sube hasta los 15°C.

### Generalidades

En este capítulo presentaremos cada resultado obtenido de las pruebas en laboratorio de las muestras de concreto considerando dos valores de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  los que fueron sometidos a los ensayos a compresión (NTP 339.034), compresión diametral (NTP 339.084) y flexión (NTP 339.078), estos fueron curados con dos métodos: curado acelerado que se realizó a 3.5hrs, 7hrs y 12hrs y el curado convencional realizado para 7 días, 14 días y 28 días, cada uno de los resultados serán mostrados en tablas y gráficos con su descripción respectiva.

### Peso específico

**Tabla 3**

Resultados del Peso Específico

Peso específico			
	Crucero (Faycopata)	Antauta	
	Fino	grueso (m1)	Grueso (m2)
Densidad Seca ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.41	1.61	2.59



**Figura 13** Peso específico de las canteras Faycopata y Antauta

La tabla 3 y la figura 13 muestran los datos obtenidos de los pesos específicos de los agregados fino y grueso de las canteras Faycopata (Crucero) y Antauta, se observa que tiene una ligera diferencia tanto para los agregados finos y gruesos.

### Absorción de agregados

**Tabla 4**

Resultados del % de absorción

% de absorción			
	Faycopata (Crucero)	Antauta	
	Fino	grueso (m1)	Grueso (m2)
%	2.16	1.63	2.13



**Figura 14** porcentaje de absorción de las canteras Faycopata y Antauta

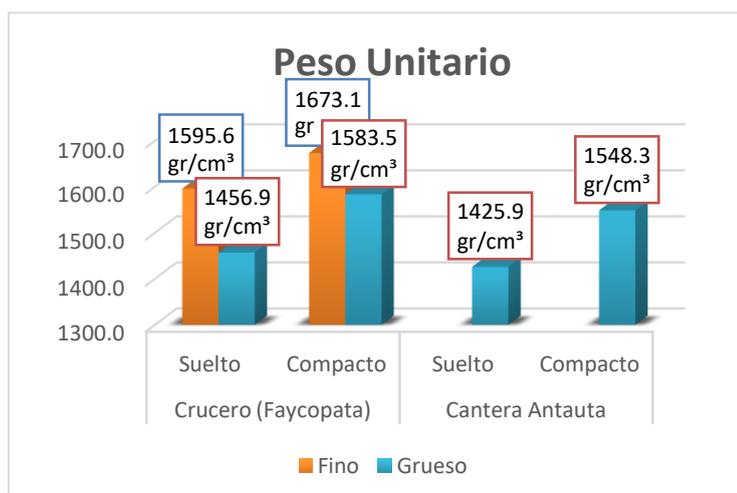
La tabla 4 y figura 14 muestran los resultados obtenidos en % de cuanto absorben los agregados finos y gruesos de las canteras Faycopata (Crucero) y Antauta.

### Peso Unitario

**Tabla 5**

Resultados de Peso Unitario

Peso Unitario				
	Crucero (Faycopata)		Cantera Antauta	
	Suelto	Compacto	Suelto	Compacto
Fino	1595.6 gr/cm <sup>3</sup>	1673.1 gr/cm <sup>3</sup>		
Grueso	1456.9 gr/cm <sup>3</sup>	1583.5 gr/cm <sup>3</sup>	1425.9 gr/cm <sup>3</sup>	1548.3 gr/cm <sup>3</sup>



**Figura 15** Peso Unitario de las canteras Faycopata y Antauta

La tabla 5 y la figura 15 muestra los datos obtenidos del Peso Unitario suelto y compacto de los agregados finos y gruesos de las canteras Faycopata (Crucero) y Antauta.

### **Análisis granulométrico de suelos (ASTM D 422 - MTC E107)**

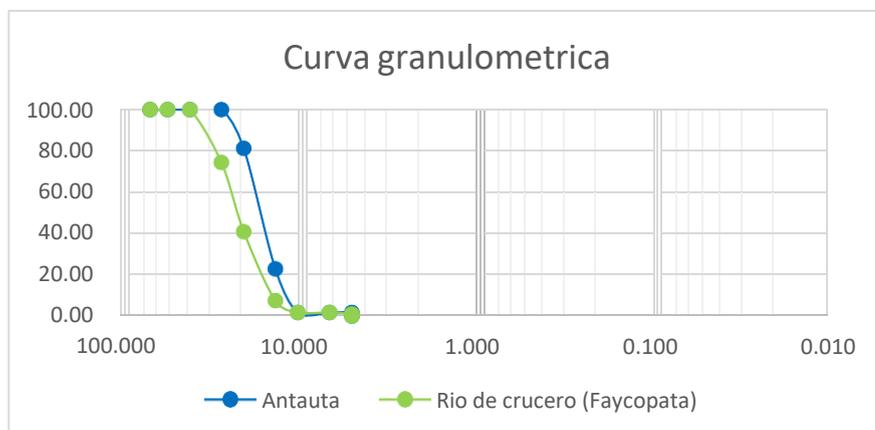
El ensayo permite que se determine adecuadamente la distribución de las partículas de la muestra, con este ensayo son separadas las partículas de acuerdo a su tamaño dentro del juego de tamices.

**Tabla 6**

Análisis granulométrico Agregado grueso

Tamiz	Tamiz mm	Antauta	Faycopata (Crucero)
3"	76.20		
2 1/2"	63.50	100.00	100.00
2"	50.80	100.00	100.00
1 1/2"	38.10	100.00	100.00
1"	25.40	100.00	74.39
3/4"	19.05	81.21	40.84
1/2"	12.70	22.83	7.43
3/8"	9.53	1.70	1.77
1/4"	6.35	1.70	1.77
N° 4	4.75	1.72	0.89
N° 8	4.75	0.00	0.00
N° 16	2.36		

Nº 30	0.60		
Nº 50	0.30		
Nº 100	0.150		
Nº 200	0.075		



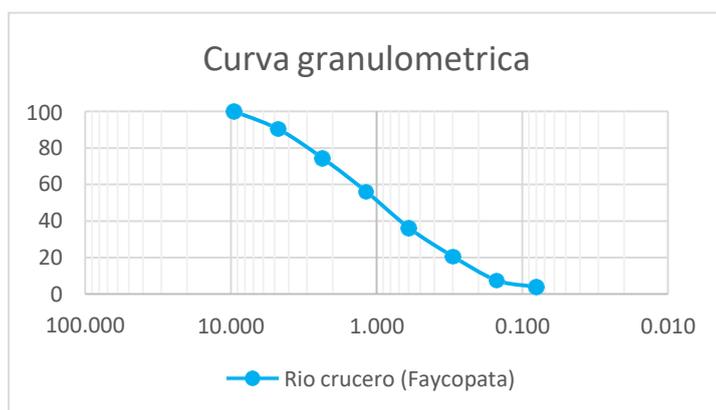
**Figura 16** Curva de granulometría del agregado grueso

La tabla 6 y figura 16 presentan el resumen del análisis granulométrico del, los porcentajes de partículas de agregado grueso retenidos por cada tamiz durante el tamizado de la muestra de las canteras Antauta y Faycopata (Crucero).

**Tabla 7**

Análisis granulométrico Agregado fino

Tamiz	Tamiz mm	Crucero (Faycopata)
3"	76.200	
2 1/2"	63.500	
2"	50.800	
1 1/2"	38.100	
1"	25.400	
3/4"	19.050	
1/2"	12.700	
3/8"	9.530	100.00
Nº 4	4.750	90.48
Nº 8	2.360	74.58
Nº 16	1.180	56.21
Nº 30	0.600	36.27
Nº 50	0.300	20.71
Nº 100	0.150	7.51
Nº 200	0.080	3.99
Fondo	0.000	0.00



**Figura 17** Curva de granulometría del agregado fino

La tabla 7 y figura 17, muestran un resumen de la granulometría del agregado fino, son los porcentajes de partículas retenidas por cada malla al tamizar la muestra de la cantera Faycopata (Crucero).

#### Dosificación de obra para el diseño nominal de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

**Tabla 8**

Dosificación de materiales para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Dosificación de obra para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$			
Descripción	Bolsa/c=42.5kg/cm <sup>2</sup>	Proporción	M3 (metro cúbico)
Cemento	42.5	1	0.13
Agregado fino	84.68	1.9	0.32
Agregado grueso	104.01	2.5	0.36
Agua	19.89	19.89 (lts)	0.2

**Tabla 9** Dosificación de materiales para el diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Dosificación de obra para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$			
Descripción	Bolsa/c=42.5kg/cm <sup>2</sup>	Proporción	M3 (metro cubico)
Cemento	42.5	1	0.16
Agregado fino	67.03	1.5	0.31
Agregado grueso	79.97	1.9	0.34
Agua	16.77	16.77 (lts)	0.2

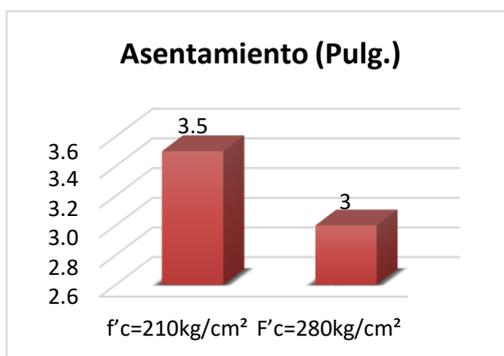
Las tablas 8 y 9 presentan los datos obtenidos de la dosificación de materiales que se necesitarán para la elaboración del concreto de diseños nominales  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

**Objetivo Especifico 1.** Determinar las propiedades físicas del concreto fresco y la variación de la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

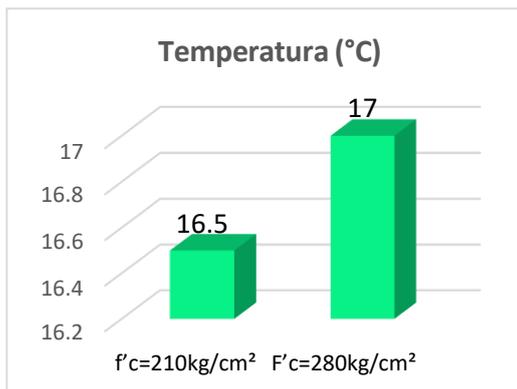
**Tabla 10**

Pruebas físicas al concreto fresco

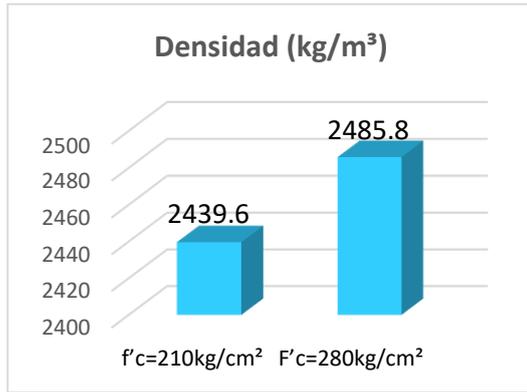
Prueba	$f'c=210\text{kg/cm}^2$	$F'c=280\text{kg/cm}^2$
Asentamiento (Pulg.),	3.50"	3.00"
Temperatura	16.5°C	17°C
Densidad	2439.6 kg/m <sup>3</sup>	2485.8 kg/m <sup>3</sup>
Tiempo de fragua	233 min	210 min



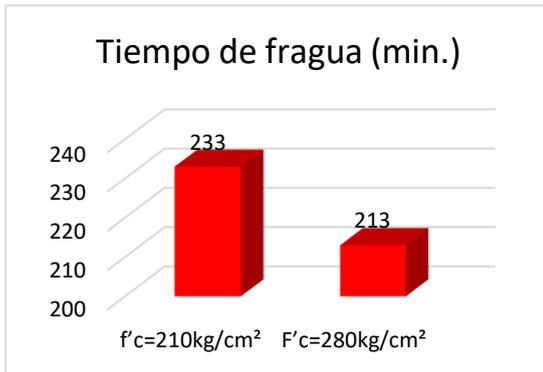
**Figura 18** Asentamiento del concreto



**Figura 19** Temperatura del concreto



**Figura 20** Densidad del concreto



**Figura 21** Tiempo de fragua

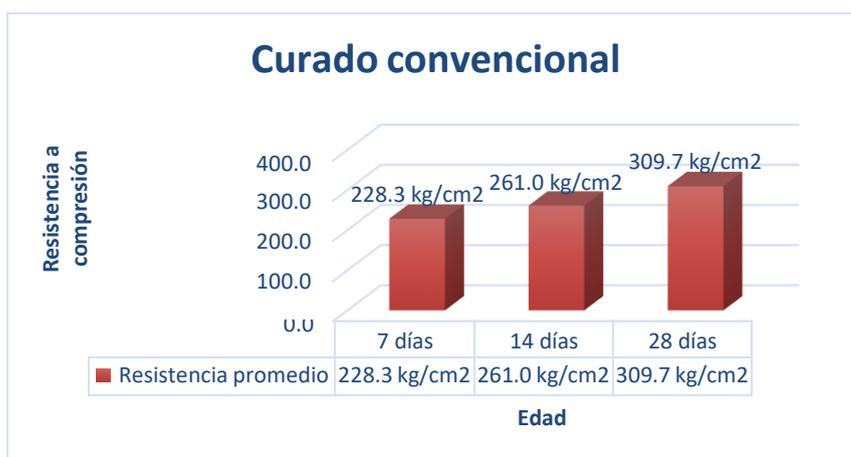
En la Tabla 10 y las figuras 18, 19, 20 y 21 se muestra los datos obtenidos de las pruebas realizadas a los dos diseños  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  de concreto en estado fresco, del asentamiento se tiene 3.5" y 3" los cuales se encuentran dentro de la consistencia seca y plástica respectivamente, la temperatura de  $16.5^\circ\text{C}$  y  $17^\circ\text{C}$  son menores a la temperatura máxima ( $30^\circ\text{C}$ ) establecida en la norma E. 060 y la densidad de acuerdo con Manobanda (2013) está dentro de los parámetros de concreto bien compactado ( $2300 \text{ kg/m}^3$  -  $2500 \text{ kg/m}^3$ ), y el tiempo de fragua inicial fue a las 233 min y 213 min respectivamente, los cuales están dentro de los parámetros de la NTP 334.009 donde se menciona que el tiempo de fragua inicial debe ser mayor de 45 min. y menor de 375 min. el tiempo de fraguado final.

### Ensayo a compresión

**Curado Convencional:** Resistencia a la compresión  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 11**Ensayo a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  curado acelerado

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$			Resistencia promedio	Resistencia %
7 días	169	165	164	166.0 $\text{kg/cm}^2$	79.0 %
14 días	187	181	189	185.7 $\text{kg/cm}^2$	88.4 %
28 días	231	236	235	234.0 $\text{kg/cm}^2$	111.4 %

**Figura 22** Esfuerzo a la rotura a los 7, 14 y 28 días

En la tabla 11 y figura 22, se observa los datos obtenidos de resistencia a compresión curado convencionalmente a las edades de 7, 14 y 28 días, estos llegaron a las resistencias de 166  $\text{kg/cm}^2$ , 186  $\text{kg/cm}^2$  y 234  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente.

**Curado Acelerado:** Resistencia a compresión del  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 12**Ensayo a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  curado acelerado

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$			Resistencia promedio	Resistencia %
3.5 horas	149	144	146	146.3 $\text{kg/cm}^2$	69.7 %
7 horas	181	177	179	179.0 $\text{kg/cm}^2$	85.2 %
12 horas	241	240	238	239.7 $\text{kg/cm}^2$	114.1 %



**Figura 23** Esfuerzo a la rotura a las 3.5, 7 y 12 horas

En la tabla 12 y la figura 23, se observa la resistencia a compresión del curado acelerado a las 3.5, 7 y 12 horas, estos obtuvieron las resistencias de 146.3 kg/cm<sup>2</sup>, 179 kg/cm<sup>2</sup> y 239.7 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado Convencional:** Resistencia a la compresión  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 13**

Ensayo a compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> curado convencional

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio	Resistencia %
7 días	230	227	228	228.3 kg/cm <sup>2</sup>	81.5 %
14 días	264	261	258	261.0 kg/cm <sup>2</sup>	93.2 %
28 días	302	312	315	309.7 kg/cm <sup>2</sup>	110.6 %



**Figura 24** Esfuerzo a la rotura a los 7, 14 y 28 días

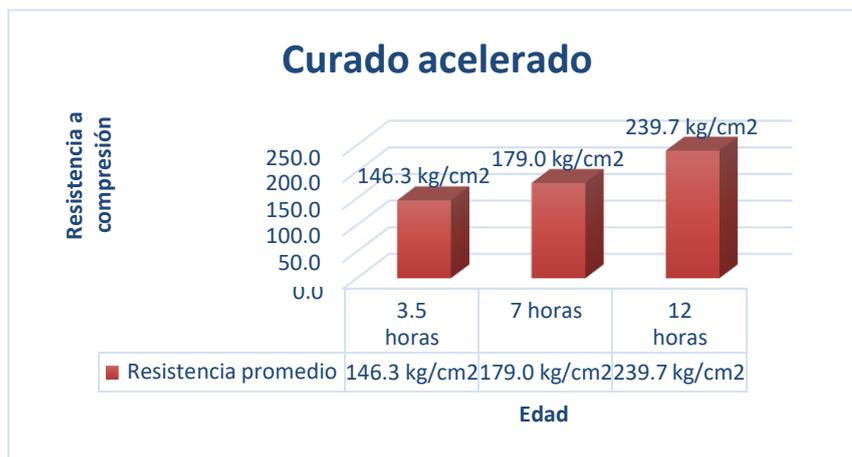
En la tabla 13 y figura 24, se muestra la resistencia a compresión del curado convencional a los 7, 14 y 28 días, estos obtuvieron las resistencias de 228.3 kg/cm<sup>2</sup>, 261 kg/cm<sup>2</sup> y 309.7 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado Acelerado:** Resistencia a la compresión F'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 14**

Ensayo a compresión del concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> curado acelerado

Edad	Resistencia a la compresión F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio	Resistencia %
3.5 horas	204	211	214	209.7 kg/cm <sup>2</sup>	74.9 %
7 horas	247	252	250	249.7 kg/cm <sup>2</sup>	89.2 %
12 horas	302	307	304	304.3 kg/cm <sup>2</sup>	108.7 %



**Figura 25** Esfuerzo a la rotura a las 3.5, 7 y 12 horas

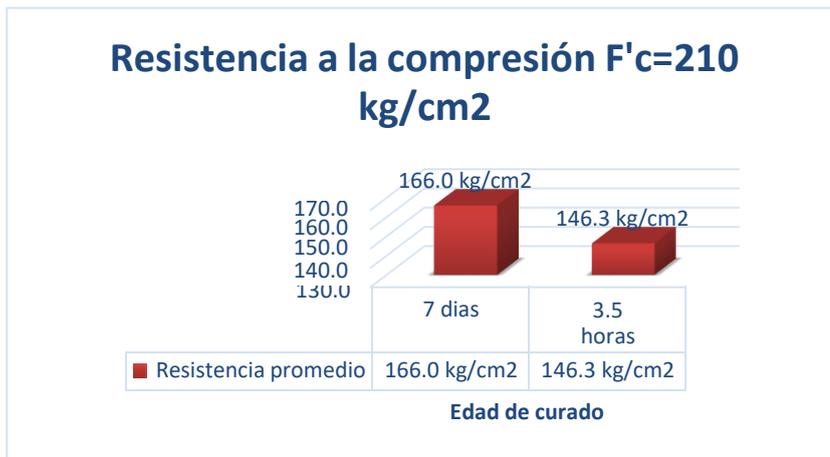
En la tabla 14 y figura 25, se muestra las resistencias a la compresión del curado acelerado a las 3.5, 7 y 12 horas, estos llegaron a una resistencia de 209.7 kg/cm<sup>2</sup>, 249.7 kg/cm<sup>2</sup> y 304.3 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Comparación del curado acelerado y convencional,** relacionando la resistencia a la compresión de los concretos F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> y F'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 15**

Ensayo a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas.

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
	7 días	169	165	
3.5 horas	149	144	146	146.3 kg/cm <sup>2</sup>

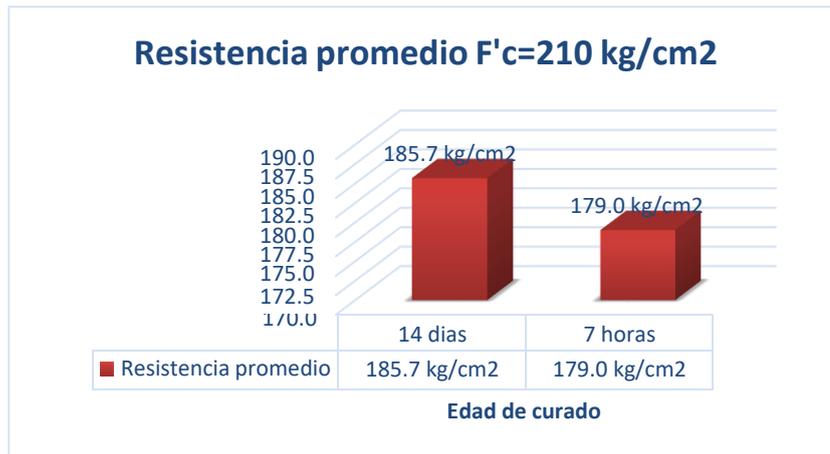


**Figura 26** Esfuerzo a la rotura a los 7 días y 3.5 horas.

En la tabla 15 y figura 26, se observa la resistencia a compresión del curado acelerado a las 3.5 horas y del curado convencional a los 7 días, se obtuvo una resistencia de 146.3 kg/cm<sup>2</sup> y 166 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, con el curado convencional a los 7 días se tuvo una resistencia mayor en comparación a 3.5 con el curado acelerado.

**Tabla 16** Ensayo a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
	14 días	187	181	
7 horas	181	177	179	179.0 kg/cm <sup>2</sup>

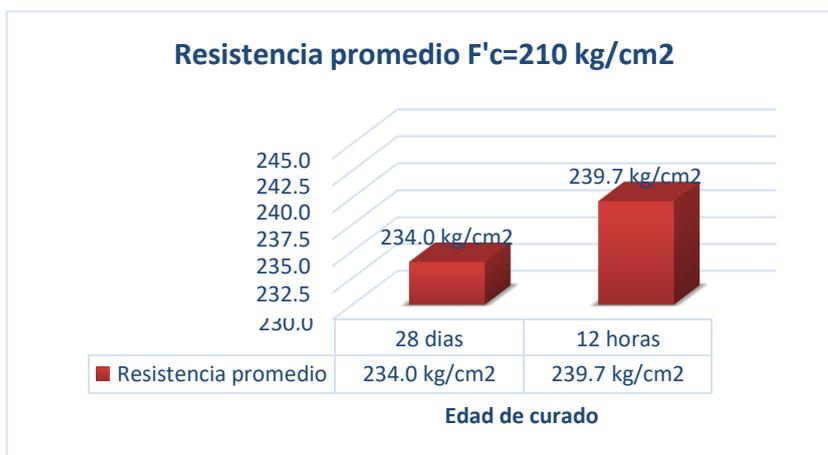


**Figura 27** Esfuerzo a la rotura a los 14 días y 7 horas

En la tabla 16 y figura 27, se muestra la resistencia alcanzada con el curado convencional a los 14 días es de 185.7 kg/cm<sup>2</sup> y con el curado acelerado a las 7 horas se alcanzó una resistencia de 179 kg/cm<sup>2</sup>, entonces se sabe que con el curado convencional se obtiene una resistencia mayor pero aun así no se alcanzó la resistencia de diseño de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 17** Ensayo a compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a través del curado convencional a los 28 días y acelerado a 12 horas

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$			Resistencia promedio
28 días	231	236	235	234.0 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	241	240	238	239.7 kg/cm <sup>2</sup>



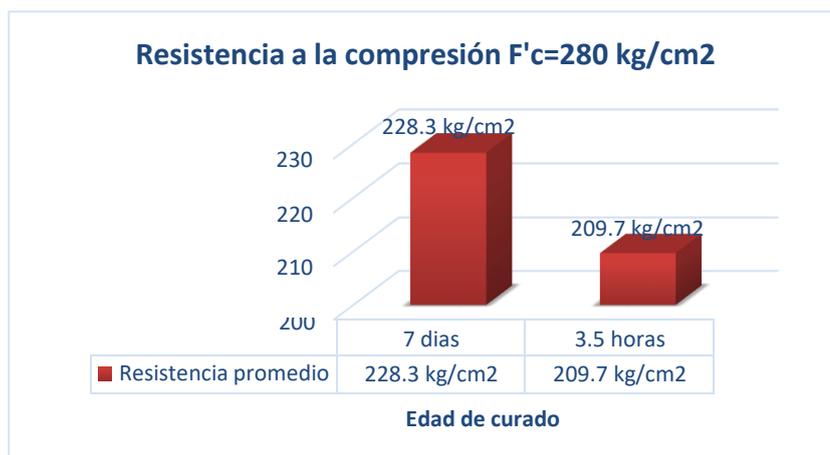
**Figura 28** Esfuerzo a la rotura a los 28 días y 12 horas

En la tabla 17 y figura 28, se observa los datos obtenidos de las muestras sometidas a curado convencional a 28 días de donde se obtuvo el promedio de resistencia 234 kg/cm<sup>2</sup> y de las muestras con curado acelerado a 12 horas obtuvieron una resistencia de 239.7 kg/cm<sup>2</sup>, en función a ello, con el curado acelerado se alcanzó mayor resistencia que con el curado convencional, además este supera la resistencia de diseño de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 18**

Ensayo a compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
7 días	230	227	228	228.3 kg/cm <sup>2</sup>
3.5 horas	204	211	214	209.7 kg/cm <sup>2</sup>



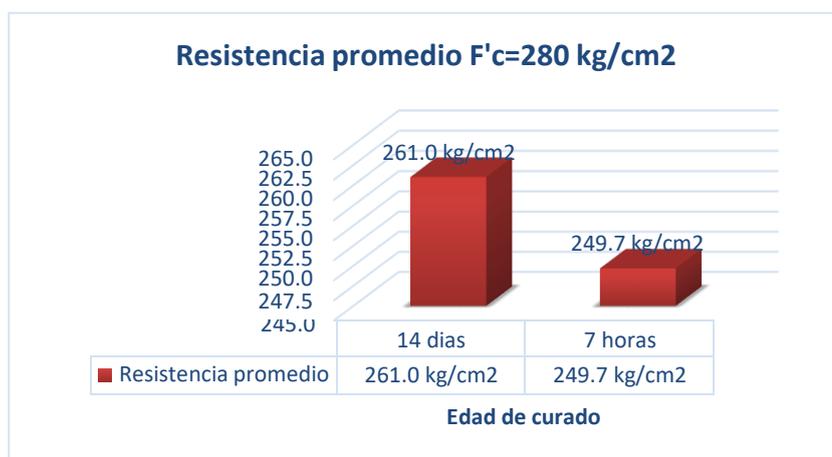
**Figura 29** Esfuerzo a la rotura a los 7 días y 3.5 horas.

En la tabla 18 y figura 29, se muestra la resistencia a compresión del  $f'c= 280$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días con curado convencional y 3.5 horas con curado acelerado, donde se alcanzó la resistencia de 228.3 kg/cm<sup>2</sup> y de 209.7 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, con el curado convencional a los 7 días se alcanzó resistencia mayor comparado con el curado acelerado a las 3.5 horas.

**Tabla 19**

Ensayo a compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
14 días	264	261	258	261.0 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	247	252	250	249.7 kg/cm <sup>2</sup>



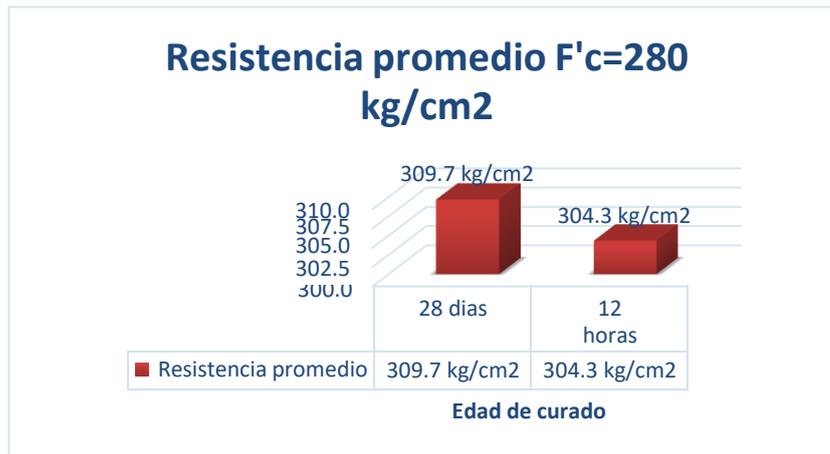
**Figura 30** Esfuerzo a la rotura a los 14 días y 7 horas

En la tabla 19 y figura 30, se muestra la resistencia del  $f'c= 280$  kg/cm<sup>2</sup> que alcanzó el curado convencional a los 14 días es de 261 kg/cm<sup>2</sup> y el curado acelerado a las 7 horas es de 249.7 kg/cm<sup>2</sup>, entonces se sabe que con el curado convencional se obtiene una resistencia mayor.

**Tabla 20**

Ensayo a compresión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> a través del curado convencional a los 28 días y curado acelerado a 12 horas

Edad	Resistencia a la compresión $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
28 días	302	312	315	309.7 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	302	307	304	304.3 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 31** Esfuerzo a la rotura a los 28 días y 12 horas

De acuerdo a la tabla 20 y figura 31, se observa los resultados que se obtuvieron de las muestras con curado convencional a 28 días de donde se obtuvo el promedio de resistencia 309.7 kg/cm<sup>2</sup> y de las probetas con curado acelerado a 12 horas se obtuvo una resistencia de 304.3 kg/cm<sup>2</sup>, en función a ello, se sabe que con los dos curados hay un incremento sobre la resistencia de diseño de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , de los dos, con el curado convencional se alcanza mayor resistencia que con el curado acelerado.

**Objetivo Especifico 2.** Evaluar la variación de la resistencia por compresión diametral del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021.

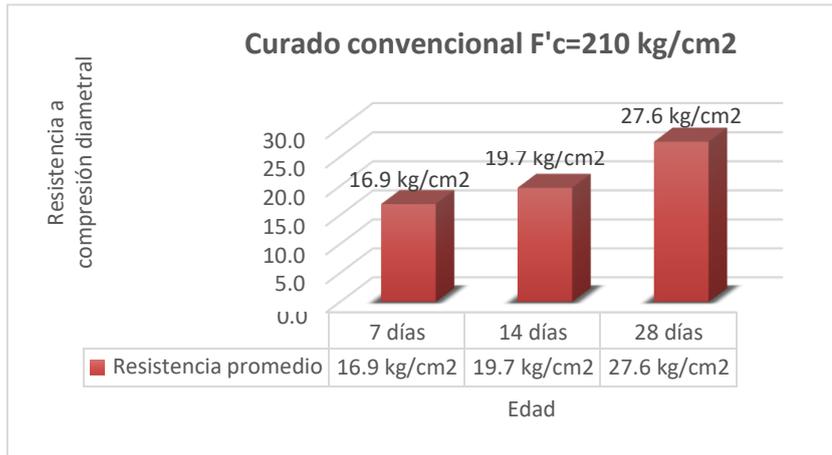
### Ensayo a Compresión diametral

**Curado Convencional:** Resistencia a la compresión diametral  $F'c=210\text{ kg/cm}^2$

**Tabla 21**

Ensayo a compresión diametral del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  mediante el curado acelerado

Edad	Resistencia a la compresión diametral $F'c=210\text{ kg/cm}^2$			Resistencia promedio
7 días	16.71	17.05	16.87	16.9 kg/cm <sup>2</sup>
14 días	19.38	19.93	19.69	19.7 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	27.57	28.37	26.83	27.6 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 32** Resistencia a la compresión diametral a los 7, 14 y 28 días

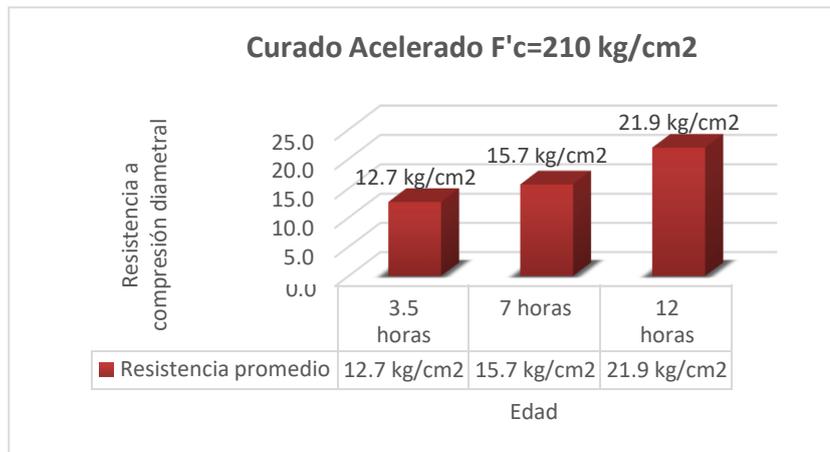
En la tabla 21 y figura 32, se muestra la resistencia a compresión diametral con el curado convencional a las edades de 7, 14 y 28 días, se obtuvieron las resistencias de 16.9 kg/cm<sup>2</sup>, 19.7 kg/cm<sup>2</sup> y 27.6 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado Acelerado:** Resistencia a la compresión F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 22**

Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado acelerado

Edad	Resistencia a la compresión diametral f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
3.5 horas	12.77	12.82	12.41	12.7 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	14.86	15.95	16.15	15.7 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	22.06	21.95	21.71	21.9 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 33** Resistencia a la compresión diametral a las 3.5, 7 y 12 horas

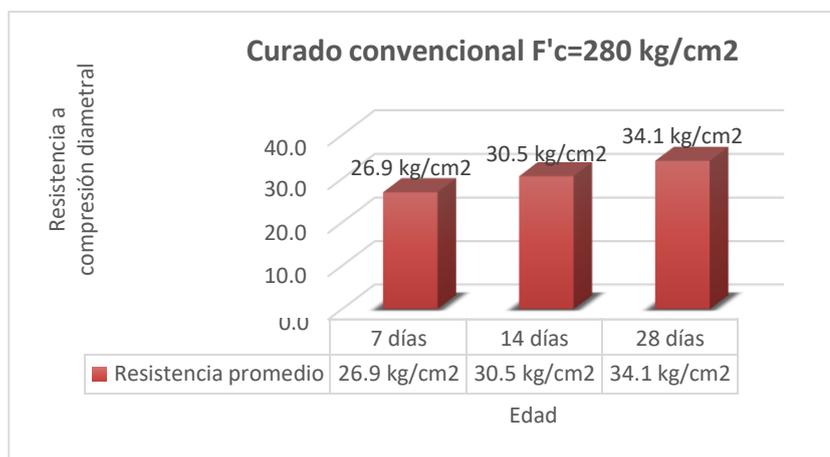
En la tabla 22 y figura 33, se muestra la resistencia a compresión diametral del curado acelerado a las 3.5, 7 y 12 horas, donde se obtuvo los siguientes datos de 12.7 kg/cm<sup>2</sup>, 15.7 kg/cm<sup>2</sup> y 21.9 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado convencional:** Resistencia a compresión diametral  $F'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 23**

Ensayo a compresión diametral del concreto  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado convencional

Edad	Resistencia a la compresión diametral $F'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
7 días	27.07	26.55	26.99	26.9 kg/cm <sup>2</sup>
14 días	30.4	31.04	30.18	30.5 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	33.91	34.03	34.24	34.1 kg/cm <sup>2</sup>



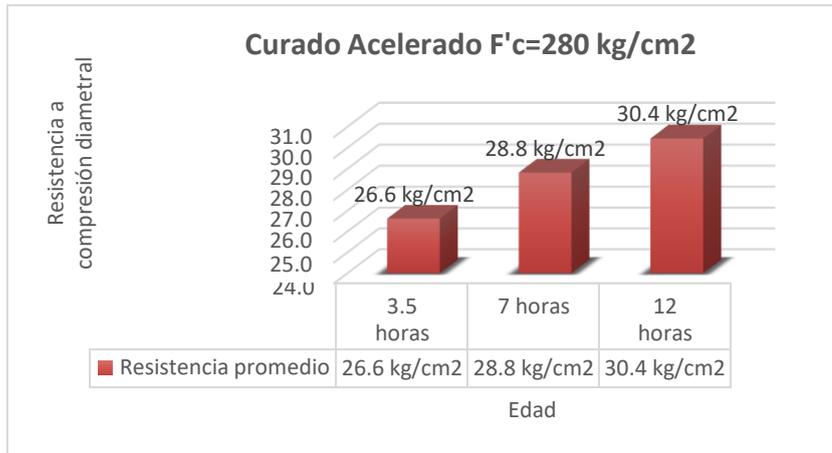
**Figura 34** Resistencia a la compresión diametral a los 7, 14 y 28 días

De la tabla 23 y figura 34, se observa la resistencia a compresión diametral del curado convencional a las edades de 7, 14 y 28 días, donde se tuvo los siguientes datos 26.9 kg/cm<sup>2</sup>, 30.5 kg/cm<sup>2</sup> y 34.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado Acelerado:** Resistencia a la compresión diametral  $F'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 24** Ensayo a compresión diametral del concreto  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado acelerado

Edad	Resistencia a la compresión diametral $F'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
3.5 horas	26.48	26.84	26.51	26.6 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	28.85	28.56	29.02	28.8 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	30.39	30.63	30.28	30.4 kg/cm <sup>2</sup>



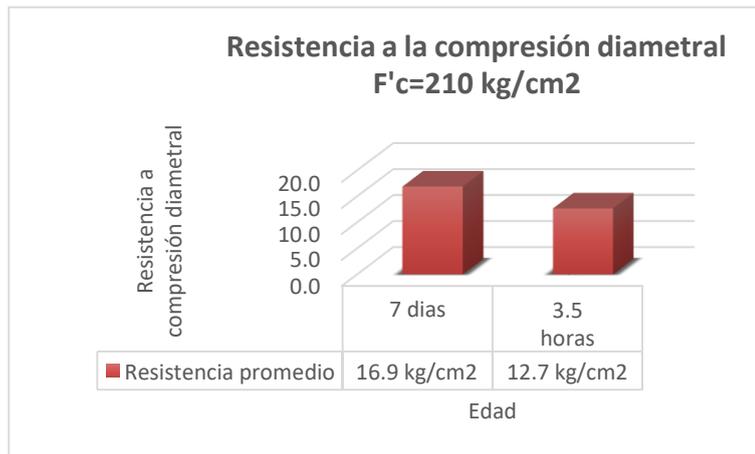
**Figura 35** Resistencia a la compresión diametral a las 3.5, 7 y 12 horas

De la tabla 24 y figura 35, se observa la resistencia a compresión diametral del curado acelerado a las edades de 3.5, 7 y 12 horas, se tuvo las resistencias de 26.6 kg/cm<sup>2</sup>, 28.8 kg/cm<sup>2</sup> y 30.4 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Comparación de las resistencias a la compresión diametral,** curado convencional y acelerado del concreto F'c=280 kg/cm<sup>2</sup> y F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 25** Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> a través del curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas

Edad	Resistencia a la compresión diametral F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
7 días	16.71	17.05	16.87	16.9 kg/cm <sup>2</sup>
3.5 horas	12.77	12.82	12.41	12.7 kg/cm <sup>2</sup>



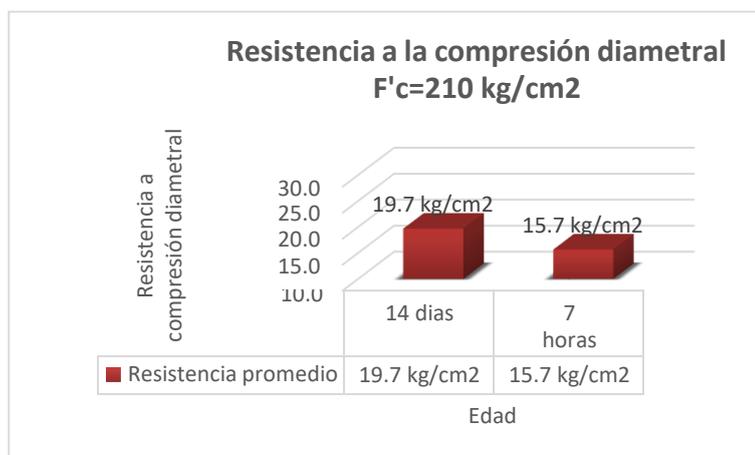
**Figura 36** Resistencia a compresión diametral a los 7 días y 3.5 horas

De la tabla 25 y figura 36, se observa que la resistencia diametral alcanzada con curado convencional a los 7 días es de 16.9 kg/cm<sup>2</sup> y el curado acelerado a las 3.5 horas es de 12.7 kg/cm<sup>2</sup>, entonces se sabe que con el curado convencional se alcanzó una resistencia mayor.

**Tabla 26**

Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a 14 días y curado acelerado a 7 horas

Edad	Resistencia a la compresión diametral F'c=210 kg/cm2			Resistencia promedio
14 días	19.38	19.93	19.69	19.7 kg/cm2
7 horas	14.86	15.95	16.15	15.7 kg/cm2



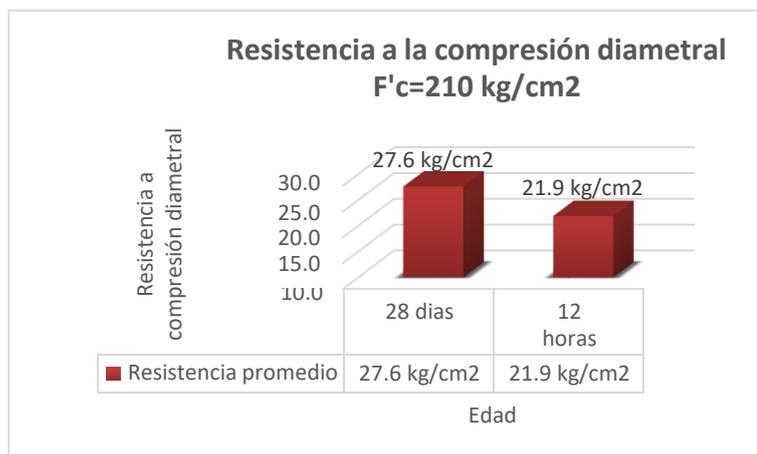
**Figura 37** Resistencia a compresión diametral a los 14 días y 7 horas

En la tabla 26 y figura 37, se observa los datos obtenidos de las probetas sometidas a curado convencional a 14 días de donde se obtuvo el promedio de resistencia 19.7 kg/cm<sup>2</sup> y de las probetas con curado acelerado a 7 horas obtuvo la resistencia de 15.7 kg/cm<sup>2</sup>, en función a ello, se sabe que con el curado convencional se alcanza una resistencia mayor.

**Tabla 27**

Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a 28 días y acelerado a 12 horas

Edad	Resistencia a la compresión diametral F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
28 días	27.57	28.37	26.83	27.6 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	22.06	21.95	21.71	21.9 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 38 Resistencia a la compresión diametral a los 28 días y 12 horas**

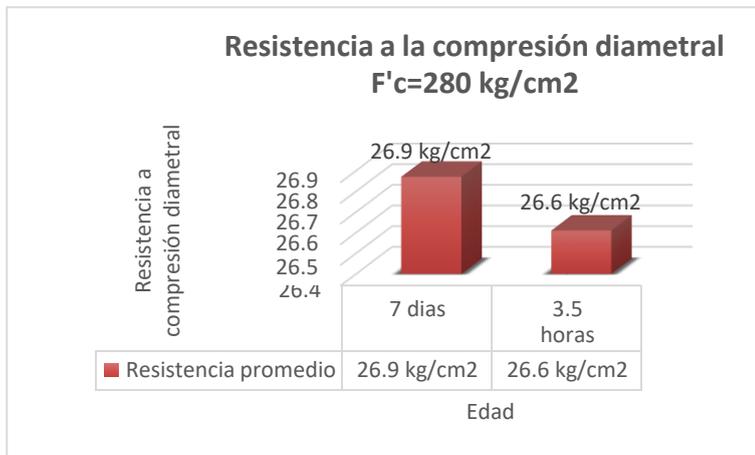
En la tabla 27 y figura 38, se muestran los datos obtenidos de las muestras sometidas a curado convencional a 28 días, se tuvo la resistencia 27.6 kg/cm<sup>2</sup> y de las probetas con curado acelerado a 12 horas se tuvo la resistencia de 21.9 kg/cm<sup>2</sup>, en función a ello, con el curado convencional se obtiene una mayor resistencia que con el curado acelerado.

**Tabla 28**

Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas

Edad	Resistencia a la compresión diametral F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio
------	--	----------------------

7 días	27.07	26.55	26.99	26.9 kg/cm <sup>2</sup>
3.5 horas	26.48	26.84	26.51	26.6 kg/cm <sup>2</sup>



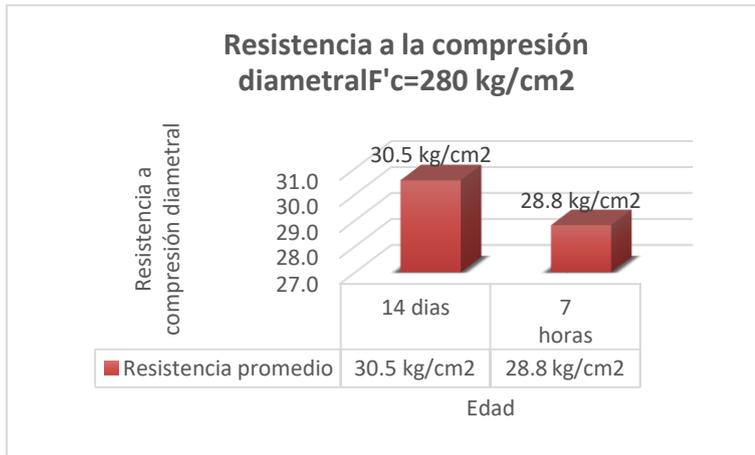
**Figura 39** Resistencia a compresión diametral a los 7 días y 3.5 horas.

De la tabla 28 y figura 39, se observa los resultados del ensayo a compresión diametral a los 7 días del curado convencional y a las 3.5 horas del curado acelerado, se obtuvo 26.9 kg/cm<sup>2</sup> y de 26.6 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, con el curado convencional a los 7 días se alcanza mayor resistencia con ligera diferencia al curado acelerado a 3.5 horas

**Tabla 29**

Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas.

Edad	Resistencia a la compresión diametral F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
14 días	30.4	31.04	30.18	30.5 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	28.85	28.56	29.02	28.8 kg/cm <sup>2</sup>



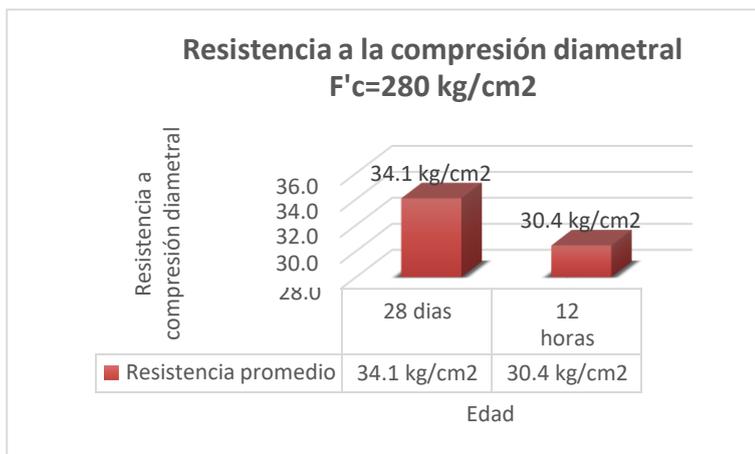
**Figura 40** Resistencia a la compresión diametral a los 14 días y 7 horas.

En la tabla 29 y figura 40, se observa la resistencia a compresión a los 14 días con curado convencional y a las 7 horas con curado acelerado, se tuvo 30.5 kg/cm<sup>2</sup> y 28.8 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, con el curado convencional a los 14 días se alcanzó resistencia mayor comparado al curado acelerado a 7 horas.

**Tabla 30**

Ensayo a compresión diametral del concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a los 28 días Y curado acelerado a 12 horas

Edad	Resistencia a la compresión diametral F'c=280 kg/cm2			Resistencia promedio
28 días	33.91	34.03	34.24	34.1 kg/cm2
12 horas	30.39	30.63	30.28	30.4 kg/cm2



**Figura 41** Resistencia a compresión diametral a los 28 días y 12 horas.

En la tabla 30 y figura 41, se observa que la resistencia promedio que alcanzó el curado convencional a los 28 días es 34.1 kg/cm<sup>2</sup> y del curado acelerado a 12 horas fue 30.4 kg/cm<sup>2</sup>, en función a los resultados, es el curado convencionalmente quien alcanza mayor resistencia en comparación al resultado del curado acelerado.

**Objetivo Especifico 3.** Analizar la variación de la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021.

### Ensayo a Flexión

#### Curado Convencional: Resistencia a la Flexión $F'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 31**

Ensayo a flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado acelerado

Edad	Resistencia a la flexión $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia promedio
7 días	17.39	18.11	17.04	17.5 kg/cm <sup>2</sup>
14 días	22.28	21.93	21.96	22.1 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	29.39	27.05	27.54	28.0 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 42** Resistencia a la flexión a las edades 7, 14 y 28 días

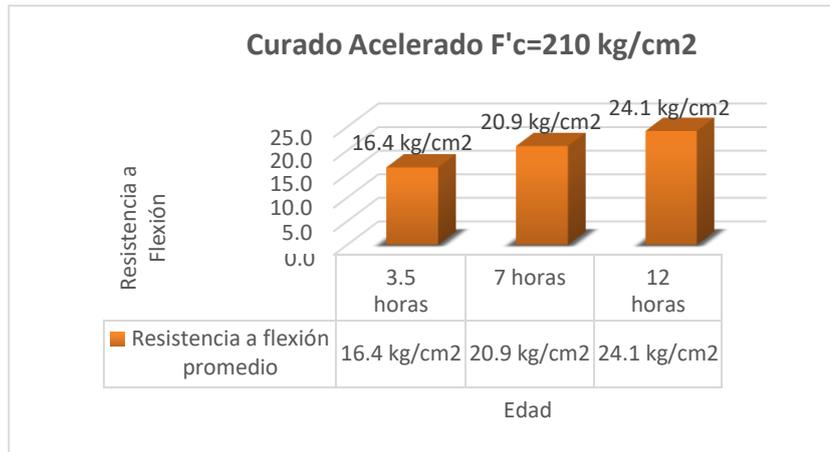
En la tabla 31 y la figura 42, se observa la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días mediante el curado convencional, se tuvo las resistencias 17.5 kg/cm<sup>2</sup>, 22.1 kg/cm<sup>2</sup> y 28.0 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

#### Curado Acelerado: Resistencia a la flexión $F'c=210$ kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 32**

Ensayo a flexión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado acelerado

Edad	Resistencia a la flexión $F'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
3.5 horas	16.73	15.97	16.47	16.4 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	21.47	20.15	21.12	20.9 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	24.68	22.95	24.71	24.1 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 43** Resistencia a la flexión a las edades 3.5, 7 y 12 horas

De la tabla 32 y figura 43, se obtuvo la resistencia a la flexión a las 3.5, 7 y 12 horas del curado acelerado, se tuvo las resistencias de 16.4 kg/cm<sup>2</sup>, 20.9 kg/cm<sup>2</sup> y 24.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado convencional:** Resistencia a la flexión  $F'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 33**

Ensayo a flexión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado convencional

Edad	Resistencia a la flexión $F'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
7 días	24.07	23.7	24.75	24.2 kg/cm <sup>2</sup>
14 días	28.76	27.84	28.63	28.4 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	34.8	35.44	34.04	34.8 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 44** Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días

En tabla 33 y la figura 44, se observa la resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días del curado convencional, se tuvo las resistencias 24.2 kg/cm<sup>2</sup>, 28.4 kg/cm<sup>2</sup> y 34.8 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Curado Acelerado:** Resistencia a la flexión F'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 34**

Ensayo a flexión del concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> del curado acelerado

Edad	Resistencia a la flexión F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
3.5 horas	21.65	21.02	21.8	21.5 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	27.02	27.5	26.77	27.1 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	33.42	31.53	33.69	32.9 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 45** Resistencia a la flexión a las 3.5, 7 y 12 horas

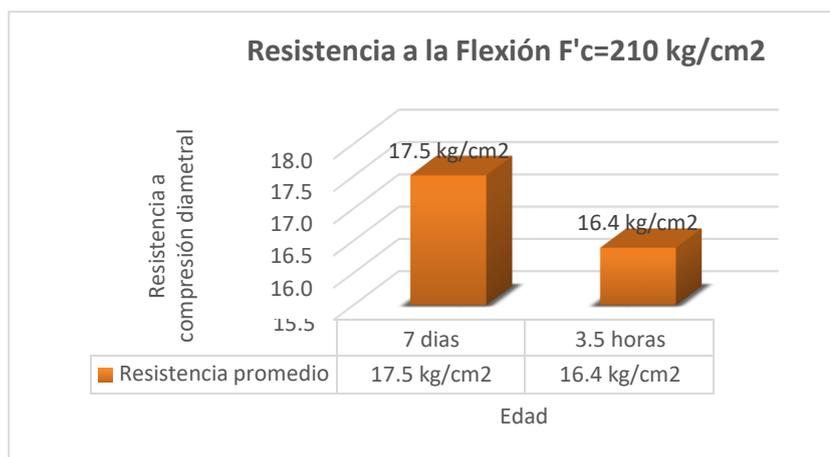
De la tabla 34 y la figura 45, se observa la resistencia a la flexión a las 3.5, 7 y 12 horas del curado acelerado, se tuvo las resistencias 21.5 kg/cm<sup>2</sup>, 27.1 kg/cm<sup>2</sup> y 32.9 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Comparación de la resistencia a la flexión, curado convencional y acelerado del concreto F'c=210 kg/cm<sup>2</sup> y F'c=280 kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 35**

Ensayo a flexión del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas

Edad	Resistencia a la flexión F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
7 días	17.39	18.11	17.04	17.5 kg/cm <sup>2</sup>
3.5 horas	16.73	15.97	16.47	16.4 kg/cm <sup>2</sup>



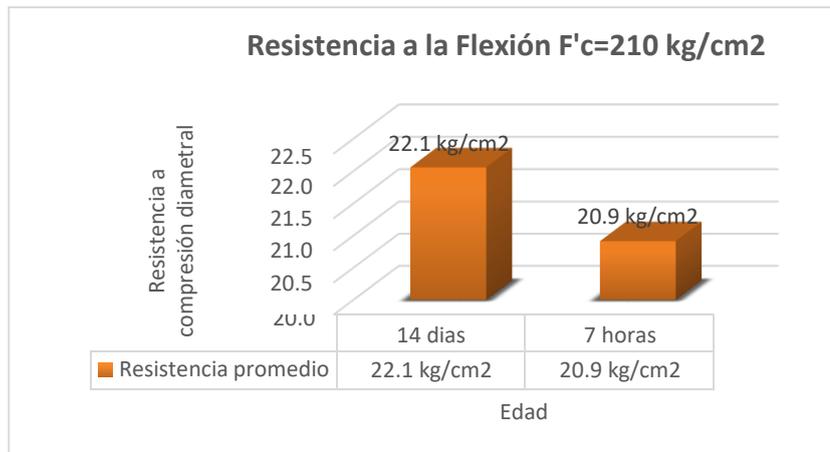
**Figura 46 Resistencia a flexión a los 7 días y 3.5 horas**

En la tabla 35 y figura 46, se observa la resistencia a flexión que obtuvo el curado convencional a los 7 días es 17.5 kg/cm<sup>2</sup> y con el curado acelerado a las 3.5 horas se alcanzó una resistencia de 16.4 kg/cm<sup>2</sup>, entonces se sabe que con el curado convencional se alcanzó una resistencia mayor.

**Tabla 36**

Ensayo a flexión del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a 14 días y curado acelerado a 7 horas

Edad	Resistencia a la flexión F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
14 días	22.28	21.93	21.96	22.1 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	21.47	20.15	21.12	20.9 kg/cm <sup>2</sup>



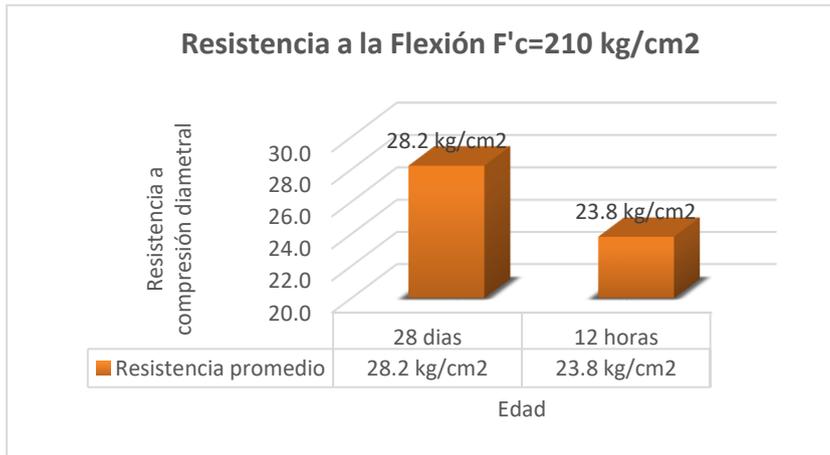
**Figura 47** Resistencia a flexión a los 14 días y 7 horas

En la tabla 36 y figura 47, se observa los datos obtenidos de las probetas sometidas a curado convencional a 14 días de donde se obtuvo el promedio de resistencia a la flexión de 22.1 kg/cm<sup>2</sup> y de las probetas con curado acelerado a 7 horas obtuvo una resistencia a la flexión promedio de 20.9 kg/cm<sup>2</sup>, en función a ello, se sabe que con el curado convencional se alcanza una resistencia mayor.

**Tabla 37**

Ensayo a flexión del concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a 28 días y acelerado a 12 horas

Edad	Resistencia a la flexión F'c=210 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
28 días	29.39	27.05	27.54	28.2 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	24.68	22.95	24.71	23.8 kg/cm <sup>2</sup>



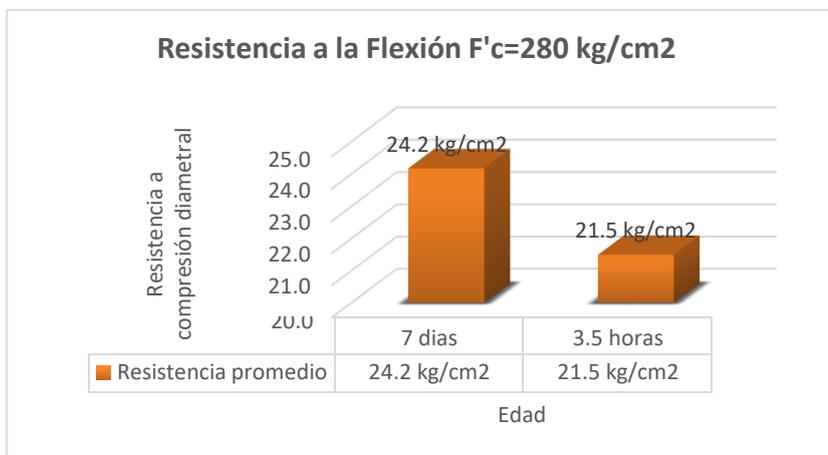
**Figura 48** Resistencia a flexión a los 28 días y 12 horas

En la tabla 37 y figura 48, se observa los datos que se obtuvo de los especímenes sometidos al curado convencional a 28 días de donde se obtuvo el promedio de resistencia a flexión 28.2 kg/cm<sup>2</sup> y con curado acelerado a 12 horas lograron la resistencia de 23.8 kg/cm<sup>2</sup>, en función a ello, con el curado convencional se alcanza mayor resistencia que con el curado acelerado.

**Tabla 38**

Ensayo a flexión del concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el curado convencional a los 7 días y curado acelerado a 3.5 horas

Edad	Resistencia a la flexión F'c=280 kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
7 días	24.07	23.7	24.75	24.2 kg/cm <sup>2</sup>
3.5 horas	21.65	21.02	21.8	21.5 kg/cm <sup>2</sup>



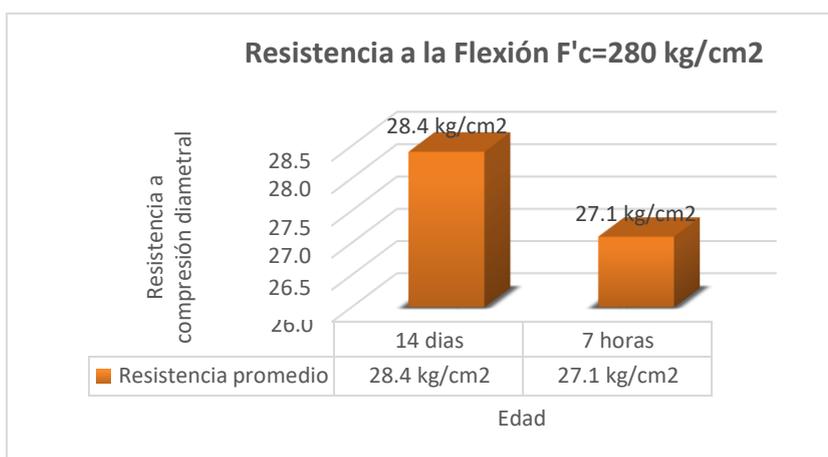
**Figura 49** Resistencia a la flexión a los 7 días y 3.5 horas.

En la tabla 38 y figura 49, se observa la resistencia a flexión a los 7 días del curado convencional y a las 3.5 horas del curado acelerado, se tuvo una resistencia de 24.2 kg/cm<sup>2</sup> y de 21.5 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, con el curado convencional a los 7 días se alcanza una resistencia mayor en comparación al curado acelerado a 3.5 horas.

**Tabla 39**

Ensayo a flexión del concreto  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> del curado convencional a los 14 días y curado acelerado a 7 horas.

Edad	Resistencia a la flexión $F'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
14 días	28.76	27.84	28.63	28.4 kg/cm <sup>2</sup>
7 horas	27.02	27.5	26.77	27.1 kg/cm <sup>2</sup>



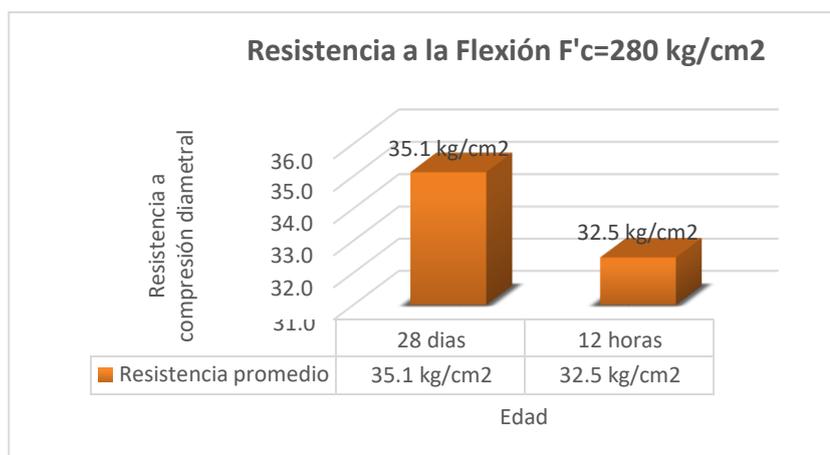
**Figura 50** Resistencia a la flexión a los 14 días y 7 horas.

En la tabla 39 y figura 50, se observa la resistencia a la flexión a los 14 días del curado convencional y 7 horas del curado acelerado, se obtuvo 28.4 kg/cm<sup>2</sup> y 27.1 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente, con el curado convencional a los 14 días se alcanzó mayor resistencia en comparación al curado acelerado a 7 horas.

**Tabla 40**

Ensayo a flexión del concreto  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con curado convencional a los 28 días y curado acelerado a 12 horas

Edad	Resistencia a la flexión $F'_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>			Resistencia a flexión promedio
28 días	34.8	35.44	34.04	35.1 kg/cm <sup>2</sup>
12 horas	33.42	31.53	33.69	32.5 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 51** Resistencia a la flexión a los 28 días y 12 horas

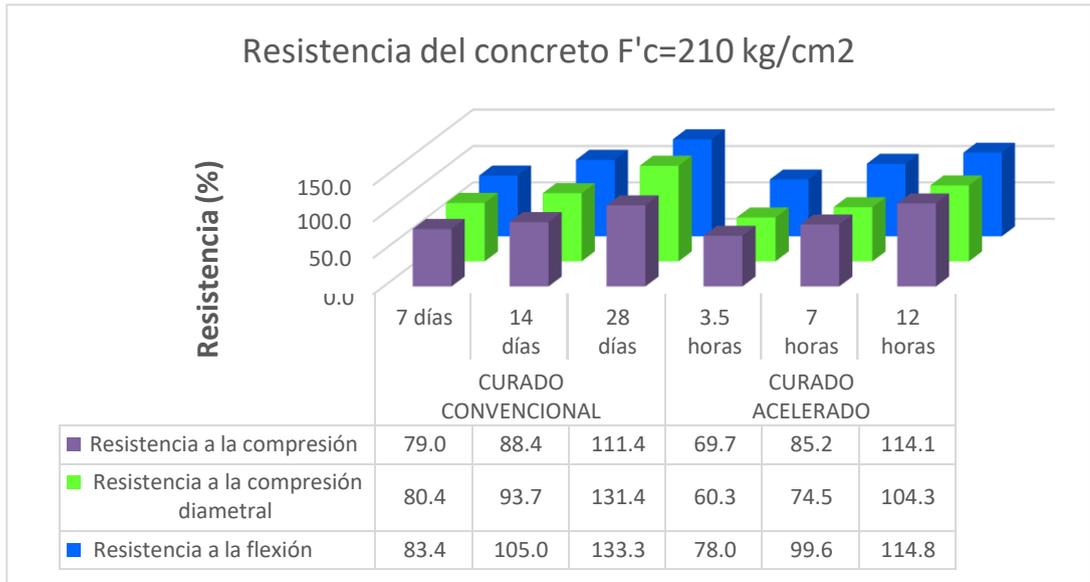
En la tabla 40 y la figura 51, se observa que la resistencia a la flexión que alcanzó el curado convencional a los 28 días es de 35.1 kg/cm<sup>2</sup> y del curado acelerado a 12 horas fue 32.5 kg/cm<sup>2</sup>, en función al resultado, curado convencionalmente se alcanza mayor resistencia a la flexión en comparación al resultado del curado acelerado.

### Resumen de ensayos

**Tabla 41**

Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado  
f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

ENSAYOS REALIZADOS F'C=210 KG/CM <sup>2</sup>						
Edad	CURADO CONVENCIONAL			CURADO ACELERADO		
	7 días	14 días	28 días	3.5 horas	7 horas	12 horas
Resistencia a la compresión	79.0	88.4	111.4	69.7	85.2	114.1
Resistencia a la compresión diametral	80.4	93.7	131.4	60.3	74.5	104.3
Resistencia a la flexión	83.4	105.0	133.3	78.0	99.6	114.8



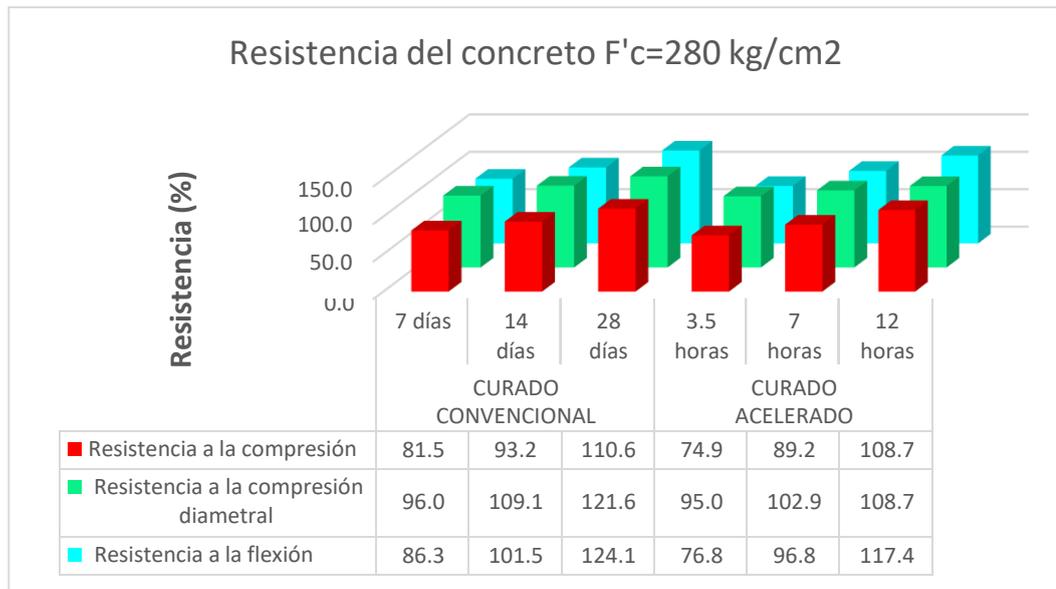
**Figura 52** Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

En la tabla 41 y la figura 52, se observa los ensayos mecánicos para el  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con curado acelerado y convencional, se observa que existe un incremento a más días de curado, a los 28 días obtienen la resistencia 111.4%, 131.4% y 133.3% respectivamente, los tres ensayos sobrepasan la resistencia esperada, de la misma manera con el curado acelerado se observa el incremento y a las 12 horas obtienen 114.1%, 104.3% y 114.8% respectivamente estas también alcanzan la resistencia esperada, de donde se sabe que con el curado convencional se obtiene resistencias mayores, excepto en resistencia a la compresión donde con el curado acelerado a las 12 horas se alcanza una resistencia mayor en un 2.7%.

**Tabla 42**

Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado para el  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

<b>ENSAYOS REALIZADOS <math>f'c=280 \text{ KG/CM}^2</math></b>						
	CURADO CONVENCIONAL			CURADO ACELERADO		
	7 días	14 días	28 días	3.5 horas	7 horas	12 horas
Resistencia a la compresión	81.5	93.2	110.6	74.9	89.2	108.7
Resistencia a la compresión diametral	96.0	109.1	121.6	95.0	102.9	108.7
Resistencia a la flexión	86.3	101.5	124.1	76.8	96.8	117.4



**Figura 53** Resumen de ensayos realizados con curado convencional y acelerado  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

En la tabla 42 y la figura 53, se observa los ensayos mecánicos realizados para el  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con curado acelerado y convencional, donde se ve el incremento a más días y horas de curado, a los 28 días obtienen la resistencia 110.6%, 121.6% y 124.1% respectivamente, los tres ensayos sobrepasan la resistencia esperada, de la misma manera con el curado acelerado se observa el incremento y a las 12 horas obtienen 108.7%, 108.7% y 117.4% respectivamente estas también alcanzan la resistencia esperada, de donde se sabe que con el curado convencional se obtiene resistencias mayores.

### Prueba de Hipótesis

Se mostrará la contrastación de hipótesis del resultado obtenido de cada ensayo

### Prueba de normalidad

### Planteamiento de hipótesis

**Ho=** Los datos de las propiedades mecánicas tienen una distribución normal.

**Ha=** Los datos de las propiedades mecánicas no tiene una distribución normal.

## Nivel de Significancia

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

## Análisis de prueba de normalidad

Como los datos son menores a 50 aplicaremos la prueba de shapiro - wilk

**Tabla 43**

P- valor para los datos de propiedades mecánicas

Prueba de normalidad				
	Tiempo de curado	Shapiro - wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
R. compresión del F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	12 horas	0.964	3	0.637
	28 días	0.893	3	0.363
R. compresión del F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	12 horas	0.987	3	0.780
	28 días	0.912	3	0.424
R. compresión diametral del F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	12 horas	0.900	3	0.387
	28 días	0.999	3	0.957
R. compresión diametral del F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	12 horas	0.956	3	0.597
	28 días	0.976	3	0.702
R. flexión del F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	12 horas	0.763	3	0.028
	28 días	0.899	3	0.382
R. flexión del F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	12 horas	0.842	3	0.220
	28 días	0.998	3	0.906

### Regla de decisión:

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta hipótesis nula.

### Decisión e interpretación:

Según la regla de decisión, el P-valor para las propiedades mecánicas son mayores que el p – valor 0.05, por lo que aceptamos la hipótesis nula donde nos indica que los datos tienen una distribución normal, por tanto, aplicaremos una estadística paramétrica, en este caso la prueba estadística t-Student en donde compararemos las medias de cada grupo de las propiedades mecánicas con un valor de prueba establecido según norma.

### Prueba t-Student

#### Resistencia a la compresión para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$

##### Planteamiento de hipótesis

**Ho=** La resistencia a compresión del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, no varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

**Ha=** La resistencia a compresión del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

##### Nivel de Significancia

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

##### Análisis de varianza

Para comparar el P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 44**

Cálculo de P-valor y Media.

P-valor					
Resistencia a la compresión del concreto	Valor de prueba = 210kg/cm <sup>2</sup>				
	Tipo de curado	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	curado acelerado (12 hrs)	33.64	2	0.001	239.67

f'c=210 kg/cm2	curado convencional (28 días)	15.71	2	0.004	234
-------------------	----------------------------------	-------	---	-------	-----

Fuente: SPSS.

La tabla 44, muestra que el P-valor del curado acelerado es 0.001 y el P-valor del curado convencional es 0.004.

#### **Regla de decisión:**

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta hipótesis nula.

#### **Decisión e interpretación:**

Según la regla de decisión, el P-valor del curado acelerado es 0.001 y el P-valor del curado convencional es 0.004, los cuales son menores al parámetro de la significancia alfa 0.05, por lo tanto, aceptaremos la hipótesis alterna que asegura que la variación de la resistencia a la compresión del concreto f'c=210kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, sin embargo la variación es menor a lo planteado en la hipótesis de investigación a cual fue de 16%, en nuestro caso la variación de 11% y 14% respecto a la resistencia de diseño.

#### **Resistencia a la compresión para un f'c=280kg/cm2**

##### **Planteamiento de hipótesis**

**Ho=** La resistencia a la compresión del concreto f'c=280 kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, no varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

**Ha=** La resistencia a la compresión del concreto f'c=280 kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

##### **Nivel de Significancia**

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

## Análisis de varianza

Para la comparación del P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 45**

Cálculo de P-valor y Media.

P-valor					
Resistencia a la compresión del concreto f'c=280 kg/cm2	Valor de prueba = 280kg/cm2				
	Tipo de curado	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	curado acelerado (12 horas)	16.747	2	0.004	304.33
curado convencional (28 días)	7.549	2	0.017	309.66	

Fuente: SPSS.

La tabla 45, muestra que el P-valor del curado acelerado es 0.004 y el P-valor del curado convencional es 0.017.

Regla de decisión:

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta la hipótesis nula.

### Decisión e interpretación:

Según la regla de decisión, el P-valor del curado acelerado es 0.004 y el P-valor del curado convencional es 0.017, los cuales son menores al parámetro de la significancia alfa 0.05, por lo tanto, aceptaremos la hipótesis alterna que asegura que la variación de la resistencia a la compresión del concreto f'c=280 kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, sin embargo la variación es menor a lo planteado en la hipótesis de investigación a cual fue de 16%, en nuestro caso la variación de 11% y 9% respecto a la resistencia de diseño.

### Resistencia a la compresión diametral para un f'c=210kg/cm2

### Planteamiento de hipótesis

**Ho=** La resistencia a la compresión diametral del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, no varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

**Ha=** La resistencia a la compresión diametral del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varia utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

### Nivel de Significancia

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

### Análisis de varianza

Para la comparación del P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 46**

Cálculo de P-valor y Media.

P-valor					
Resistencia a la compresión diametral del concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	Valor de prueba = 210kg/cm <sup>2</sup>				
	Tipo de curado	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	curado acelerado (12 hrs)	-44.361	2	0.001	16.54
curado convencional (28 días)	14.82	2	0.005	27.59	

Fuente: SPSS.

La tabla 46, muestra que el P-valor del curado acelerado es 0.001 y el P-valor del curado convencional es 0.005.

### Regla de decisión:

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta hipótesis nula.

### Decisión e interpretación:

Según la regla de decisión, el P-valor del curado acelerado es 0.001 y el P-valor del curado convencional es 0.005, los cuales son menores al parámetro de la significancia alfa 0.05, por lo tanto, aceptaremos la hipótesis alterna que asegura que la resistencia a la compresión diametral del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, sin embargo la variación en nuestros resultados a una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> para 28 días es de 31.4% y a las 12 horas es de 4.3% de las cuales con el curado convencional superamos la variación planteada en la hipótesis de investigación, mientras que para el curado acelerado la variación es menor a lo planteado de 9%.

### **Resistencia a la compresión diametral para un $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

#### **Planteamiento de hipótesis**

**Ho=** La resistencia a la compresión diametral del concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, no varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

**Ha=** La resistencia a la compresión diametral del concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

#### **Nivel de Significancia**

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

#### **Análisis de varianza**

Para comparar el P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 47**

Cálculo de P-valor y Media.

<b>P-valor</b>					
Resistencia a la compresión	Valor de prueba = 280kg/cm <sup>2</sup>				
	Tipo de curado	t	gl	Sig. (p-valor)	Media

diametral del concreto f'c=280 kg/cm2	curado acelerado (12 hrs)	23.548	2	0.002	30.43
	curado convencional (28 días)	62.839	2	0.000	34.06

Fuente: SPSS.

La tabla 47, muestra que el P-valor del curado acelerado es 0.002 y el P-valor del curado convencional es 0.000.

Regla de decisión:

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta hipótesis nula.

### **Decisión e interpretación:**

Según la regla de decisión, el P-valor del curado acelerado es 0.002 y el P-valor del curado convencional es 0.000, los cuales son menores al parámetro de la significancia alfa 0.05, por lo tanto, aceptaremos la hipótesis alterna que asegura que la variación de la resistencia a la compresión diametral del concreto f'c=280 kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, sin embargo la variación en nuestros resultados a una resistencia de 280 kg/cm2 para 28 días es de 21.6% y a las 12 horas es de 8.7% de las cuales con el curado convencional superamos la variación planteada en la hipótesis de investigación, mientras que para el curado acelerado la variación es menor a lo planteado de 9%.

### **Resistencia a Flexión para un f'c=210kg/cm2**

#### **Planteamiento de hipótesis**

**Ho=** La resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, no varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

**Ha=** La resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

## Nivel de Significancia

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

## Análisis de varianza

Para comparar el P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 48**  
Cálculo de P-valor y Media.

P-valor					
Resistencia a la compresión diametral del concreto f'c 210 kg/cm2	Valor de prueba = 210kg/cm2				
	Tipo de curado	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	curado acelerado (12 hrs)	5.352	2	0.033	24.11
	curado convencional (28 días)	9.815	2	0.010	27.99

Fuente: SPSS.

La tabla 48, muestra que el P-valor del curado acelerado es 0.033 y el P-valor del curado convencional es 0.010.

### Regla de decisión:

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta la hipótesis nula.

### Decisión e interpretación:

Según la regla de decisión, el P-valor del curado acelerado es 0.033 y el P-valor del curado convencional es 0.010, los cuales son menores al parámetro de la significancia alfa 0.05, por lo tanto, aceptaremos la hipótesis alterna que asegura que la resistencia a la Flexión del concreto f'c=210kg/cm2 al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, sin embargo la variación en nuestros resultados a una resistencia de 210 kg/cm2 para 28 días es de 34.4% y a las 12 horas es de 13.4%

de las cuales con el curado convencional y curado acelerado superamos la variación planteada en la hipótesis de investigación de 11%.

### **Resistencia a la compresión diametral para un $f'c=280\text{kg/cm}^2$**

#### **Planteamiento de hipótesis**

**Ho=** La resistencia a la Flexión del concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, no varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

**Ha=** La resistencia a la Flexión del concreto  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.

#### **Nivel de Significancia**

95% de confiabilidad, por lo tanto, el nivel de significancia para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

#### **Análisis de varianza**

Para comparar el P-valor con el nivel de significancia, es necesario primeramente hacer un análisis de varianza para conocer el P-valor, dicho dato se muestra a continuación:

**Tabla 49**

Cálculo de P-valor y Media.

<b>P-valor</b>					
Resistencia a la compresión diametral del concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	Valor de prueba = $280\text{kg/cm}^2$				
	Tipo de curado	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	curado acelerado (12 hrs)	7.182	2	0.019	32.88
curado convencional (28 días)	16.706	2	0.004	34.76	

Fuente: SPSS.

La tabla 49, muestra que el P-valor del curado acelerado es 0.019 y el P-valor del curado convencional es 0.004.

Regla de decisión:

- Si P-valor < 0.05: rechazar la hipótesis nula, y por consiguiente aceptar la hipótesis alterna.
- Si P-valor > 0.05: se acepta hipótesis nula.

**Decisión e interpretación:**

Según la regla de decisión, el P-valor del curado acelerado es 0.030 y el P-valor del curado convencional es 0.019, los cuales son menores al parámetro de la significancia alfa 0.004, por lo tanto, aceptaremos la hipótesis alterna que asegura que la variación de la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, varía utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, sin embargo la variación en nuestros resultados a una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> para 28 días es de 25.4% y a las 12 horas es de 16% de las cuales con el curado convencional y curado acelerado superamos la variación planteada en la hipótesis de investigación de 11%.

## V. DISCUSIÓN

En la discusión del presente trabajo se realizará la comparación de los resultados de curados del concreto con la tesis que más resalte de acuerdo a los ensayos realizados.

**D1.** Los autores Rodríguez y otros (2018), en su trabajo de investigación para un curado acelerado de  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  a las 22 horas y 24 horas obtuvo una resistencia de 43.7% y 58%. Para el curado convencional a los 28 días alcanzó la resistencia de 120%. En nuestra investigación obtuvimos la resistencia a la compresión para un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con curado acelerado a las 3.5hrs, 7hrs y 12hrs los datos 74.9%, 89.2% y 108.7% respectivamente. Para el curado convencional a los 28 días alcanzamos la resistencia a la compresión de 110.6%, lo que nos indica que tanto los investigadores y nuestra investigación tienen resultados diferentes en el curado acelerado, donde ellos con más horas de curado obtuvieron un resultado menor al nuestro que fue curado en menor tiempo, con respecto al curado convencional los investigadores obtuvieron una resistencia de 10% mayor a los resultados obtenidos en nuestra investigación y ambos obtiene una resistencia mayor a la del diseño.

El autor Machaca (2021) en su investigación para el diseño de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , hizo la comparación para 3.5 y 7 días se tiene 83.7% curado acelerado y 80.3% curado estándar, de la comparación para 7 horas de curado acelerado y 14 días de curado estándar se tiene 108.2% y 95.7%, comparación para 12 horas de curado acelerado y 28 días curado estándar se tiene 117.7% y 114.3%. En nuestra investigación realizando la comparación a para 3.5 horas y 7 días se obtuvo 69.7% curado acelerado y 79% curado convencional, de la comparación para 7 horas de curado acelerado y 14 días de curado convencional se tiene 85.2% y 88.4%, comparación para 12 horas de curado acelerado y 28 días curado convencional se tiene 114.1% y 111.4%, de los resultados obtenidos se sabe que a los 7 días y 3.5 horas el investigador obtuvo una resistencia mayor con diferencia de 1.29% y 13.98% respectivamente, para los 14 días y 7 horas el investigador obtuvo una resistencia mayor con diferencia de 7.25% y 23% respectivamente y para 28 días y 12 horas el investigador obtuvo una resistencia mayor con diferencia de 2.86% y 3.59% respectivamente, en función a los resultados obtenidos el investigador obtuvo una resistencia mayor en todas sus muestras ensayadas.

**D2.** El autor Duran (2018), en su trabajo de tesis para un curado convencional de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  curado a los 7 días y 28 días obtuvo la resistencia a compresión diametral de 140% y 172% respectivamente. Mientras que en nuestra investigación por el curado convencional a los 7, 14 y 28 días obtuvimos un resultado de 94.8%, 93.8% y 137.1% respectivamente, para el curado acelerado a las 3.5, 7 y 12 horas obtuvimos un resultado de 60%, 93.85% y 137.1% respectivamente, esto indica que los resultados obtenidos en nuestra investigación son menores en un 59.59% para los 7 días y un 41% para los 28 días en comparación a los resultados obtenidos por el investigador.

**D3.** El autor Quispe (2021), en su trabajo de tesis donde empleando el curado convencional para el diseño nominal de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 28 días obtuvo una resistencia a flexión de 164.8%. En nuestra investigación con el curado convencional a los 28 días se obtuvo una resistencia a flexión de 133.3%, con el curado acelerado a las 12 horas se obtuvo una resistencia a flexión de 114.8%, de acuerdo a los resultados obtenidos el investigador obtuvo una resistencia mayor de un 33% en comparación al resultado obtenido en nuestra investigación.

## VI. CONCLUSIONES

Culminando con los ensayos y el análisis de los resultados obtenidos de los ensayos se concluye de la siguiente manera:

**CG.** Se logró realizar la comparación de los resultados obtenidos de los ensayos a compresión, compresión diametral y flexión para los diferentes especímenes empleando agregados de dos tipos de canteras y realizando curados de manera convencional y utilizando el curado acelerado, en donde se logró observar una variación mediana respecto a la muestra patrón.

**C1.** De acuerdo a la investigación se observa los resultados obtenidos de las propiedades físicas del concreto fresco de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , su asentamiento 3.5" y 3", la temperatura es de  $16.5^\circ\text{C}$  y  $17^\circ\text{C}$ , la densidad es de  $2439.6\text{ kg/cm}^3$  y  $2485.8\text{ kg/cm}^3$  y el tiempo de fragua 233 min y 210 min respectivamente. El esfuerzo a la rotura empleando el método B curado acelerado mencionado en la NTP 339.213 diseñado para una resistencia nominal de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , ambos curados tanto convencional y acelerado cumplen con la resistencia de diseño.

Realizando la comparación para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a la edad de 7 días y 3.5 horas con el curado convencional se alcanza una resistencia mayor con diferencia de 9.37%, el curado convencional a 14 días y 7 horas, 28 días y 12 horas con el curado convencional alcanza mayor resistencia con 3.17% y 2.70% frente al curado convencional y para el  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  a los 7 días y 3.5 horas con el curado convencional se tiene mayor resistencia con una diferencia de 6.67% en comparación al curado acelerado a 14 días y 7 horas, 28 días y 12 horas el curado convencional alcanza mayor resistencia con 4.05% y 1.9% en comparación al curado acelerado, Se observa que si se alcanza la resistencia esperada

**C2.** Del ensayo de resistencia a compresión diametral para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , realizando la comparación a los 7 días y 3.5 horas con el curado convencional se tiene mayor resistencia con una diferencia de 20.04% en comparación al curado acelerado, para 14 días y 7 horas, 28 días y 12 horas el curado convencional alcanza mayor resistencia con 20.66% y 53.92% de diferencia frente al curado acelerado y para el  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  a la edad de 7 días y 3.5 horas con el curado convencional se alcanza una resistencia mayor con diferencia de 0.92%, a 14 días y 7 horas el curado convencional tiene mayor resistencia con

6.17% frente al curado acelerado y para 28 días y 12 horas el curado acelerado alcanza mayor resistencia con 12.35% de diferencia frente al curado convencional, de acuerdo a los resultados se observa que si se alcanza las resistencias esperadas.

**C3.** Del ensayo de resistencia a la flexión se tiene los siguientes resultados, al realizar la comparación para el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , de los curados a los 7 días y 3.5 horas con el curado convencional se tiene mayor resistencia con una diferencia de 5.34% en comparación al curado acelerado a 14 días y 7 horas, 28 días y 12 horas con el curado convencional alcanza mayor resistencia con 5.44% y 20.97% de diferencia frente al curado acelerado y para el  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  a la edad de 7 días y 3.5 horas con el curado convencional se alcanza una resistencia mayor con diferencia de 9.58%, a 14 días y 7 horas, 28 días y 12 horas el curado convencional tiene mayor resistencia con diferencia de 4.69 y 9.45% frente al curado acelerado, en función a los datos obtenidos del ensayo a flexión del  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  con los métodos de curado convencional y curado acelerado se alcanza las resistencias esperadas.

## VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de acuerdo a la investigación realizada son las siguientes:

**R1:** Se recomienda realizar más investigaciones en la región Puno empleando los métodos de curado establecidos en la NTP 339.213, y realizar mezclas de las diferentes canteras con la que se cuenta para obtener una mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto que se elabora en la Región.

**R2:** Se recomienda realizar más investigaciones del ensayo a compresión diametral del concreto empleando los métodos de curado acelerado establecidos en la NTP 339.213 debido a que ese tipo de ensayo es escaso y sería un buen aporte a la investigación el ampliar este tipo de ensayo y otros que sean necesarios para evaluar cual es la influencia del curado en la resistencia del concreto que en nuestro caso hubo pequeñas dispersiones en los resultados pero se alcanzó las resistencias esperadas en los dos tipos de diseños empleados.

**R3:** Se recomienda realizar más investigaciones de ensayo a flexión empleando curado acelerado ya que se tuvo inconvenientes en la búsqueda de antecedentes con el ensayo y el curado acelerado, debido a que curando con este método en nuestra investigación si se logró alcanzar la resistencia esperada tanto en el diseño de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

**R4:** Se recomienda agregar agua caliente cada hora al recipiente de curado acelerado para que no se altere la temperatura del agua y el volumen pueda mantenerse.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI Committee 305. 2007.** ACI Manual of Concrete Practices, Part 2: Construction Practices and Inspection Pavements. *Specification for Hot Weather*. 2007.
- Adecuación de un método de curado acelerado para Hormigones elaborados con cementos Portland CPC40 y áridos de la zona de Concepción del Uruguay.*  
**Schierloh, M.I., Rougier, V.C. and Sota, J.D. 2021.** Brasil : s.n., 2021, CONPAT.
- ALVARADO, Jimena. 2020.** “Variación de la resistencia a compresión del concreto 210, 245, 280 kg/cm<sup>2</sup> frente a diferentes métodos de curado, Lima - 2019”. Universidad Cesar Vallejo. LIMA - PERÚ : UCV, 2020.
- ANDRADE, Andres and SONO, Juan. 2014.** *Aplicación del ensayo de curado acelerado en cilindros de hormigón sometidos a compresión simple*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito : PUCE, 2014. Pregrado.
- APAZA, Leonidas and CONDORI , Luis Angel. 2020.** “Influencia del curado acelerado en la predicción de la resistencia del concreto con aditivos”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. AREQUIPA – PERÚ : UNSA, 2020.
- Arias, Fidias. 2012.** *El proyecto de investigación*. Caracas - Venezuela : Episteme, 2012. Vol. 6.
- CALLOMAMANI, Romilio. 2019.** *Evaluación del comportamiento de los compuestos líquidos formadores de membrana para curado del concreto en la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Puno : s.n., 2019.
- CÁRDENAS, Carlos and PINZÓN, Viviana . 2010.** *Efectos de la pérdida de asentamiento en la resistencia de un concreto de 3000 psi*. BOGOTÁ D.C : UNIMilitar, 2010.

**CARRASCO, S. 2018.** *Metodologías de la investigación científica.* Lima : San Marcos, 2018.

*Comportamiento y resistencia a la flexión de vigas rectangulares de hormigón armado de alta resistencia dañadas por el fuego después del refuerzo con laminados CFRP.* **Saeed, Alan and Raouf , Mohamed . 2022.** 6, Iraq : s.n., 2022, Revista de ingeniería Ain Shams, Vol. 13.

**CONTRERAS, Stefany Rosario and VELAZCO, Cristian Antonio. 2018.**  
*Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa.* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa : s.n., 2018. p. 7.

**CRUZADO, Jhony. 2018.** *Efecto de la aplicación de curado acelerado en la resistencia a la compresión de especímenes de concreto utilizando el método de la NTP 339.213, año 2015.* FACULTAD DE INGENIERÍA. Cajamarca - Perú : UPN, 2018.

**DURAN, Juan. 2018.** *Estudio de las propiedades del concreto  $F'C=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con cemento Portland Tipo IP.* Universidad Nacional De San Agustin De Arequipa. Arequipa : UNSA, 2018.

*Efecto de diferentes fuentes de agua sobre la resistencia del concreto: un estudio de caso.* **Rameshwar , Nishigandha and Vasant, Anil. 2021.** 2, India : International Journal of Research in Engineering, Science and Management, 2021, Vol. 4.

*Efecto de los métodos de curado en clima cálido sobre las propiedades de los hormigones de alta resistencia.* **Zeyad, A. 2019.** 3, Arabia Saudita : s.n., 2019, Journal of King Saud University, Vol. 31, pp. 218 - 223.

*Efectos de la calidad del agua en las propiedades de resistencia del concreto.*  
**Iqbal, A., Tahir, A. and Usama, M. 2020.** 6, 2020, Int J. Civ., Mech. Ciencias de la Energía, Vol. 1, pp. 12 - 18.

*El efecto de los regímenes de curado con vapor sobre la resistencia al cloruro y el tamaño de poro del concreto verde de alta resistencia. Zeyad, Abdullah, et al. 2021. s.l. : Construction and Building Materials, 2021, Vol. 280.*

*Evaluación y análisis de la influencia de curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia a la compresión de concreto '  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , en la Provincia y Región de Pasco. FILIO, Filomeno. 2019. s.l. : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019, ALICIA.*

*Factores de impacto del calor de hidratación del relleno de relaves cementados basados en la optimización de múltiples índices. Wei, Dingyi , Du, Cuifeng and Baomeng, Yifan. 2020. China : Estudios de casos en ingeniería térmica, 2020, Vol. 18.*

**FLORES, Mauro. 2005.** *Estudio de las propiedades del concreto pesado de alta resistencia utilizando cemento portland tipo I y un aditivo superplastificante.* Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : UNI, 2005. Pregrado.

**GARCIA, Eduardo. 2004.** *Metodología de investigación cuantitativa.* Lima : Texas, 2004. p. 91.

**GIRALDO, Jimmi. 2019.** *Resistencia a la compresión y flexión de concreto con 10% y 20% de fibras de caucho reciclado.* UNIVERSIDAD SAN PEDRO. Huaraz – Perú : USP, 2019.

**HERNANDEZ, Sampieri, FERNÁNDEZ, Carlos and BAPTISTA, Lucio. 2014.** *"Tesis y Metodología de la investigación".* 6ta. s.l. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.

**Instituto mexicano del cemento y del concreto A.C. 2005.** *Propiedades del concreto.* Mexico : s.n., 2005.

*Investigación experimental sobre las propiedades mecánicas del hormigón utilizando diferentes fuentes de agua para mezclar y curar el hormigón. Sefa, Negiya , Werkina, Yohannes and Agon, Elmer. 2022. Etiopia : Case Studies in Construction Materials, Junio 2022, Vol. 16.*

**JHONATHAN, Quispe and TINTAYA, Jose. 2019.** *Análisis comparativo de técnicas de curados en concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo en la región de Puno.* Universidad Peruana Unión. Juliaca : UPeU, 2019. Pregrado.

*La importancia de un correcto curado de las probetas de hormigón.* **HOLMGREN, Arturo, CAVIERES, Guillermo and CEPEDA, Rafael. 2005.** 2005, Andescura, curado de probetas en hormigón , pp. 511-520.

**LOPERA, Laura. 2020.** Más allá de la resistencia a la compresión: calidad y propiedades del concreto en estado endurecido. [Online] 2020.  
<https://alio.com.co/calidad-y-propiedades-del-concreto/>.

**LOYA, Lizbeth. 2018.** *“Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017”.* UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN. CERRO DE PASCO - PERU : UNDAC, 2018.

**MACHACA , Jenny. 2021.** *Evaluación de la resistencia del concreto con diferentes  $f'c$  a efectos del curado acelerado y estándar para elementos estructurales, Arequipa 2021.* Universidad César Vallejo. LIMA – PERÚ : UCV, 2021.

**Manobanda, C. 2013.** *“El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales”.* Universidad Técnica De Ambato. Ambato - Ecuador : UTA, 2013.

**NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN. 2009.** E.060 CONCRETO ARMADO. Lima , Perú : s.n., mayo 09, 2009.

**Norma Técnica Peruana 339.084. 2017.** CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Tercera edición Lima - Perú : s.n., Noviembre 29, 2017.

- NTP 339.034. 2015.** *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Lima : s.n., 2015.
- NTP 339.047. 2014.** *CONCRETO. Definiciones y terminología relativa al concreto y agregados.* Lima - Perú : s.n., 2014.
- OROZCO, M., et al. 2018.** *Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón.* Barranquilla, Colombia : s.n., Agosto 2018. Vol. 33, 2.
- ORTIZ, Fiorella. 2020.** *Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con antisol en la resistencia del concreto.* UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES. HUANCAYO - PERÚ : UPLA, 2020. Pregrado.
- PACHECO, Luis Miguel. 2017.** *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.* Universidad Jose Carlos Mariátegui. Moquehua - Perú : UJCM, 2017.
- PINO, Raul. 2018.** *Metodología de la Investigación - Elaboración de diseños para contrastar hipótesis.* Lima : San Marcos, 2018.
- Principales ingredientes y materias primas del hormigón ordinario.* **Ansari, M. and Amén, S. 2020.** 6, s.l. : Int. Res. J. Eng. Technol., 2020, Vol. 7, pp. 2789 - 2795.
- Propiedades del Concreto en Polvo Reactivo Utilizando Materiales Locales y Varias Condiciones de Curado.* **K. GAMAL, I., et al. 2019.** 6, junio 2019, Revista Europea de Investigación en Ingeniería y Tecnología, Vol. 4, pp. 74-83.
- Propiedades del hormigón de fibra de ultra alto rendimiento (UHPC) bajo diferentes regímenes de curado.* **Askar, L. 2017.** 4, s.l. : En t. J. Ing. Civil. Tecnología, 2017, Vol. 8.
- Propiedades físicas y mecánicas del hormigón con residuos de PET como sustituto parcial de los áridos finos.* **Dawood, Abbas, Khazraji , Hayder**

**and Falih, Raad. 2021.** Iraq : Case Studies in Construction Materials, Junio 2021, Vol. 14.

**QUISPE, Jhonathan and TINTAYA, Jose. 2019.** *Análisis comparativo de técnicas de curados en concretos expuestos a ciclos de congelamiento y deshielo en la región de Puno.* Universidad Peruana Unión. Juliaca : UPeU, 2019.

**QUISPE, Renato. 2021.** *“Influencia del curado en las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Puno, 2021”.* LIMA - PERÚ : s.n., 2021.

—. **2021.** *Influencia del curado en las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Puno, 2021.* LIMA - PERÚ : s.n., 2021.

*Relación de la resistencia a la compresión y módulo de rotura del concreto hidráulico con presencia de fibras metálicas con materiales del Río Barragán.* **AVELLANEDA, Andrea. 2019.** BOGOTÁ D.C : UNIMilitar, 2019.

*Resistencia a la compresión del hormigón mediante redes neuronales artificiales.* **Asteris, P. and Mokos, V. 2020.** 15, Atenas : s.n., 2020, Vol. 32, pp. 11807-11826.

*Revisión del efecto del curado con vapor en el comportamiento del concreto.* **Zeyad, Abdullah, et al. 2022.** s.l. : Cleaner Materials, Marzo 2022, Vol. 3.

—. **Zeyad, Abdullah, et al. 2022.** s.l. : Cleaner Materials, 2022, Vol. 3.

**RODRÍGUEZ , Cristian and TORRES , Edwin . 2018.** *Fabricación de un dispositivo, para generar el curado acelerado en cilindros de hormigón, para evaluar la resistencia a la compresión en un tiempo menor a las 24 horas.* UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Quito : UCE, 2018.

**SANTOS Sánchez, Guadalupe . 2017.** *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla.* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla : BUAP, 2017.

**SILVA, Omar. 2020.** CONOCIENDO LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO: ¿QUÉ Y CÓMO? Colombia : s.n., 2020.

*Un enfoque novedoso para explicar la naturaleza de caja negra del aprendizaje automático en las predicciones de resistencia a la compresión del hormigón utilizando explicaciones aditivas de Shapley (SHAP).* **Ekanayake, I., Meddage, D. and Rathnayake, U. 2022.** Colombo : s.n., Junio 2022, Case Studies in Construction Material, Vol. 16.

*Una revisión sobre la aplicación de la cáscara de palma aceitera como agregado en el concreto: hacia la realización de un entorno libre de contaminación y un concreto sostenible.* **Kareem, M., Raheem, A. and Abdulwahab, R. 2022.** Nigeria : s.n., Abril 2022, Environmental Challenges.

*Uso de EDTA-2Na para inhibir el ataque de sulfato en mortero de cemento de escoria bajo curado con vapor.* **Yan, Xiancui , et al. 2020.** 30, China : Construction and Building Materials, Diciembre 2020, Vol. 265.

*Uso de residuos cerámicos para producir hormigón sostenible: una revisión.* **Vilas, R, et al. 2022.** India : Elsevier, 2022, Vol. 4.

**VALENZUELA, Luis Alfredo. 2018.** *Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018.

**VARA, Aristidis. 2010.** *7 pasos para una tesis exitosa.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2010.

**ZORRILLA, César. 2018.** *“Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un  $F'_{C} = 280 \text{ Kg/Cm}^2$ ”.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. Cajamarca – Perú : UNC, 2018. Pregrado.

## **ANEXOS**

**Anexos N° 01:** Operacionalización de Variables

**Título:** Estudio comparativo de las propiedades físico-mecánicas del concreto mediante el curado acelerado y curado convencional,

Distrito Crucero - Puno 2021

**Autores:** Cutipa Mamani, Pedro y Mamani Quispe, Flor Fabiola

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>V.I.: Método de curado</b>	El curado acelerado del concreto consiste en llegar a una resistencia óptima en menor tiempo, lo cual se realiza curando las muestras en agua hirviendo. Mientras que el curado convencional consiste en alcanzar la resistencia en un lapso de 28 días, realizando el curado en pozas a temperatura variable de entre 23°C a 25°C.	La variable independiente: Método de curado se operacionaliza mediante sus dimensiones de D1: Curado acelerado y D2: Curado convencional; y a su vez cada una de estas dimensiones se subdividen en un indicador	<b>D1:</b> Curado acelerado  <b>D2:</b> Curado convencional	<b>I1:</b> Calor de hidratación  <b>I2:</b> Temperatura del agua (°C)	Termómetro medidor de temperatura del agua  Pozas de curados	Razón
<b>V.D: Propiedades físico-mecánicas del concreto</b>	Las propiedades físicas del concreto son aquellas que son identificadas a simple vista o medición y son propias de cualquier mezcla en menor o mayor grado. Las propiedades mecánicas tienen relación con el concreto en su estado endurecido cuando inciden cargas sobre él, son parámetros para su diseño estructural.	La variable dependiente: Propiedades físico - mecánicas del concreto se operacionalizan mediante la dimensión D1: Propiedades físicas D2: Propiedades mecánicas; y a su vez cada una de estas dimensiones se subdividen en un indicador para la primera dimensión y tres indicadores para la segunda dimensión	<b>D1:</b> Propiedades físicas  <b>D2:</b> Propiedades mecánicas	<b>I1:</b> Asentamiento (Pulg.), Temperatura, Densidad, tiempo de fragua.  <b>I2:</b> Resistencia a la compresión (Kg/cm2)  Resistencia por compresión diametral (Kg/cm2)  Resistencia a la flexión (Kg/cm2)	Equipos de rotura de laboratorio	Razón

**Anexos N° 02: Matriz de Consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿De qué manera varía las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero- Puno 2021?	Comparar la variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero- Puno 2021.	La variación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> mediante el curado acelerado y curado convencional, utilizando dos tipos de canteras Distrito Crucero- Puno 2021, es significativa en un 12%	Variable Independiente Método de curado	Curado acelerado	Calor de hidratación	Termómetro medidor de temperatura del agua
<b>Problema Específico N.º 1</b> ¿De qué manera varía las propiedades físicas del concreto fresco y la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021?	<b>Objetivo Específico N.º 1</b> Determinar las propiedades físicas del concreto fresco y la variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021.	<b>Hipótesis Específico N.º 1</b> La variación de las propiedades físicas del concreto fresco y la resistencia a la compresión del $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta, Distrito Crucero- Puno 2021, varía en un 16%		Curado convencional	Temperatura del agua (°C)	Pozas de curados
<b>Objetivo Específico N.º 2</b> ¿De qué manera varía la resistencia por compresión diametral del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021?	<b>Objetivo Específico N.º 2</b> Evaluar la variación de la resistencia por compresión diametral del $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021.	<b>Hipótesis Específico N.º 2</b> La variación de la resistencia por compresión diametral del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021, varía en un 9%		Variable Dependiente Propiedades físico-mecánicas del concreto	Propiedades físicas	Asentamiento (Pulg.), Temperatura, Densidad, Tiempo de fragua
<b>Problema Específico N.º 3</b> ¿De qué manera varía la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021?	<b>Objetivo Específico N.º 3</b> Analizar la variación de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021.	<b>Hipótesis Específico N.º 3</b> La variación de la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> y $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> al aplicar el curado acelerado y curado convencional, utilizando las canteras Faycopata y Antauta Distrito Crucero- Puno 2021, varía en un 11%.	Propiedades mecánicas		Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Resistencia por compresión diametral (Kg/cm <sup>2</sup> ) Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	

## Anexos N° 03: Panel Fotográfico

### Obtención de muestras



Fotografía 1. Ubicación de canteras



Fotografía 2. Agregado grueso



Fotografía 3. Agregado fino

### Análisis Granulométrico



Fotografía 4. Tamizado del agregado



Fotografía 5. Pesado del agregado retenido en cada tamiz

### Preparación de mezcla



Fotografía 6. Mezcla de materiales

## Cono de Abrams



Fotografía 7. Prueba de asentamiento (slump)

## Temperatura



Fotografía 8. Toma de temperatura del concreto

## Densidad



Fotografía 9. Prueba de densidad

## Tiempo de fragua



Fotografía 10. Prueba de Aguja de Vicat



Fotografía 11. llenado y acabado de probetas de concreto



Fotografía 12. Vaciado y acabado de viguetas de concreto

## Curado acelerado



Fotografía 13. Introducción de muestras



Fotografía 14. Toma de temperatura del agua



Fotografía 15. Curado acelerado

### Resistencia a la compresión



Fotografía 16. Codificación de muestras



Fotografía 17. Ensayo a compresión rotura de probetas



Fotografía 18. Muestra ya ensayada a compresión

## Resistencia a la compresión diametral y flexión



Fotografía 19. Muestras para ensayar a compresión diametral y flexión



Fotografía 20. Toma de medidas de las muestras de concreto



Fotografía 21. Preparación de la muestra para el ensayo



Fotografía 22. Rotura de muestra a compresión diametral



Fotografía 23. Muestras ensayadas a compresión diametral

### Resistencia a la flexión



Fotografía 24. Toma de medidas de las viguetas para el ensayo de flexión



Fotografía 25. Vigüeta para el ensayo a flexión



Fotografía 26. Preparación de la muestra para el ensayo



Fotografía 27. Muestra ya ensaya a flexión

## Anexos N° 04: Certificados de Laboratorio



CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0105-2022	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL		
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO		
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.	
Capacidad	120000 kgf		
Marca	PERUTEST		
Modelo	PC-120		
Número de Serie	1080		CALIBRATEC 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.
Procedencia	PERÚ		
Identificación	NO INDICA		
Indicación	DIGITAL		
Marca	HIGH WEIGHT		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	315-XSP		
Número de Serie	1080		
Resolución	10 kgf		
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
5. Fecha de Calibración	2022-01-10		

Fecha de Emisión

2022-01-11

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO AMAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 015 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	14.8 °C	14.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE -038 - 21 A

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_4$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	12000	12063	12068	12068	12066
20	24000	24112	24107	24082	24101
30	36000	36132	36127	36127	36129
40	48000	48178	48188	48183	48183
50	60000	60238	60238	60243	60240
60	72000	72284	72284	72294	72288
70	84000	84356	84356	84361	84357
80	96000	96412	96493	96478	96461
90	108000	108525	108515	108525	108521
100	120000	120572	120572	120577	120574
Retorno a Cero		100.0	100.0		120.0

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $e$ (%)	
12000	-0.54	0.04	0.04	0.08	0.34
24000	-0.30	0.12	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.01	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.02	0.45	0.02	0.40
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.01	0.47	0.01	0.42
84000	-0.30	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.35	0.08	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.32	0.00	0.61	0.01	0.46

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $\epsilon_0$ )	0.10 %
--	--------



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-6140-2021**

Requerimiento  
5009-2021

Fecha de Emisión  
2021-05-17

**1. SOLICITANTE** : GEOTECNIA INGENIERÍA S.C.R.L.  
Dirección : Jr. Dante Nava 119A - Santa Rosa - Puno - Puno - Puno.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA

Tipo : ELECTRÓNICA  
Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
Marca : A&A INSTRUMENTS  
Modelo : WT150001XEJ  
Número de serie : 111202104  
Identificación : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Capacidad máxima : 15 000 g  
Div. de escala (d) : 0,1 g  
Div. de verificación (e) : 1 g  
Clase de exactitud : II  
Ubicación : LABORATORIO

**3. FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN**  
Calibrado el 2021-06-17 en INSTALACIONES DEL CLIENTE

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

**5. TRAZABILIDAD**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales e internacionales.

Patrones Utilizados	Certificado
Juego de pesas F1	PE21-C-0203
Pesa F1 de 5 kg	M-0148-2021
Juego de pesas F1	M-0147-2021

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**  
Temperatura Ambiental : De 12,9 °C a 13,1 °C  
Humedad Relativa : De 45,3% H.R. a 46,3% H.R.

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el instrumento calibrado, no pudiendo extenderse a ningún otro instrumento que no haya sido calibrado, así mismo, estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Total Weight & Systems S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que pueda provocar cualquier interpretación errónea de los resultados del presente certificado.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de Total Weight & Systems S.A.C.

Los certificados carecen de validez sin la firma y sellos de Total Weight & Systems S.A.C.



*Ricardo Sotomayor Jaime*

Ricardo Sotomayor Jaime  
Gerente del L.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-6140-2021**

**7. RESULTADOS**

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
Temperatura (°C)	13,1	13,0
Humedad (%)	45,3	45,3

Carga L1 = 7 000,0 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
7 000,0	0,05	0,01
7 000,0	0,04	0,02
7 000,0	0,05	0,01
7 000,0	0,09	-0,03
7 000,0	0,08	-0,02
7 000,0	0,03	0,03
7 000,0	0,01	0,05
7 000,0	0,06	0,00
7 000,0	0,05	0,01
7 000,0	0,04	0,02
Emax - Emin = 0,08 g		
emp = 2 g		

Carga L2 = 15 000,0 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)
15 000,0	0,06	0,00
15 000,1	0,09	0,07
15 000,1	0,08	0,08
15 000,1	0,07	0,09
15 000,0	0,05	0,01
15 000,0	0,05	0,01
15 000,0	0,04	0,02
15 000,0	0,06	0,00
15 000,0	0,07	-0,01
15 000,0	0,07	-0,01
Emax - Emin = 0,10 g		
emp = 2 g		

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	13,0	12,9
Humedad (%)	45,3	46,3

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

Posición de la carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,04	0,01	5 000,0	5 000,0	0,05	0,01	0,00
2		1,0	0,09	-0,04		5 000,0	0,05	0,01	0,05
3		1,0	0,05	0,00		5 000,1	0,04	0,12	0,12
4		1,0	0,06	-0,01		5 000,4	0,09	0,37	0,38
5		1,0	0,06	-0,01		5 000,0	0,02	0,04	0,05
Error Máximo Permisible				1 g	Error Máximo Permisible				1 g

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CM-6140-2021**

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	13,1	13,1
Humedad (%)	45,0	45,0

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,06	-0,01						
5,0	5,0	0,07	-0,02	-0,01	5,0	0,06	-0,01	0,00	1
100,0	100,0	0,06	-0,01	0,00	100,0	0,07	-0,02	-0,01	1
500,0	500,0	0,07	-0,02	-0,01	500,0	0,06	-0,01	0,00	1
1 000,0	1 000,0	0,06	-0,01	0,00	1 000,0	0,05	0,00	0,01	1
2 000,0	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	2 000,0	0,04	0,01	0,02	1
3 000,0	3 000,0	0,06	-0,01	0,00	3 000,0	0,04	0,01	0,02	1
5 000,0	5 000,0	0,04	0,02	0,03	5 000,0	0,03	0,03	0,04	1
6 000,0	6 000,1	0,09	0,07	0,08	6 000,1	0,08	0,08	0,09	2
8 000,0	8 000,1	0,08	0,08	0,09	8 000,1	0,09	0,07	0,08	2
10 000,0	10 000,0	0,06	0,00	0,01	10 000,0	0,02	0,04	0,05	2
12 000,0	12 000,1	0,02	0,14	0,15	12 000,1	0,01	0,15	0,16	2
15 000,0	15 000,2	0,02	0,24	0,25	15 000,2	0,02	0,24	0,25	2

L : Carga aplicada sobre la balanza (Pesa patrón). E : Error del valor de indicación. Ec : Error corregido.  
I : Indicación de la balanza. Eo : Error en cero. ΔL : Incremento de pesas patrones.

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA DE LA BALANZA**

LECTURA CORREGIDA :  $R_{\text{corregida}} = R - 9,78 \times 10^{-8} \times R$

INCERTIDUMBRE :  $U_R = 2 \times \sqrt{3,29 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,40 \times 10^{-9} \times R^2}$

R : Es la lectura de la balanza obtenida después de la calibración expresada en g

La incertidumbre reportada en el presente certificado,  $U_R$ , es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. Generalmente, el valor de la magnitud de medición 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 de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**8. OBSERVACIONES**

Ajustar el nivel de la balanza y la indicación de cero antes de cada medición.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

De acuerdo a la NMP-003-2009, el límite inferior de medida para esta balanza no debe ser menor de 5 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 14 977,1 g para una carga de 15 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Total Weight & Systems S.A.C.

Fin del Documento



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 certificate  
**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 DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETOS A COMPRESIÓN

1 000 kN

Pág. 1 de 3

PINZUAR LTDA.

PC – 108

231

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE GEOTECNIA INGENIERIA  
SOC.COM.RESPONS. LTDA

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

GEOTECNIA INGENIERIA SOC.COM.RESPONS. LTDA

JR. DANTE NAVA NRO. 119A SANTA ROSA PUNO - PUNO – PUNO  
PUNO

T71P / ZSC

150 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / 5M56609

N° INF – LE – 436 – 20

0,060 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 06 – 17

2021 – 06 – 24

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**  
Number of pages of this certificate and documents attached

3

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
Authorized Signatures

Hanz Victor Torres Collantes  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 239696





CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **136-2021 GLF**  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETOS A COMPRESIÓN

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.02 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	100.0	100.54	100.44		98.36	
20	200.0	199.76	199.29		198.06	
30	300.0	299.22	298.53		296.84	
40	400.0	399.39	399.42		397.19	
50	500.0	498.20	497.31	No Aplica	495.80	No Aplica
60	600.0	599.96	597.50		594.79	
70	700.0	700.21	697.08		698.86	
80	800.0	800.56	797.32		792.88	
90	900.0	901.55	897.10		896.39	
100	1000.0	1002.16	997.91		998.60	
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	100.0	0.22	2.18			0.020	1.426
20	200.0	0.48	0.85			0.010	0.514
30	300.0	0.60	0.80			0.007	0.479
40	400.0	0.33	0.56			0.005	0.377
50	500.0	0.58	0.48	No Aplica	No Aplica	0.004	0.290
60	600.0	0.43	0.87			0.003	0.504
70	700.0	0.18	0.45			0.003	0.268
80	800.0	0.39	0.96			0.003	0.563
90	900.0	0.18	0.57			0.002	0.366
100	1000.0	0.04	0.43			0.002	0.272
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Euler Ramon Tiznado Becerra

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 11.4 °C Humedad Mínima: 36.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 15.1 °C Humedad Máxima: 47.0 %Hr





CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **136-2021 GLF**  
Pág. 3 de 3

#### CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,60	0,96	No Aplica	No Aplica	0,00	0,010

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 1 Desde el 20%**

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando 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. 136-2021 GLF

#### FIRMAS AUTORIZADAS

  
Hanz Victor Torres Collantes  
INGENIERO CIVIL



**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

- $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**PROYECTO:**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES  
FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL  
CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL,  
DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021**



PUNO, ENERO DE 2022



INGENIERO CIVIL  
CIP 36229

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
**f<sub>c</sub> = 210 Kg./cm<sup>2</sup>**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACCELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021  
**UBICACION** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO  
**SOLICITANTE** : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA **FECHA** : ENERO DE 2022  
**CANTERA** : RIO CRUCERO **ING. RESPONSABLE** : M.A.CH.  
**MUESTRA** : AGREGADO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
PROCEDENCIA	RIO CRUCERO	TIPO IP		
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Pulg.		-	1"
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>		1595	1457
PESO UNITARIO COMPACTO	Kg/m <sup>3</sup>		1673	1583
PESO ESPECIFICO	gr./cc	2,99	2,41	2,68
ABSORCION	%		2,16	2,13
MODULO DE FINURA			3,14	7,57
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		3,98	2,01

**DOSIFICACION**

F <sub>c</sub>	SLUMP	CONTENIDO	RELACION	AIRE	CANTIDAD DE CEMENTO		MODULO DE FINURA
F <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Pulg.	DE AGUA LL.	A/C	(%)	Kg./m <sup>3</sup>	bolsas	DEL AGR.GRUESO
-	3"-4"	195	0.50	1,50	390	9,18	5,00

**DOSIFICACION EN PESO**

DESCRIPCION	PESO ESTIMADO SECO/m <sup>3</sup>	VOLUMEN	DISEÑO	DISEÑO EN	DISEÑO UNIT.
		ABSOLUTO m <sup>3</sup>	UNIT.SECO	OBRA	EN OBRA
CEMENTO	390,00	0,1304	1,00	390	1,00
AGREGADO FINO	747,33	0,3100	1,92	777	1,99
AGREGADO GRUESO	935,65	0,3496	2,40	954	2,45
AGUA (Litros.)	195,00	0,1950	0,50	183	0,47
AIRE	1,50	0,0150			

**DOSIFICACION EN OBRA**

DESCRIPCION	BOLSA/C=42.5 Kg.	PROPORCION	M <sup>3</sup> (metro cubico)
CEMENTO	42,50	1,0	0,13
AGREGADO FINO	84,68	1,9	0,32
AGREGADO GRUESO	104,01	2,5	0,36
AGUA	19,89	19,89 Litros.	0,20

**OBSERVACION :** \* EL AGUA ES VARIABLE SE DEBE CONTROLAR EN OBRA

  
M. A. CH.  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 5053

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

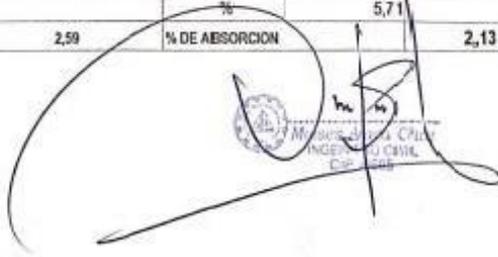
SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

CANTERA : RIO CRUCERO FECHA : ENERO DE 2022

MUESTRA : AGREGADOS

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A) Peso material saturado superficialmente seco (en el aire) gr.	gr.	487,30	
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	497,30	
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr.	985,00	
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr.	782,30	
E) Volumen de masa + volumen de vacíos = C-D	cm3	202,30	
F) Peso material seco gr.	gr.	477,40	
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	192,00	
P.E. Bulk (base seca) = F/E	gr./cm3	2,36	
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	gr./cm3	2,41	
P.E. Aparente (base seca) = F/G	gr./cm3	2,48	2,49
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	2,16	2,16
PESO ESPECIFICO gr/cm3	2,41	% DE ABSORCION	2,16

AGREGADO GRUESO (PIEDRA) ASTM C-127			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (AIRE)	gr.	1556,00	
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	gr.	954,30	
C VOL. DE MASA +VOL. DE VACIOS = A-B	cm3	601,70	
D PESO DE MAT. SECO EN SECO ESTUFA (105°C)	gr.	1523,50	
E VOLUMEN DE MASA =C-(A-D)	cm3	589,20	
P.E. BULK (base seca)=D/C	gr/cm3	2,53	
P.E. BULK (base saturada)=A/C	gr/cm3	2,58	
P.E. APARENTE (base seca)=D/E	gr/cm3	2,68	
% DE ABSORCION = ((A-D)/D)*100	%	2,13	
% DE POROSIDA = ((A-D)/E)*100	%	5,71	
PESO ESPECIFICO gr/cm3	2,59	% DE ABSORCION	2,13



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO-PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPES, FLOR FABIOLA

CANTERA : RIO CRUCERO FECHA: ENERO DE 2022

MUESTRA : AGREGADOS ING. RESPONSABLE M.A.CH.

AGREGADO FINO (ARENA )				
PESO UNITARIO SUELTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	10102,20	10118,60	10098,30
PESO DEL MOLDE	gr.	6690,10	6690,10	6690,10
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	3412,10	3428,50	3408,20
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	2141,00	2141,00	2141,00
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1583,69	1801,35	1591,87
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1595,64		
PESO UNITARIO COMPACTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	10278,40	10266,30	10271,60
PESO DEL MOLDE	gr.	6690,10	6690,10	6690,10
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	3588,30	3576,20	3581,50
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	2141,00	2141,00	2141,00
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1575,99	1670,34	1572,82
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1673,05		

AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO)				
PESO UNITARIO SUELTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	12794,90	12791,60	12798,60
PESO DEL MOLDE	gr.	8356,40	8356,40	8356,40
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	4428,50	4435,20	4442,20
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	3044,34	3044,34	3044,34
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1454,67	1456,67	1459,17
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1456,90		
PESO UNITARIO COMPACTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	13186,20	13154,60	13145,20
PESO DEL MOLDE	gr.	8341,40	8341,40	8341,40
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	4844,80	4813,20	4803,80
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	3044,34	3044,34	3044,34
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1591,41	1681,03	1577,95
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1583,46		



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

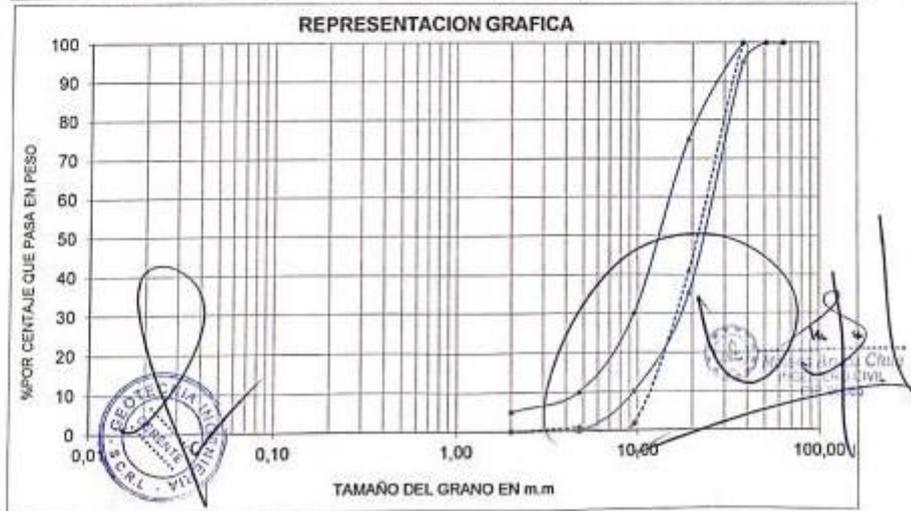
CANTERA : RIO CRUCERO

BUESTRAS : AGREGADOS

FECHA: ENERO DE 2022

ING. RESPONSABLE M.A.C.H.

TAMICES	Abertura m.m.	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICA CIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76,20								
2 1/2"	63,50				100,0				
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	100	PESO INICIAL :	3008,0	Gr
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	95-100			
1"	25,40	924,00	25,61	25,61	74,39				
3/4"	19,05	1211,00	33,58	59,19	40,84	35-75			
1/2"	12,70	1205,50	33,41	92,57	7,43		Constantes Físicas		
3/8"	9,53	204,20	5,06	98,23	1,77	10-30	L.L. :	NP	%
1/4"	6,35	0,00	0,00	98,23	1,77		L.P. :	NP	%
Nº 4	4,75	31,90	0,89	99,11	0,89	0 - 10	I.P. :	NP	%
Nº 6	2,36	32,00	0,89	100,00	0,00	0 - 5	CLASIFICACION		
Nº 10	2,00						AASHTO		
Nº 16	1,18						SUCS		
Nº 20	0,85								
Nº 30	0,60						Peso Especifico		
Nº 40	0,47						Absorcion		
Nº 60	0,25						Modulo de Fineza	7,57	
Nº 80	0,18						Humedad	2,81	%
Nº 100	0,15								
Nº 200	0,08						% GRAVA	99,1	
BAND	0,00						% ARENA	0,9	
TOTAL							% FINOS	0,0	
% PERDIDA									



OBSEVACIONES:

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACCELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

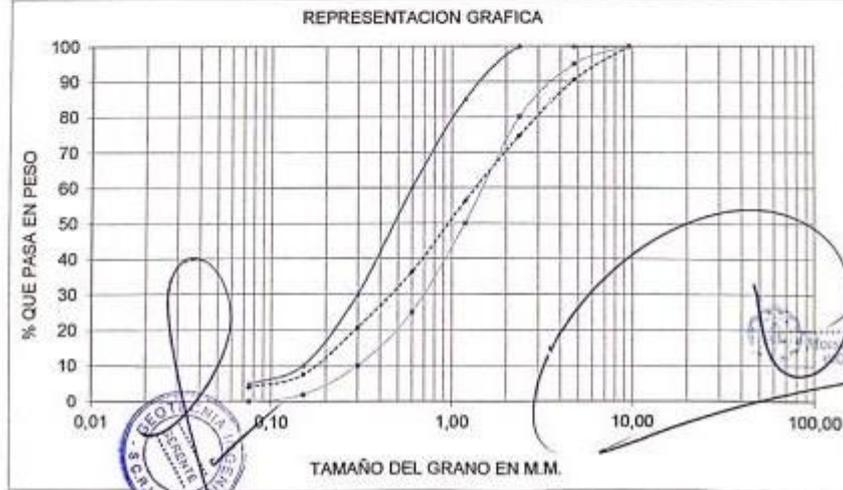
**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**SOLICITANTE** : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

**CANTERA** : RIO CRUCERO **FECHA:** ENERO DE 2022

**MUESTRA** : AGREGADOS **ING. RESPONSABLE** M.A.CH

TAMICES	Abertura m.m.	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						PESO INICIAL : 1004.4 Gr
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						
1/2"	12.70						<b>LIMITE DE CONSISTENCIA</b>
3/8"	9.53				100	100	LL : NP %
1/4"	6.35						LP : NP %
Nº 4	4.75	95.60	9.52	9.52	90.48	95 - 100	IP : NP %
Nº 8	2.36	159.70	15.90	25.42	74.58	80 - 95	<b>CLASIFICACION</b>
Nº 10	2.00	0.00	0.00	25.42	74.58		AASHTO
Nº 15	1.18	184.50	18.37	43.79	56.21	50 - 65	SUCS
Nº 20	0.85						Modulo de Fineza : 3.14
Nº 30	0.60	200.30	19.94	63.73	36.27	25 - 60	Peso Especifico
Nº 40	0.42	0.00	0.00	63.73	36.27		Absorción
Nº 50	0.30	156.30	15.56	79.29	20.71	10 - 30	Humedad : 3.99 %
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15	132.60	13.20	92.49	7.51	2 - 10	
Nº 200	0.08	35.30	3.51	96.01	3.99	0 - 5	% GRAVA : 9.5
BAND	0.00	40.10	3.99	100.00	0.00		% ARENA : 86.49
TOTAL			100.0				% FINOS : 4.0
% PERDIDA							



**OBSEVACIONES :**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

- $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**PROYECTO:**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES  
FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL  
CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL,  
DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021**



PUNO, ENERO DE 2022



CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**  
**f'c. = 280 Kg./cm<sup>2</sup>**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021  
UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO  
SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA  
CANTERA : RIO CRUCERO  
MUESTRA : AGREGADO

FECHA : ENERO DE 2022  
ING. RESPONSABLE : M.A.CH.

**CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS**

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO	AGREGADOS	
		TIPO IP	FINO-ARENA	P.CHANCADA
PROCEDENCIA	RIO CRUCERO			
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Pulg.		N°4	1 "
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>		1596	1457
PESO UNITARIO COMPACTO	Kg/m <sup>3</sup>		1673	1583
PESO ESPECIFICO	gr./cc	2.99	2.41	2.50
ABSORCION	%		2.16	2.53
MODULO DE FINURA			3.14	7.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		3.98	2.01

**DOSIFICACION**

F'c	SLUMP	CONTENIDO	RELACION	AIRE	CANTIDAD DE CEMENTO		MODULO DE FINURA COMB.
fcr. Kg/cm <sup>2</sup>	Pulg.	DE AGUA Lt.	A/C	(%)	Kg./m <sup>3</sup>	bolsas	
364	3"-4"	195	0.41	1.50	472	11.11	5.19

**DOSIFICACION EN PESO**

DESCRIPCION	PESO ESTIMADO SECO/m <sup>3</sup>	VOLUMEN	DISEÑO	DISEÑO EN	DISEÑO UNIT. EN OBRA
		ABSOLUTO m <sup>3</sup>	UNIT.SECO	OBRA	
CEMENTO	472.15	0.1579	1.00	472	1.00
AGREGADO FINO	716.20	0.2971	1.52	745	1.58
AGREGADO GRUESO(piedra chancada)	838.23	0.3350	1.78	855	1.81
AGUA (Ltros.)	195.00	0.1950	0.41	186	0.39
AIRE	1.50	0.0150			

**DOSIFICACION EN OBRA**

DESCRIPCION	BOLSA/C=42.5 Kg.	PROPORCION	M3 (metro cubico)
CEMENTO	42.50	1.0	0.16
AGREGADO FINO	67.03	1.5	0.31
AGREGADO GRUESO(piedra chancada)	76.97	1.9	0.34
AGUA	16.77	16.77 Ltros.	0.20

OBSERVACION : \* EL AGUA ES VARIABLE SE DEBE CONTROLAR EN OBRA



*Moisés Arica Chile*  
INGENIERO CIVIL

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

CANTERA : RIO CRUCERO FECHA : ENERO DE 2022

MUESTRA : AGREGADOS

DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A) Peso material saturado superficialmente seco (en el aire) gr.	gr.	487,70	
B) Peso frasco + H2O gr.	gr.	497,30	
C) Peso frasco + H2O + A gr.	gr.	985,00	
D) Peso material + H2O en el frasco gr.	gr.	782,70	
E) Volumen de masa + volumen de vacios =C-D	cm3	202,30	
F) Peso material seco gr.	gr.	477,40	
G) Volumen de masa = E-(A-F)	cm3	192,00	
P.E. Bulk (base seca) = F/E	gr./cm3	2,36	
P.E. Bulk (base saturada) = A/E	gr./cm3	2,41	
P.E. Aparente (base seca) = F/G	gr./cm3	2,49	2,49
% de Absorción = ((A-F)/F)X100	%	2,16	2,16
PESO ESPECIFICO gr/cm3	2,41	% DE ABSORCION	2,16

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA) ASTM C-127			
DESCRIPCION	UND	N° DE PRUEBAS	
		01	02
A PESO MAT. SAT. SUP. SECA (AIRE)	gr.	2510,30	
B PESO MAT. SAT. SUP. SECA (EN AGUA)	gr.	951,00	
C VOL. DE MASA +VOL. DE VACIOS = A-B	cm3	1559,30	
D PESO DE MAT. SECO EN SECO ESTUFA (105°C)	gr.	2470,00	
E VOLUMEN DE MASA =C-(A-D)	cm3	1519,00	
P.E. BULK (base seca)=D/C	gr/cm3	1,58	
P.E. BULK (base saturada)=A/C	gr/cm3	1,61	
P.E. APARENTE (base seca)=D/E	gr/cm3	1,63	
% DE ABSORCION = ((A-D)/D)*100	%	1,63	
% DE POROSIDA = ((A-D)/E)*100	%	2,65	
PESO ESPECIFICO gr/cm3	1,61	% DE ABSORCION	1,63



Handwritten signature and a circular stamp of the Municipalidad Provincial de Puno, Oficina de Control Civil, with a signature over it.

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

UBICACION : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

CANTERA : RIO CRUCERO

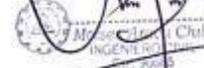
MUESTRA : AGREGADOS

FECHA: ENERO DE 2022

ING. RESPONSABLE M.A.C.H.

AGREGADO FINO (ARENA )				
PESO UNITARIO SUELTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	10102,20	10118,60	10098,30
PESO DEL MOLDE	gr.	6690,10	6690,10	6690,10
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	3412,10	3428,50	3408,20
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	2141,00	2141,00	2141,00
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1593,69	1601,35	1591,87
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1595,64		
PESO UNITARIO COMPACTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	10278,40	10266,30	10271,60
PESO DEL MOLDE	gr.	6690,10	6690,10	6690,10
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	3588,30	3576,20	3581,50
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	2141,00	2141,00	2141,00
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1675,99	1670,34	1672,82
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1673,05		

AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)				
PESO UNITARIO SUELTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	12685,00	12685,30	12721,30
PESO DEL MOLDE	gr.	8356,40	8356,40	8356,40
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	4328,60	4328,90	4364,90
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	3044,34	3044,34	3044,34
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1421,85	1421,95	1433,78
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1425,86		
PESO UNITARIO COMPACTO				
N° DE PRUEBAS	N°	01	02	03
PESO MOLDE + MUESTRA.	gr.	13066,30	13084,20	13024,60
PESO DEL MOLDE	gr.	8341,40	8341,40	8341,40
PESO DE LA MUESTRA.	gr.	4714,90	4742,80	4683,20
VOLUMEN DEL MOLDE.	gr.	3044,34	3044,34	3044,34
PESO UNITARIO	Kg/m <sup>3</sup>	1548,74	1557,91	1538,83
PESO UNITARIO PROMEDIO	Kg/m <sup>3</sup>	1548,33		



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

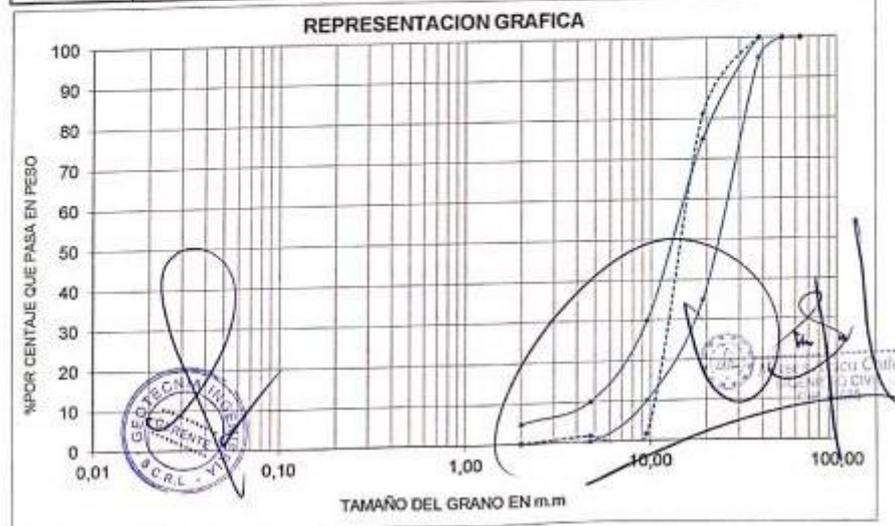
UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

SOLICITANTE : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

CANTERA : ANTAUTA (PIEDRA CHANCADA) FECHA: ENERO DE 2022

MUESTRA : AGREGADOS ING. RESPONSABLE M.A.CH.

TAMICES ASTM	Abertura m.m.	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICA GONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	76,20								
2 1/2"	63,50				100,0				
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	100	PESO INICIAL :	4025,6	Gy
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	95-109			
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00				
3/4"	19,05	756,30	18,79	18,79	81,21	25-75			
1/2"	12,70	2350,30	58,20	77,17	22,83		Constantes Físicas		
3/8"	9,53	850,00	21,13	98,30	1,70	10-30	LL :	NP	%
1/4"	6,35	0,00	0,00	98,30	1,70		L.P.:	NP	%
N° 4	4,75	11,30	0,28	98,58	1,42	0 - 10	I.P.:	NP	%
N° 8	2,36	57,10	1,42	100,00	0,00	0 - 5	CLASIFICACION		
N° 10	2,00						AASHITO		
N° 16	1,18						SUCS		
N° 20	0,85						Peso Especifico		
N° 30	0,60						Absorcion		
N° 40	0,42						Modulo de Fineza	7,16	
N° 60	0,25						Humedad	2,01	%
N° 80	0,18								
N° 100	0,15						% GRAVA	98,6	
N° 200	0,08						% ARENA	1,4	
BAND	0,00						% FINOS	0,0	
TOTAL									
% PERDIDA									



**ANALISIS GRANULOMÉTRICO**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**SOLICITANTE** : Br. CUTIPA MAMANI, PEDRO, Br. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

**CANTERA** : RIO CRUCERO

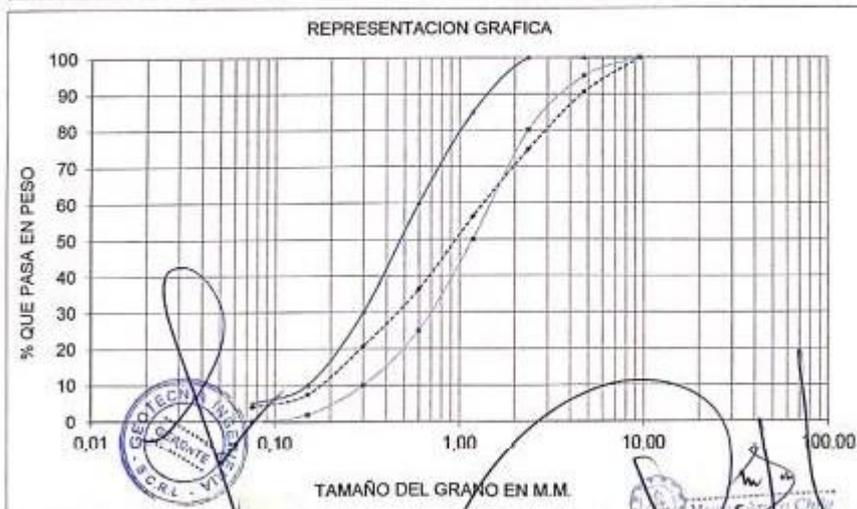
**MUESTRA** : AGREGADOS

**FECHA:** ENERO DE 2022

**ING. RESPONSABLE** : M.A.CH.

TAMICES ASTM	Abertura m.m.	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						PESO INICIAL : 1004.4 Gr
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						
1/2"	12.70						
3/8"	9.53				100	100	LIMITE DE CONSISTENCIA
1/4"	6.35						LL : NP %
							LP : NP %
							IP : NP %
Nº 4	4.75	95.60	9.52	9.52	90.48	95 - 100	
Nº 8	2.36	159.70	15.90	25.42	74.58	60 - 95	CLASIFICACION
Nº 10	2.00	0.00	0.00	25.42	74.58		AASHTO
Nº 16	1.18	184.50	18.37	43.79	56.21	50 - 65	SUCS
Nº 20	0.85						Modulo de Fineza 3.14
Nº 30	0.60	200.30	19.94	63.73	36.27	25 - 60	Peso Especifico
Nº 40	0.42	0.00	0.00	63.73	36.27		Absorcion
Nº 50	0.30	156.30	15.58	79.29	20.71	10 - 30	Humedad 3.98 %
Nº 80	0.18						
Nº 100	0.15	132.60	13.20	92.49	7.51	2 - 10	
Nº 200	0.08	35.30	3.51	96.01	3.99	0 - 5	% GRAVA 9.5
BAND	0.00	40.10	3.99	100.00	0.00		% ARENA 86.49
TOTAL			100.0				% FINOS 4.0
% PERDIDA							

**REPRESENTACION GRAFICA**



**OBSEVACIONES :**

**ROTURA DE BRIQUETAS DE CONCRETOS  
CURADO ACELERADO**

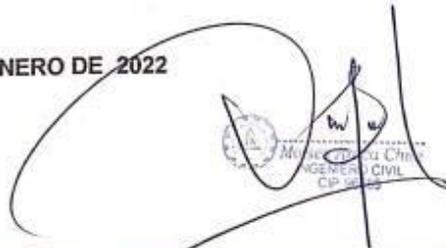
- $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**PROYECTO:**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES  
FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL  
CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL,  
DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021**



PUNO, ENERO DE 2022



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO OPERADOR : B.H.Y.

AUTOR DE TESIS : DR. CUTIPA MAMAN, PEDRO, SR. MAMAN GUISPE, FLOR FABIOLA Ing. RESPONS. : M.A.C.H.

ELEMENTO : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS Fc = (kg/cm²) : 210

FECHA : ENERO DE 2022

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (HORAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KN)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	Fc (kg/cm²)	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	3,5	24/01/2022	280,2	177,9	149	210	71
2	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	3,5	24/01/2022	250,6	177,9	144	210	68
3	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	3,5	24/01/2022	255,3	177,9	146	210	70
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

NOTA LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



Handwritten signature and a circular stamp of Moises Araca Cortez, Ingeniero Civil, with a signature over it.

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP.339.034**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUÑO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUÑO

AUTOR DE TESIS : SR. CUTPA MAMAN, PEDRO, DII MAMAN OUSPE, FLOR FADOLA

ELEMENTO : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

FECHA : ENERO DE 2022

OPERADOR : B.H.Y.

Ing. RESPONS. : M.A.C.H.

Fc = (kg/cm<sup>2</sup>) : 210

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (HORAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KG)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	7	24/01/2022	315,2	177,9	181	210	86
2	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	7	24/01/2022	309,6	177,9	177	210	85
3	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	7	24/01/2022	312,6	177,9	179	210	85
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

NOTA : LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



Handwritten signature and stamp of Moisés Araca, Ingeniero Civil, with a circular stamp of Geotecnia Ingenieria SCRL.

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP.339.034**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUÑO 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUÑO

**AUTOR DE TESIS** : BR. CUTIPA MAMANI, PEDRO, BR. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

**ELEMENTO** : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

**FECHA** : ENERO DE 2022

**OPERADOR** : B.H.Y.

**ING. RESPONS.** : M.A.CH.

**f<sub>c</sub> = (kg/cm<sup>2</sup>)** : 210

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (HORAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KN)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO: CURADO ACELERADO	23/01/2022	12	24/01/2022	420,3	177,9	241	210	115
2	DISEÑO: CURADO ACELERADO	23/01/2022	12	24/01/2022	418,6	177,9	240	210	114
3	DISEÑO: CURADO ACELERADO	23/01/2022	12	24/01/2022	415,3	177,9	238	210	113
**	*****	*****	***	*****	***	***	***	***	***

**NOTA** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



**ROTURA DE BRIQUETAS DE CONCRETOS  
CURADO CONVENCIONAL**

- $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**PROYECTO:**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES  
FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL  
CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL,  
DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021**



PUNO, ENERO DE 2022



CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACCELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**AUTOR DE TESIS** : BR. CUTIPA MAMANI, PEDRO, DR. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

**ELEMENTO** : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACCELERADOS

**FECHA** : ENERO DE 2022

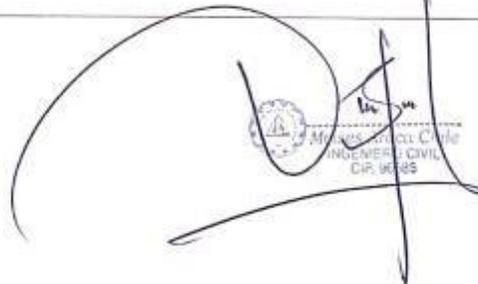
**OPERADOR** : B.H.Y.

**Ing. RESPON.** : M.A.C.H.

**f<sub>c</sub> = (kg/cm<sup>2</sup>)** : 280

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (días)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KN)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO: CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	7	30/01/2022	401,2	177,9	230	280	82
2	DISEÑO: CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	7	30/01/2022	395,6	177,9	227	280	81
3	DISEÑO: CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	7	30/01/2022	398,2	177,9	228	280	82
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

**NOTA** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICOS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACCELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO-PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO OPERADOR : B.H.Y.

AUTOR DE TESIS : BR. CUTIPA MAMANI PEDRO, BR. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA Ing. RESPONS. : M.A.CH.

ELEMENTO : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACCELERADOS Fc = (kg/cm²) : 280

FECHA : ENERO DE 2022

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (días)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KN)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	Fc (kg/cm²)	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	14	06/02/2022	460,2	177,9	264	280	94
2	DISEÑO CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	14	06/02/2022	455,2	177,9	261	280	93
3	DISEÑO CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	14	06/02/2022	450,3	177,9	258	280	92
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

NOTA : LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



Handwritten signature and a circular stamp of the laboratory.

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**AUTOR DE TESIS** : BR. CUTIPA MAMANI, PEDRO, BR. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

**ELEMENTO** : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

**FECHA** : ENERO DE 2022

**OPERADOR** : B.H.Y.

**Ing. RESPON.** : M.A.CH.

**Fc = (kg/cm²)** : 280

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (días)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KG)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	Fc (kg/cm²)	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	28	20/02/2022	526,3	177,9	302	280	108
2	DISEÑO CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	28	20/02/2022	543,6	177,9	312	280	111
3	DISEÑO CURADO CONVENCIONAL	23/01/2022	28	20/02/2022	550,2	177,9	315	280	113
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

**NOTA** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



Handwritten signature and a circular stamp of Moises Arca Chila, Ingeniero Civil, CIP 96044.

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**AUTOR DE TESIS** : BR. CUTIPA MAMANI, PEDRO, BR. MAMANI QUISPE, FLOR FABIOLA

**ELEMENTO** : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

**FECHA** : ENERO DE 2022

**OPERADOR** : B.H.Y.

**Ing. RESPONSA.** : M.A.G.H.

**F<sub>c</sub> = (kg/cm<sup>2</sup>)** : 280

PROMEDIO EN 7 DIAS	7	82
PROMEDIO EN 14 DIA	14	93
PROMEDIO EN 28 DIAS	28	111



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

AUTOR DE TESIS : BR. CLITIA MAMANI, PEDRO, BR. MAMANI GUSPE, FLOR FABOLA

ELEMENTO : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

FECHA : ENERO DE 2022

OPERADOR : B.H.Y.

Ing. RESPONS. : M.A.CH.

Fc = (kg/cm²) : 209

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (HORAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (ØØ)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	Fc (kg/cm²)	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO- CURADO ACELERADO	23/01/2022	3,5	24/01/2022	356,2	177,9	204	280	73
2	DISEÑO- CURADO ACELERADO	23/01/2022	3,5	24/01/2022	368,5	177,9	211	280	75
3	DISEÑO- CURADO ACELERADO	23/01/2022	3,5	24/01/2022	374,2	177,9	214	280	77
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

NOTA : LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUNO 2021

**UBICACIÓN** : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO **OPERADOR** : B.H.Y.

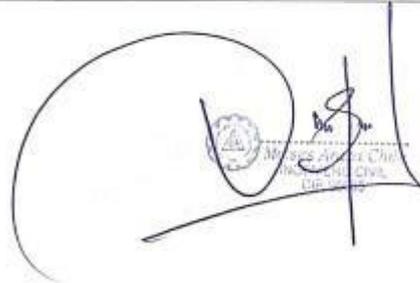
**AUTOR DE TESIS** : BR. CUTPA MAMANI, FEDRO, BR. MAMANI GUISPE, FLOR FABIOLA **Ing RESPONS.** : H.A.CH.

**ELEMENTO** : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS **Fc = (kg/cm²)** : 280

**FECHA** : ENERO DE 2022

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (HORAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (Kg)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	Fc (kg/cm²)	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	7	24/01/2022	431,2	177,9	247	280	88
2	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	7	24/01/2022	440,5	177,9	252	280	90
3	DISEÑO CURADO ACELERADO	23/01/2022	7	24/01/2022	435,8	177,9	250	280	89
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

**NOTA** LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO - PUÑO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUÑO

OPERADOR : B.H.Y.

AUTOR DE TESIS : SR. CUTIPA MAMANI, PEDRO, SR. MAMANI GUESPE, FLOR FABIOLA

Ing. RESPONS. : M.A.C.H.

ELEMENTO : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

Fc = (kg/cm<sup>2</sup>) : 280

FECHA : ENERO DE 2022

N°	TIPO ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	EDAD (HORAS)	FECHA ROTURA	LECTURA DIAL (KN)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (%)
1	DISEÑO: CURADO ACELERADO	23/01/2022	12	24/01/2022	526,3	177,9	302	280	108
2	DISEÑO: CURADO ACELERADO	23/01/2022	12	24/01/2022	536,2	177,9	307	280	110
3	DISEÑO: CURADO ACELERADO	23/01/2022	12	24/01/2022	529,5	177,9	304	280	108
**	*****	*****	***	*****	****	****	****	****	***

NOTA

LAS MUESTRAS DE TESTIGOS DE CONCRETO HAN SIDO PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.



Handwritten signature and stamp of Moisés Araca, Ingeniero Civil, No. 10000. The stamp is partially obscured by the signature.

**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO NTP 339.034**

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO CRUCERO- PUÑO 2021

UBICACIÓN : DISTRITO CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUÑO

AUTOR DE TESIS : BR. CUTIPA MAMANI, PEDRO, BR. MAMANI QUISPE, FLOR FABOLA

ELEMENTO : INVESTIGACION CURADOS CONVENCIONALES Y ACELERADOS

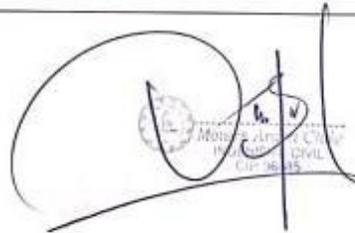
FECHA : ENERO DE 2022

OPERADOR : S.H.Y.

Ing. RESPONS. : M.A.C.H.

Fc = (kg/cm<sup>2</sup>) : 280

PROMEDIO EN 3 HORAS	3,5	75
PROMEDIO EN 6 HORAS	7	89
PROMEDIO EN 12 HORAS	12	109





## ENSAYOS DE CONTROL DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA  
**CANTERA** : F'C 210 RIO CRUCERO - F'C 280 PLANTA CHANCADORA ANTAUTA.  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO  
**FECHA** : 23 DE ENERO 2022

### 1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA

	ASTM C1064 / C1064M - 17	Según ACI 211.1
Temperatura Ambiente Prom. (°C)	16.50 °C	F'C 210
Temperatura Ambiente Prom. (°C)	17.00 °C	F'C 280

### 2. MEDICIÓN DE LA CONSISTENCIA

	ASTM C143 / C143M - 20	
slump o revinimiento	: 3.50 Pulg.	F'C 210
slump o revinimiento	: 3.00 Pulg.	F'C 280

### 3. MEDICIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

	ASTM C138 / C138M - 17a		Uni.
	F'C 210	F'C 280	
Proporciones			
Peso Molde	: 0.320	0.320	Kg.
Volumen del Molde	: 0.0053	0.0053	m <sup>3</sup>
Peso de Molde + Concreto Compactado	: 13.250	13.495	Kg.
Peso del Concreto	: 12.930	13.175	Kg.
Peso Unitario del Concreto ( PUC )	: 2439.623	2485.849	Kg/m <sup>3</sup>

#### OBSERVACIONES:

\* Muestras identificadas por el solicitante

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121150

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## COMPRESION DIAMETRAL

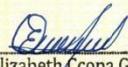
NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA  
**CANTERA** : RIO CRUCERO F° C (KG/Cm2) - 210  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGIÓN PUNO  
**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCION INDIRECTA	RESISTENCIA TRACCION INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	N/mm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.10 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 1	14.90	31.10	12160.0	16.71	1.64	23/01/2022	30/01/2022	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 2	14.88	30.06	11980.0	17.05	1.67	23/01/2022	30/01/2022	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.04 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 3	14.92	29.98	11850.0	16.87	1.65	23/01/2022	30/01/2022	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.10 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 1	15.00	29.90	13650.0	19.38	1.90	23/01/2022	6/02/2022	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 2	14.90	30.06	14020.0	19.93	1.95	23/01/2022	6/02/2022	14
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.00 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 3	15.02	30.10	13980.0	19.69	1.93	23/01/2022	6/02/2022	14
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 1	15.10	30.00	19620.0	27.57	2.70	23/01/2022	20/02/2022	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 2	14.98	30.08	20080.0	28.37	2.78	23/01/2022	20/02/2022	28
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 3	15.00	30.04	18990.0	26.83	2.63	23/01/2022	20/02/2022	28

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES.

  
Elizabeth Copa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## COMPRESION DIAMETRAL

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA  
**CANTERA** : RIO CRUCERO F' C (KG/CM<sup>2</sup>) - 210  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGIÓN PUNO  
**FECHA** : 24 DE FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	HORAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.10 cm	15.02	29.60	8920.0	12.77	1.25	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS
	CURADO ACELERADO - 3.5 HORAS								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.06 cm	15.00	30.06	9080.0	12.82	1.26	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS
	CURADO ACELERADO - 3.5 HORAS								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.04 cm	14.98	30.00	8760.0	12.41	1.22	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS
	CURADO ACELERADO - 3.5 HORAS								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.10 cm	15.04	30.02	10340.0	14.58	1.43	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS
	CURADO ACELERADO - 7 HORAS								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.80 x 30.06 cm	14.80	29.90	10890.0	15.67	1.54	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS
	CURADO ACELERADO - 7 HORAS								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.00 cm	14.92	30.06	11080.0	15.73	1.54	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS
	CURADO ACELERADO - 7 HORAS								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.10 cm	14.98	30.04	11790.0	16.68	1.64	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS
	CURADO ACELERADO - 12 HORAS								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.06 cm	15.10	30.00	11820.0	16.61	1.63	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS
	CURADO ACELERADO - 12 HORAS								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.06 cm	15.06	29.94	11580.0	16.35	1.60	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS
	CURADO ACELERADO - 12 HORAS								

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES.



*Elizabeth Ccopa Gordillo*  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



## COMPRESION DIAMETRAL

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA  
**CANTERA** : PLANTA CHANCADORA ANTAUTA (PIEDRA CHANCADA) F<sup>o</sup>C (KG/Cm2) - 280  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGIÓN PUNO  
**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2022

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	N/mm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.10 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 1	15.00	30.02	19150.0	27.07	2.66	23/01/2022	30/01/2022	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 2	14.96	30.00	18720.0	26.55	2.60	23/01/2022	30/01/2022	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.04 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 3	14.98	30.04	19080.0	26.99	2.65	23/01/2022	30/01/2022	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 1	15.10	29.96	21600.0	30.40	2.98	23/01/2022	6/02/2022	14
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 2	14.96	29.98	21870.0	31.04	3.04	23/01/2022	6/02/2022	14
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 3	15.00	30.04	21360.0	30.18	2.96	23/01/2022	6/02/2022	14
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.10 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 1	15.00	29.96	23940.0	33.91	3.33	23/01/2022	20/02/2022	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 2	15.06	30.02	24170.0	34.03	3.34	23/01/2022	20/02/2022	28
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.06 cm CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N° 3	14.90	29.92	23980.0	34.24	3.36	23/01/2022	20/02/2022	28

### OBSERVACIONES

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES.

  
Elizabeth Copca Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ. - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**  
Geología - Geofísica - Geotecnia

## COMPRESION DIAMETRAL

NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA  
**CANTERA** : PLANTA CHANCADORA ANTAUTA (PIEDRA CHANCADA) F'c (Kg/Cm2) - 280  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGIÓN PUNO  
**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCION INDIRECTA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	N/mm2	VACIADO	ROTURA	HORAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.10 cm CURADO ACELERADO - 3.5 HORAS	14.99	30.04	18730.0	26.48	2.60	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm CURADO ACELERADO - 3.5 HORAS	14.98	30.10	19010.0	26.84	2.63	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.04 cm CURADO ACELERADO - 3.5 HORAS	14.95	30.02	18690.0	26.51	2.60	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.10 cm CURADO ACELERADO - 7 HORAS	14.98	30.08	20420.0	28.85	2.83	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.06 cm CURADO ACELERADO - 7 HORAS	15.04	30.00	20240.0	28.56	2.80	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00 cm CURADO ACELERADO - 7 HORAS	15.10	29.96	20620.0	29.02	2.85	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.10 cm CURADO ACELERADO - 12 HORAS	15.06	30.00	21570.0	30.39	2.98	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.06 cm CURADO ACELERADO - 12 HORAS	15.00	29.97	21630.0	30.63	3.00	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 cm CURADO ACELERADO - 12 HORAS	14.98	30.05	21410.0	30.28	2.97	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS

### OBSERVACIONES:

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES.

  
**Elizabeth Ccopa Gordillo**  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA NTP 339.78 - ASTM C - 78

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021

**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA

**CANTERA** : RIO CRUCERO F° C (KG/Cm2) 210

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**FECHA** : 20 DE FEBRERO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROMEDIO			LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>
					l (cm)	b (cm)	h (cm)		
1	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°1	23/01/2022	30/01/2022	7	53.96	15.01	15.01	1960	17.39
2	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°2	23/01/2022	30/01/2022	7	54.00	15.02	15.00	2040	18.11
3	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°3	23/01/2022	30/01/2022	7	53.90	15.00	15.01	1920	17.04
4	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°1	23/01/2022	6/02/2022	14	54.01	15.04	15.02	2520	22.28
5	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°2	23/01/2022	6/02/2022	14	54.98	15.08	15.00	2480	21.93
6	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°3	23/01/2022	6/02/2022	14	54.02	15.10	15.04	2500	21.96
7	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°1	23/01/2022	20/02/2022	28	50.98	15.18	15.01	3350	29.39
8	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°2	23/01/2022	20/02/2022	28	54.02	15.10	15.04	3080	27.05
9	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°3	23/01/2022	20/02/2022	28	50.98	15.18	15.01	3140	27.54

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EN SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA NTP 339.78 - ASTM C - 78

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021  
**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA  
**CANTERA** : RIO CRUCERO F' C (KG/Cm<sup>2</sup>) 210  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO  
**FECHA** : 24 DE FEBRERO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN HORAS	PROMEDIO			LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>
					l (cm)	b (cm)	h (cm)		
1	CURADO ACELERADO- 3.5 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS	53.90	15.02	14.98	1880	16.73
2	CURADO ACELERADO- 3.5 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS	54.03	15.00	14.97	1790	15.97
3	CURADO ACELERADO- 3.5 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	3.5 HORAS	54.10	14.98	14.96	1840	16.47
4	CURADO ACELERADO- 7 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS	54.00	14.95	15.01	2410	21.47
5	CURADO ACELERADO- 7 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS	53.80	15.01	15.04	2280	20.15
6	CURADO ACELERADO- 7 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	7 HORAS	53.96	15.00	14.98	2370	21.12
7	CURADO ACELERADO- 12 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS	53.60	15.10	15.04	2810	24.68
8	CURADO ACELERADO- 12 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS	53.80	15.00	15.08	2610	22.95
9	CURADO ACELERADO- 12 HORAS	23/01/2022	24/01/2022	12 HORAS	54.06	14.96	14.94	2750	24.71

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES

  
Elizabeth Ccopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EN SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 94225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L.  
Calidad y Experiencia

**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO**

Geología - Geofísica - Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA NTP 339.78 - ASTM C - 78

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICO DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021

**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUIISPE FLOR FABIOLA

**CANTERA** : PLANTA CHANCADORA ANTAUTA (PIEDRA CHANCADA) F' C (K/G/Cm2) 280

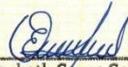
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**FECHA** : 21 DE FEBRERO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	PROMEDIO			LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2
					l (cm)	b (cm)	h (cm)		
1	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°1	24/01/2022	31/01/2022	7	54.02	15.10	15.04	2740	24.07
2	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°2	24/01/2022	31/01/2022	7	54.98	15.08	15.00	2680	23.70
3	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°3	24/01/2022	31/01/2022	7	53.96	15.01	15.01	2790	24.75
4	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°1	24/01/2022	7/02/2022	14	53.90	15.00	15.01	3240	28.76
5	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°2	24/01/2022	7/02/2022	14	54.02	15.10	15.04	3170	27.84
6	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°3	24/01/2022	7/02/2022	14	54.02	15.10	15.04	3260	28.63
7	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°1	24/01/2022	21/02/2022	28	54.00	15.02	15.00	3920	34.80
8	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°2	24/01/2022	21/02/2022	28	50.98	15.18	15.01	4040	35.44
9	CURADO CONVENCIONAL MUESTRA N°3	24/01/2022	21/02/2022	28	54.01	15.04	15.02	3850	34.04

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES

  
**Elizabeth Copca Gordillo**  
INGENIERO GEÓLOGO  
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EN SELLO SECO

**URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 942225341 - 951810504**



**TRIPLE GEO** S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Calidad y Experiencia

Geología · Geofísica · Geotecnia

## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA NTP 339.78 - ASTM C - 78

**PROYECTO** : ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO MEDIANTE EL CURADO ACCELERADO Y CURADO CONVENCIONAL, DISTRITO DE CRUCERO - PUNO 2021

**SOLICITANTE** : BACHILLER. CUTIPA MAMANI PEDRO - BACHILLER. MAMANI QUISPE FLOR FABIOLA

**CANTERA** : PLANTA CHANCADORA ANTAUTA (PIEDRA CHANCADA) F'c (K/G/Cm2) 280

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CRUCERO - PROVINCIA CARABAYA - REGION PUNO

**FECHA** : 25 DE FEBRERO DEL 2022

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN HORAS	PROMEDIO			LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2
					l (cm)	b (cm)	h (cm)		
1	CURADO ACCELERADO- 3.5 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	3.5 HORAS	53.80	15.01	15.04	2450	21.65
2	CURADO ACCELERADO- 3.5 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	3.5 HORAS	53.80	15.00	15.08	2390	21.02
3	CURADO ACCELERADO- 3.5 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	3.5 HORAS	54.03	15.00	14.87	2410	21.80
4	CURADO ACCELERADO- 7 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	7 HORAS	54.10	14.98	14.96	3020	27.02
5	CURADO ACCELERADO- 7 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	7 HORAS	53.90	15.02	14.98	3090	27.50
6	CURADO ACCELERADO- 7 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	7 HORAS	54.06	14.96	14.94	2980	26.77
7	CURADO ACCELERADO- 12 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	12 HORAS	54.06	14.96	14.94	3720	33.42
8	CURADO ACCELERADO- 12 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	12 HORAS	53.60	15.10	15.04	3590	31.53
9	CURADO ACCELERADO- 12 HORAS	24/01/2022	25/01/2022	12 HORAS	53.96	15.00	14.98	3780	33.69

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR LOS SOLICITANTES

  
Elizabeth Ceopa Gordillo  
INGENIERO GEÓLOGO  
C.P. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EN SELLO SECO

URB. VILLA DEL LAGO MZ - "G" LOTE 14 TEL. 94225341 - 951810504