

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“INFLUENCIA DEL CURADO INTERMITENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE  
ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO  
F’C=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUÁNUCO-2021.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TESISTA:**

**Bach. Ing. Sandra Roció Rojas Leandro**

**ASESOR:**

**MBA. Carlos Enrique Córdova Facundo**

**Huánuco – Perú**

**2021**

## **Dedicatoria**

*Dedicado a mi madre, quien siempre está para cuidarme, apoyarme y guiar mis pasos en el camino del amor y la fortaleza.*

### **Agradecimiento**

Agradezco Dios por la vida y a mi esposo por su paciencia y amor. A mis hermanas por siempre confiar en mí, a todos los docentes universitarios que inspiraron continuar con la titulación, a mis amigas por hacerse presente en los buenos y malos momentos.

## Resumen

La investigación desarrollada es de tipo aplicada, de nivel relacional y de diseño experimental; nació del deseo de saber que tan eficiente es el curado en obra por aspersión de manera intermitente (CAI) del concreto, en la ciudad de Huánuco, hecho que nos llevó a comparar con un concreto curado en laboratorio (CSL) y un concreto que no ha sido curado y expuesto a la intemperie (SCI) en las mismas condiciones climatológicas que CAI, para ello se preparó cuatro tandas de concreto siendo la primera para una relación agua cemento de diseño de 0.56, y las otras tres tantas corregidas el contenido de humedad dándonos un asentamiento de tres a cuatro pulgadas, de cada tanda se fabricó 06 probetas divididas en 03 grupos de dos cada uno para convertir cada grupo en CAI, CSL Y SCI, teniendo en total 24 probetas, estas fueron curadas por 7 días en las condiciones previstas;

El grupo de control (CSL) conformado por 08 probetas, fueron colocados en un cilindro durante 07 días, manteniéndose sumergida todo el tiempo en una mezcla de agua y cal, como recomienda las NTP, cumplido los 7 días se dejó al aire en laboratorio. Las 08 probetas de CAI fueron sometidos a riego por aspersión haciendo uso de una manguera, adicionando agua por 3 a 5 minutos tres veces al día, durante 7 días, concluido el periodo de curado, se dejó a la intemperie (vientos, humedad relativa, precipitaciones y temperaturas ambientales), hasta los 28 días. Las 08 probetas SCI fueron sometidos los 28 días a la intemperie sin adición de agua, más allá de las ambientales.

Las 24 probetas fueron ensayados a los 28 días, de las que se obtuvo los valores promedio de los esfuerzos a compresión; siendo el esfuerzo a compresión para las probetas sometidas a CSL 324.56 kg/cm<sup>2</sup>, las de CAI 300.10 kg/cm<sup>2</sup> y SCI 282.18 kg/cm<sup>2</sup>, estos resultados nos demostraron que para concretos  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  y elaborado siguiendo lo especificado en las NTE E.060, los proceso de curado son validos para la ciudad de Huánuco.

**Palabras Claves:** Resistencia del concreto, compresión, influencia del curado, intemperie, curado natural, aspersión intermitente, Huánuco.

### Abstract

The scientific investigation developed is of an applied type at a relational level and of experimental design; was born from the desire to know how efficient is the intermittent spray curing (CAI) of concrete in the city of Huánuco, a fact that led us to compare with a concrete cured in the laboratory (CSL) and a concrete that does not It has been cured and exposed to the elements (SCI) under the same weather conditions as CAI, for which four batches of concrete were prepared, the first for a design water-cement ratio of 0.56, and the other three corrected for moisture content. giving us a settlement of three to four inches, from each batch 06 specimens were manufactured divided into 03 groups of two each to convert each group into CAI, CSL and SCI, having a total of 24 specimens, these were cured for 7 days in the conditions planned;

The control group (CSL) made up of 08 specimens, were placed in a cylinder for 7 days, keeping it submerged all the time in a mixture of water and lime, as recommended by the NTP, after 7 days it was left in the air in the laboratory. The 08 CAI specimens were subjected to sprinkler irrigation using a hose, adding water for 3 to 5 minutes three times a day, for 7 days, once the curing period was over, they were left outdoors (winds, relative humidity, rainfall and environmental temperatures), up to 28 days. The 08 SCI specimens were exposed to the elements for 28 days without adding water, beyond the environmental ones.

The 24 specimens were tested at 28 days, from which the average values of the compressive stresses were obtained; being the compressive stress for the specimens subjected to CSL 324.56 kg/cm<sup>2</sup>, those of CAI 300.10 kg/cm<sup>2</sup> and SCI 282.18 kg/cm<sup>2</sup>, these results showed us that for concrete  $f=210\text{Kg/cm}^2$  and elaborated following what is specified in the Before E.060, the curing process is valid for the city of Huánuco.

**Keywords:** Concrete resistance, curing influence, compression, weathering, Huánuco

## Índice de contenido

Capítulo I Problema de Investigación.....	1
1.1    Fundamentación del problema de investigación .....	1
1.2    Formulación del problema de investigación general y específico .....	4
1.2.1    Problema general. ....	4
1.2.2    Problemas específicos.....	4
1.3    Formulación del Objetivo General y Específicos.....	4
1.3.1    Objetivo general .....	4
1.3.2    Objetivos específicos.....	5
1.4    Justificación.....	5
1.5    Limitaciones .....	6
1.6    Formulación de Hipótesis General y Específicas .....	6
1.6.1    Hipótesis General: .....	6
1.6.2    Hipótesis específica.....	7
1.7    Variables .....	7
1.7.1    Variable Independiente:.....	7
1.7.2    Variable dependiente:.....	8
1.8    Definición Teórica y Operacionalización de Variables.....	8
Capítulo II Marco Teórico.....	10
2.1    Antecedentes .....	10
2.1.1    A Nivel Internacional.....	10
2.1.2    A Nivel Nacional .....	11
2.1.3    A Nivel Local .....	14
2.2    Bases Teóricas.....	15
2.2.1    Concreto.....	15

2.2.2	Relación Agua Cemento.....	15
2.2.3	Resistencia a la compresión del concreto.....	15
2.2.4	Curado del concreto. ....	16
2.2.5	Importancia del curado del concreto.....	18
2.2.6	Curado natural a la intemperie. (sin curado).....	19
2.2.7	Zona de influencia del secado prematuro.....	19
2.2.8	Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto.....	20
2.2.9	Ensayos de resistencia a compresión del concreto. ....	21
2.2.10	Condiciones climatológicas.....	22
2.2.11	Análisis de la Climatología.....	25
2.3	Bases Conceptuales.....	26
	Refrentar. ....	27
2.4	Bases Epistemológicas o Bases Filosóficas o Bases Antropológicas.....	27
Capítulo III Metodología.....		29
3.1	Ámbito.....	29
3.2	Población.....	29
3.3	Muestra.....	29
3.4	Nivel y tipo de estudio.....	31
	3.4.1 Nivel.....	31
	3.4.2 Tipo.....	31
3.5	Diseño de investigación.....	31
3.6	Métodos, Técnicas e instrumentos.....	32
3.7	Validación y confiabilidad de instrumentos.....	33
3.8	Procedimientos.....	33

3.8.1	Caracterización de materiales .....	35
3.8.2	Diseño de Mezcla .....	35
3.8.3	Elaboración de Testigos .....	35
3.8.4	Curado de grupos de control .....	35
3.8.5	Ensayo de Resistencia .....	35
3.9	Tabulación y análisis de datos .....	36
3.10	Consideraciones Éticas .....	36
Capítulo IV Resultados .....		37
4.1	Caracterización de materiales .....	37
4.1.1	Agregado grueso .....	37
4.1.2	Agregado fino .....	38
4.2	Diseño de Mezcla .....	39
4.2.1	Resistencia a la compresión promedio requerida ( $f'_{cr}$ ): .....	39
4.2.2	Elección del asentamiento (Slump):.....	40
4.2.3	Estimación del agua de mezclado y contenido de aire:.....	40
4.2.4	Relación agua / cemento (a/c): .....	41
4.2.5	Estimación del contenido de agregado: .....	42
4.2.6	Corrección por humedad: .....	43
4.2.7	Corrección por absorción:.....	43
4.2.8	Proporciones del agregado.....	43
4.3	Elaboración de Testigos .....	44
4.4	Curado de grupos de control y los grupos experimentales .....	46
4.5	Ensayo de Resistencia .....	48
4.5.1	Curado sumergido en laboratorio – CSL.....	48



4.5.2	Curado por aspersión intermitente – CAI .....	50
4.5.3	Sin curado a la intemperie – SCI .....	52
Capítulo V Discusión .....		54
5.1	Validación de ensayos de resistencia a la compresión del concreto .....	54
5.1.1	Curado sumergido en laboratorio – CSL.....	54
5.1.2	Curado por aspersión intermitente – CAI.....	54
5.1.3	Sin curado a la intemperie - SCI .....	55
5.2	Comparación de las resistencias por tipo de curado.....	56
5.3	Validación del método de curado.....	58

## Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Operacionalización de las Variables</i> .....	9
Tabla 2	<i>Datos meteorológicos de la zona de proyecto</i> .....	24
Tabla 3	<i>Velocidad del viento en la ciudad de Huánuco</i> .....	25
Tabla 4	<i>Valores característicos de la Humedad relativa en la ciudad de Huánuco</i>	25
Tabla 5	<i>Valores característicos de la Temperatura en la ciudad de Huánuco</i> .....	26
Tabla 6	<i>Cálculo de la Desviación estándar para concreto <math>f'c=210 \text{ Kg/cm}^2</math></i> .....	30
Tabla 7	<i>Diseño Experimental</i> .....	32
Tabla 8	<i>Distribución muestral de los ensayos</i> .....	32
Tabla 9	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	33
Tabla 10	<i>Propiedades y Características del agregado grueso</i> .....	38
Tabla 11	<i>Propiedades y Características del agregado grueso</i> .....	39
Tabla 12	<i>Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra</i> .....	39
Tabla 13	<i>Consistencia y asentamientos</i> .....	40
Tabla 14	<i>Asentamiento recomendado para diversos tipos de construcción</i> .....	40
Tabla 15	<i>Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados</i> .....	41
Tabla 16	<i>Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto</i> .....	42
Tabla 17	<i>Proporción de materiales para la fabricación de las tandas de probetas de concreto</i> .....	44
Tabla 18	<i>Proporción de materiales para la fabricación de las tandas de probetas de concreto corregido por volumen de agua</i> .....	45
Tabla 19	<i>Distribución del muestreo por tanda de concreto y fecha</i> .....	46
Tabla 20	<i>Resultados del ensayo de compresión de las probetas con curado sumergido en laboratorio</i> .....	48
Tabla 21	<i>Resultados del ensayo de compresión de las probetas con curado sumergido en laboratorio</i> .....	50

Tabla 22 <i>Resultados del ensayo de compresión de las probetas sin curado a la intemperie</i> .....	52
Tabla 23 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas con curado sumergido en laboratorio</i> .....	54
Tabla 24 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas con curado por aspersion intermitente</i> .....	55
Tabla 25 <i>Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas sin curado a la intemperie</i> .....	55
Tabla 26 <i>Coeficiente de correlación de Pearson</i> .....	56
Tabla 27 <i>Variación de la resistencia a la compresión por tipos de curados</i> .....	57
Tabla 28 <i>Variación del resultado de los ensayos de resistencia de las probetas con curado por aspersion intermitente</i> .....	58
Tabla 29 <i>Variación del resultado de los ensayos de resistencia de las probetas sin curado a la intemperie</i> .....	59

## Índice de figuras

Figura 1 <i>Columna de concreto que no tuvo el proceso de curado adecuadamente</i>	3
Figura 2 <i>Resistencia a la compresión vs. Velocidad de viento</i> .....	11
Figura 3 <i>Resistencia a la Compresión vs Curado (Arequipa)</i> .....	12
Figura 4 <i>Resistencia a la compresión vs curado (Pasco)</i> .....	13
Figura 5 <i>Resistencia a la compresión vs condición de curado (Abancay)</i> .....	14
Figura 6 <i>Resistencia a La Compresión Vs Tiempo de Curado del Concreto</i> .....	16
Figura 7 <i>Tipos de curado del concreto</i> .....	17
Figura 8 <i>Esquema de hidratación del cemento</i> .....	19
Figura 9 <i>Mapa de humedades relativas</i> .....	20
Figura 10 <i>Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto</i> .....	20
Figura 11 <i>Ubicación de la estación meteorológica</i> .....	22
Figura 12 <i>Diagrama de proceso para el desarrollo de la investigación</i> .....	34
Figura 13 <i>Días de curado sometido a cada grupo de control</i> .....	47
Figura 14 <i>Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días por ensayo de resistencia</i> .....	49
Figura 15 <i>Resistencia a la compresión del concreto a los 28 de las probetas cilíndricas</i> .....	49
Figura 16 <i>Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días por ensayo de resistencia</i> .....	51
Figura 17 <i>Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de las probetas cilíndricas</i> .....	51
Figura 18 <i>Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días por ensayo de resistencia</i> .....	53
Figura 19 <i>Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de las probetas cilíndricas</i> .....	53
Figura 20 <i>Correlación y variación de la resistencia por tanda y tipo de curado</i> .....	57

## Introducción

El concreto en el Perú, empezó a utilizarse entre los años 1910 y 1920, antes de ello las edificaciones eran de tapial, adobe o mampostería de piedra.

La primera norma peruana de concreto armado se dio todavía en los años de 1960 que en aquel entonces lo regulaba el Instituto nacional de normas técnicas industriales y certificación INANTIC, estas fueron evolucionando a lo que conocemos hoy en día como la norma E.060 del reglamento nacional de edificaciones denomina "Norma técnica de edificación E.060 concreto armado"

A pesar de la evolución de la norma y de sus mayores precisiones hoy en día se viene ejecutando acciones en el proceso constructivo, como el curado del concreto de manera distinta a la norma, siendo una de ella el curado por aspersión de manera interrumpida, practica que se mantiene por maestros operarios oficiales, e incluso por personal técnico de obra (ingenieros y arquitectos), hecho que nos lleva a pensar si tanto es extendida la práctica y si realmente este procedimiento es tan malo, o talvez si ayuda al concreto a desarrollar su resistencia, es por ello que esta investigación trato de suplir cierta carencia de esa falta de información al momento de tomar decisiones sobre un elemento de concreto que sabemos que no fue curado como en el laboratorio, ¿qué tanto afecta a la resistencia el no hacerlo?

Las obras de concreto armado que vemos a donde giramos sabemos que tiene factores de diseño que reducen la resistencia y amplifican las cargas, factores de seguridad que son consumidos por eventos no controlables, pero el curado del concreto es un elemento controlable que consume el factor de seguridad de la reducción de la resistencia a la compresión del concreto al no hacerlo de manera adecuada

Con esta introducción queremos enaltecer la importancia que es saber cuánto varia las resistencias a la compresión del concreto de las probetas sin curar expuestas a la intemperie con las probetas curadas por aspersión tres veces al día por una adición de agua por un lapso de 3 a 5 minutos y como techo la resistencia de ese

mismo concreto sometido a un curado en laboratorio como lo indica la norma

Estas dudas nos generaron objetivos en nuestra investigación los cuales fueron evaluados de manera detallada en el cuerpo de la misma, a ello generamos hipótesis que fueron verificadas si estas son concordantes para poder obtener lo más deseado que son las conclusiones, evento que nos permitirá responder estas interrogantes, y ayuda a muchas personas que comparten esta duda al momento de tomar decisiones al respecto

## Capítulo I

### Problema de Investigación

#### 1.1 Fundamentación del problema de investigación

Sabemos que, durante el proceso constructivo de estructuras de concreto, los operarios, maestros de obra, en general personas ligadas a la construcción, no le dan la debida importancia al proceso de curado del concreto, especificados en la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. En general el curado es por aspersión en horas de la mañana, al medio día y en la tarde.

El ACI (American Concrete Instituto) de los Estados Unidos de Norteamérica, institución encargada de la investigación para las prácticas adecuadas de manejo y control de la calidad de concreto, recomienda los 7 días de curado, para que el concreto desarrolle adecuadamente sus propiedades mecánicas y físicas. Por su parte en el Perú se hace adecuaciones en el Reglamento Nacionales de Edificaciones y normas complementarias, basando en dichos estudios y recomendaciones, agregando los factores de riesgo que se consideran por la falta de mano de obra calificada para el manejo y procesos constructivos con concreto. El problema surge de la preocupación constante de qué tipos de construcciones tenemos en la ciudad de Huánuco, si la mayoría de ellas, son de autoconstrucción; en una ciudad donde la radiación solar y el viento son de magnitudes considerables, factores que favorecen al secado prematuro de la mezcla de concreto y sumado a que no se da la debida importancia al proceso de curado. Y por tanto reduce sus capacidades estructurales y propiedades físicas, como es el esfuerzo a la compresión del concreto.

Al investigar en artículos científicos y libros referentes al tema del curado del concreto, nos podemos dar cuenta de la importancia de este proceso y sus efectos negativos al no cumplirse dicho proceso de manera adecuada, de la experiencia personal y de la observación de algunas estructuras que presentan fallas visibles, como rajaduras y resquebrajamientos, es notable el inadecuado proceso de curado

al que fue sometido el concreto. También en algunas construcciones se puede evidenciar el curado intermitente de las estructuras con intervalos de tiempo que pueden llegar desde una hora hasta las 24 horas a más.

En la actualidad, algunos propietarios contratan los servicios profesionales de un ingeniero o arquitecto, para el diseño, mas no para la ejecución y control de obra, o de contratar el servicio, es para solucionar problemas que surgieron por modificación del proyecto. Por tanto, la importancia que le den al proceso constructivos y sobre todo a la fabricación del concreto y por ende al curado es mínima e inadecuada.

En el Perú, según el INEI en el censo del 2017, existen en el país 10'102'849 viviendas con una tasa de crecimiento de 2.9% de lo cual 4'298'274 viviendas que representa el 55.8% del total son de paredes de ladrillo o bloques de concreto (albañilería confinada y/o aporticado)

Según los informes del INE, en la ciudad de Huánuco se cuenta con 263'565 viviendas de las cuales 250445 son viviendas independientes y 54931 están contruidos de materiales de bloques de albañilería y concreto, con un crecimiento de 4.7%. De lo cual se puede apreciar que los sistemas de construcción de viviendas tienen tendencia al crecimiento

En la mayoría de los casos este mal proceso de curado durante la construcción produce la descamación, desprendimiento de fragmentos y se presenta inclusive afectando el núcleo del concreto y el recubrimiento del acero.

Al no llevar el proceso de curado del concreto adecuadamente, este pierde resistencia a los esfuerzos compresión, esto que conlleva a una frecuente preocupación si las edificaciones resistirán el esfuerzo máximo para el que fue diseñado, en la Figura 1 se puede evidenciar un proceso inadecuado de curado en la columna de una edificación.

Figura 1



**Figura 1**

*Columna de concreto que no tuvo el proceso de curado adecuadamente*



Los efectos de la interrupción del curado del concreto o el curado intermitente se manifiesta con la resequedad y descamación del concreto en la parte externa del elemento estructural.

La presente investigación propone determinar el porcentaje de la variación de resistencia a compresión de los elementos estructurales de concreto que fue sometido a un curado intermitente, frente a un concreto que lleva el proceso adecuado de curado y su posible recuperación frente a aun concreto sin curar, para un diseño de mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , siguiendo la normativa vigente al año 2021, además se propone exponer las muestras de concreto a los efectos climáticos propios de la ciudad de Huánuco (humedad y viento).

Se buscará cuantificar y comparar el porcentaje de variación en los esfuerzos a la

compresión, de un concreto con curado intermitente a la intemperie, en relación a un concreto sin curar pero sometido a intemperie y otro curado en cumplimiento de la NTE E.060, vigente a julio 2021.

El estudio validará el comportamiento estructural de un concreto con curado intermitente, frente a un concreto sin curar y otro con curado sumergido sin control de temperatura, para evitar la demolición o reforzamiento innecesario de la estructura.

## **1.2 Formulación del problema de investigación general y específico**

### **1.2.1 Problema general.**

¿En qué medida influye el curado por aspersión de manera intermitente, en la resistencia a la compresión, para un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , elaborado con cemento tipo I, como indican las normas vigentes al año 2021?

### **1.2.2 Problemas específicos**

**Problema específico N.º 1.** ¿Cuál es el valor del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto curado en obra sometido a curado intermitente por aspersión, para una dosificación de concreto de  $fcr = 295\text{ kg/cm}^2$ ?

**Problema específico N.º 2.** ¿Cuánto será el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto sin curar sometido a la intemperie, para una dosificación de concreto de  $fcr = 295\text{ kg/cm}^2$ ?

**Problema específico N.º 3.** ¿Cuál es el valor del ensayo a la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto con curado en laboratorio, para una dosificación de concreto de  $fcr = 295\text{kg/cm}^2$ ?

## **1.3 Formulación del Objetivo General y Específicos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el valor de la influencia del curado por aspersión de manera intermitente, en la resistencia a la compresión, para un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , elaborado con cemento tipo I, como indican las normas vigentes al año 2021

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

**Objetivo específico N.º 1.** Determinar el valor del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto curado en obra sometido a curado intermitente por aspersión, para una dosificación de concreto de  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$

**Objetivo específico N.º 2.** Calcular el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto sin curar sometido a la intemperie, para una dosificación de concreto de  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$ .

**Objetivo específico N.º 3.** Obtener el valor del ensayo a la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto con curado en laboratorio, para una dosificación de concreto de  $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$

### 1.4 **Justificación**

La presente investigación se justifica porque validará el comportamiento mecánico de un concreto con curado intermitente en obra, frente a un concreto sin curar y otro con curado en laboratorio, en la ciudad de Huánuco, para determinar el uso adecuado del agua.

Por otro lado, cabe mencionar que a la fecha de la presente existe poca investigación acerca del comportamiento del concreto en la ciudad de Huánuco, entonces sería un aporte complementario para la investigación del comportamiento del concreto en el Perú, con su diversidad geográfica y geológica.

Los efectos de la interrupción del curado del concreto o el curado intermitente se manifiesta con la Resequedad y descamación del concreto en la parte externa de la estructura., en algunos de los casos esta descamación se presenta inclusive afectando el revestimiento.

La investigación propone determinar el porcentaje de la variación de resistencia a la compresión del concreto que fue sometido a un curado intermitente en obra, frente a un concreto que lleva el proceso adecuado de curado (curado en laboratorio) y su posible recuperación frente a un concreto sin curar, para un diseño de mezcla de

concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , siguiendo las especificaciones del NTE E.060, las muestras de concreto serán analizadas teniendo en cuenta los efectos climáticos propios de la ciudad de Huánuco y los agregados locales.

### **1.5 Limitaciones**

El estudio se realiza en la ciudad de Huánuco, el año 2021, año en que el Perú y el mundo se encuentra en emergencia sanitaria, debido a la pandemia del COVID- 19, por tanto, al no tener acceso a los laboratorios de la FICyA de la UNHEVAL los ensayos necesarios son realizados en un laboratorio privado que cuenten con certificados de calibración de sus equipos ya que no existe entidades u organismos que cuenten con laboratorios que tengan acreditación del INACAL en procesos de Concreto en la ciudad de Huánuco o cercanos.

La investigación se desarrollará para concretos elaborados con cemento portland TIPO I y los agregados utilizados serán piedra chancada y arena gruesa con la finalidad de reducir la variación y/o influencia de esta variable en la fabricación del concreto, serán adquiridos de los proveedores de las canteras del río Huallaga. Se realizará la medición de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días ( $f'c$ ) por ser la propiedad del concreto que se usa para el diseño de elementos estructurales. Se realizará solo un análisis macroscópico de los efectos de la interrupción del curado del concreto. El análisis microscópico queda fuera del alcance de la presente investigación.

### **1.6 Formulación de Hipótesis General y Específicas**

#### **1.6.1 Hipótesis General:**

Los valores de la resistencia a la compresión del concreto curado por aspersion de manera intermitentes se encuentra entre los valores del curado sumergido y del sin curar a la intemperie, para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , elaborado con cemento tipo I, como indican las normas vigentes al año 2021.

### 1.6.2 *Hipótesis específica*

**Hipótesis específica N.º 1.** El valor del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto sometido a curado intermitente en obra por aspersión, es superior al valor de la resistencia especificada a la compresión del concreto requerido en el diseño de  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$ .

**Hipótesis específica N.º 2** El resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto sin curar expuesto a la intemperie, es menor o igual a la resistencia especificada a la compresión del concreto requerido en el diseño de  $f'_{cr}=295 \text{ kg/cm}^2$

**Hipótesis específica N.º 3.** El valor del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto curado en laboratorio, es más cercano al valor de la resistencia promedio a la compresión requerida ( $f'_{cr}$ ) determinado en el diseño de mezcla

## 1.7 Variables

### 1.7.1 *Variable Independiente:*

**Curado del concreto** Proceso mediante el cual las probetas de concreto serán sometidas a hidratación externa después de 24 horas de colado o colocado. Esta variable cuenta con tres dimensiones que dependen del tipo y tiempo de curado, que son el curado en campo por aspersión ciertas a horas, el cual no está normado, más intenta simular la práctica que se realiza en muchas obras, la segunda dimensión es el curado en laboratorio estándar o normalizado, ejecutado en concordancia con la norma NTP 339.033 "Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo" y tercera dimensión con probetas que no sufrieron adición de agua de manera intencionada durante los primeros 28 días de colocado del concreto, pero sometidas a las condiciones climáticas propias de la ciudad de Huánuco.

### **1.7.2 Variable dependiente:**

**Resistencia a la compresión del concreto.** Capacidad de resistencia que ofrece el concreto a ser aplastado o reducido en longitud antes de rotura.

Esta variable tiene como unidad de presión en kg/cm<sup>2</sup> y se mide a los 28 días de fabricación del concreto

### **1.8 Definición Teórica y Operacionalización de Variables**

En la presente investigación tendremos una variable independiente X que vendría a ser el curado del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a su vez se dividirá en 3 dimensiones, como se explica en el cuadro 1, que serían las probetas de control y la probeta de ensayo. También contaremos con una variable dependiente  $Y = f(X)$ , que sería la resistencia a la compresión de concreto, que de acuerdo a nuestra hipótesis se relaciona con variable independiente de manera unidireccional. También tendremos variables intervinientes que no son objetos de nuestro estudio, pero vendrían a ser las condiciones climáticas, el tipo y composición de los agregados, cuyos efectos se mantendrán constantes, para nuestros fines.;

La definición teórica y operacional de las variables se indican a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Operacionalización de las Variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>instrumento</b>
<b>Independiente: curado del concreto</b>	Proceso mediante el cual las probetas de concreto serán sometidas a hidratación externa después de 24 horas de colado o colocado.	Curado intermitente en obra por aspersión (intemperie) Sin curar (intemperie) Curado en laboratorio	Tiempo de hidratación	Razón Continua	Cuantitativa	Reloj, ficha de control y recolección de datos, cilindros de curado.
<b>Dependiente: Resistencia a la compresión de concreto <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup></b>	Capacidad de resistencia que ofrece el concreto a ser aplastado o reducido en longitud antes de rotura.	Unidimensionales	Esfuerzo de compresión = $f'c = 210 \text{ Kg/m}^2$	Razón Continua	Cuantitativa	Máquina de compresión de concreto, fichas de control y recolección de datos

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes

En los estudios realizados a nivel internacional, nacional y local se evidencia la importancia del curado y los cambios en las propiedades mecánicas y físicas ante los diferentes métodos de curado o en su defecto el no curado, también recalca la influencia del parámetros ambientales y climatológicos de las diferentes regiones geográficas en las que son aplicadas las pruebas, que nos sirven de sustento para llevar a cabo la presente investigación.

##### 2.1.1 *A Nivel Internacional*

Pérez Chajón (2013) en su tesis, concluye que la temperatura como la humedad relativa cambiaron el comportamiento del concreto en el proceso de fragua inicial como en el de fragua final (pág. 61).

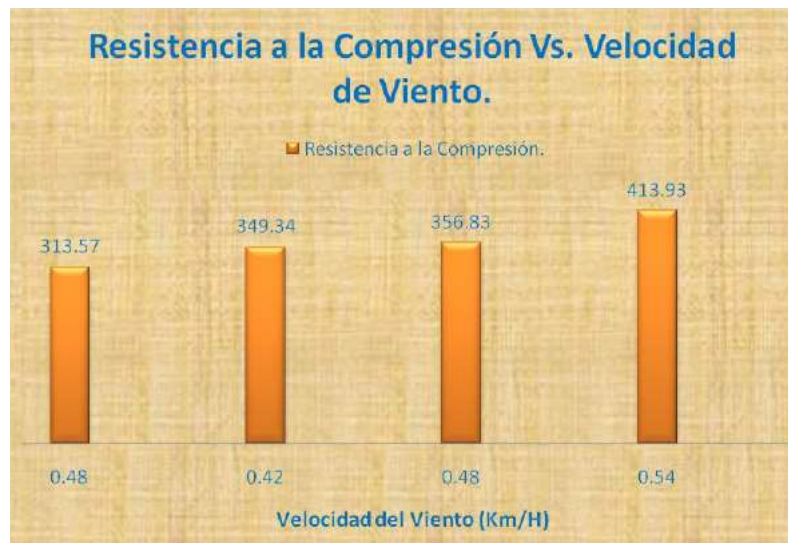
Manobanda Laica (2013), en su investigación concluye que: durante cuatro días de hidratación por medio de un curado por aspersion obtuvo resistencia de 98.20% a los 28 días (pág. 152).

Alemán Flores & Montoya Machado, (2014) resalta como influyo del viento en el curado del concreto (figura 2). (pág. 109)



**Figura 2**

*Resistencia a la compresión vs. Velocidad de viento*



Nota: extraído de Alemán Flores & Montoya Machado, (2014), (pág. 109)

### **2.1.2 A Nivel Nacional**

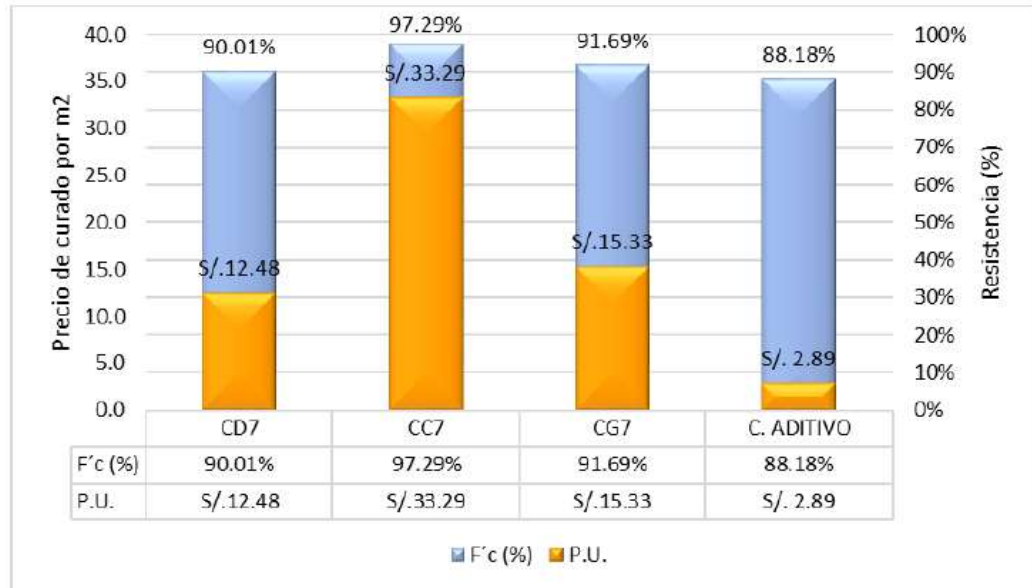
Como antecedente a nivel nacional, contamos con estudios diversos sobre la importancia del curado del concreto y los diferentes métodos y tipos de tratamientos.

Contreras Usedo & Velazco Chavez, (2018) diseñaron, construyeron y sometieron losas de concreto por 7 días a diversos tipos de curado como por inmersión, aspersión continua, aspersión discontinua, curado con geotextil de aspersión continua y curado con aditivo, para luego extraer una muestra de núcleos diamantinos que fueron sometidos a ensayos de compresión teniendo como resultado la figura 3, que nos indica que para un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , las muestras inmersión se tuvo  $97.29\%f'c$ , el de uso de geotextil  $91.69\%$ , el de curado discontinuo,  $90.01\%$  y uso de aditivo dio  $88.18\%$ , concluyendo que el de inundación o sumergido es el más efectivo. (pág. 145)

### Figura 3

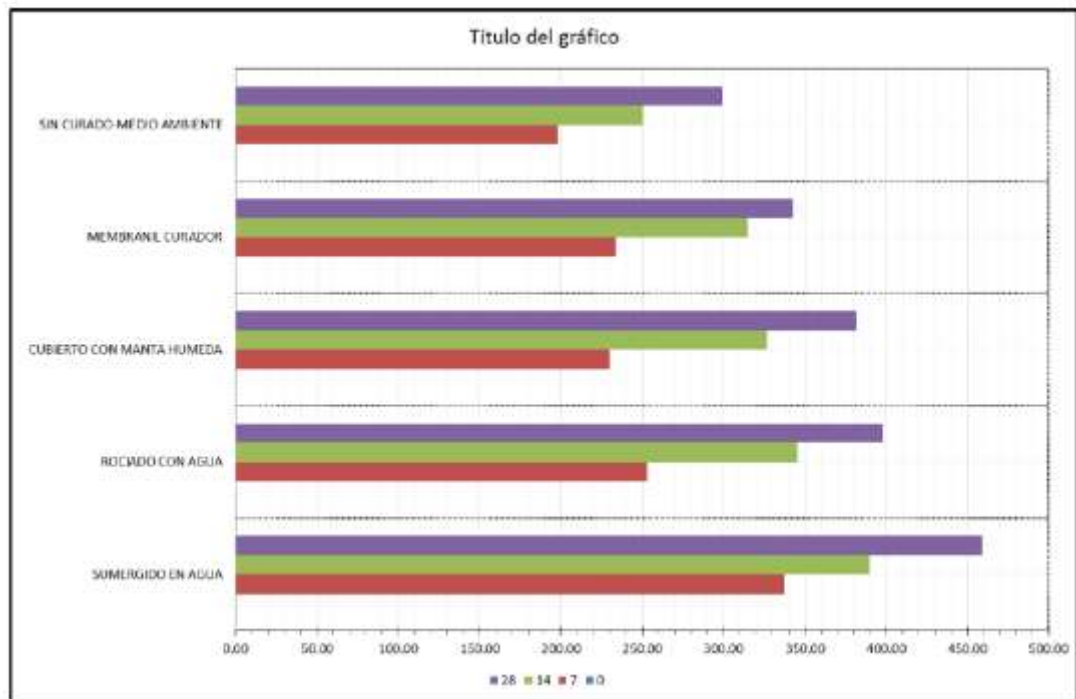
#### Resistencia a la Compresión vs Curado (Arequipa)

Gráfico 23: Resistencia de probetas F'c: 210 Kg/cm<sup>2</sup> vs Precio de curado por m<sup>2</sup> (duración de curado: 7 días)



Nota. (Contreras Usedo & Velazco Chavez, 2018, pág. 141)

Loya Olivera (2018) en su investigación concluye que la resistencia de los testigos de concreto con curado de laboratorio es superior a los de ejecutados en las obras, resaltando así la baja confiabilidad a este procedimiento de determinación de resistencias mediante esos ensayos. (pág. 116)

**Figura 4***Resistencia a la compresión vs curado (Pasco)*

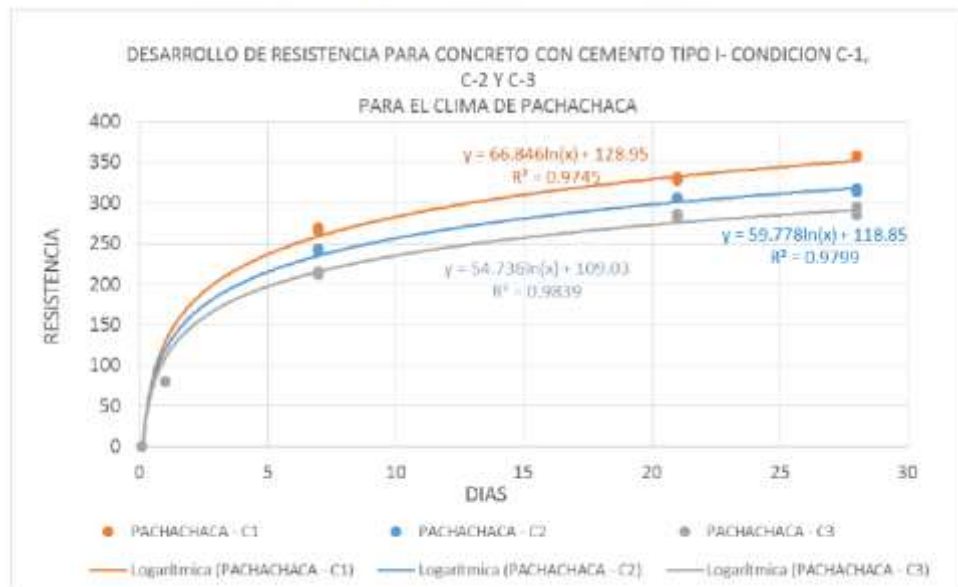
*Nota:* extraído de Loya Olivera, (2018), (pág. 115)

Cuellar Loaiza & Sequeiros Arone, (2017) investigaron que en la provincia de Abancay, en la cual se evidencia la influencia de las condiciones climáticas propias de cada localidad, para la condición 1 que diseñaron no vario los resultados según la localidad, pero para las condiciones 2 y 3 estos variaron significativamente, esto se hizo en 45 días a fin de determinar una temporada climatológica. (pág. 186)

## Figura 5

Resistencia a la compresión vs condición de curado (Abancay)

Imagen 60: Comparación según la condición de curado para las curvas de desarrollo para clima de Pachachaca con cemento tipo I



Nota: fuente (Cuellar Loaiza & Sequeiros Arone, 2017, pág. 185)

Marin Gutierrez (2019) en su investigación analiza la resistencia a la compresión con curado en laboratorio y curado en obra, donde las probetas curadas en obra obtuvieron valores del 85.50% del  $f'_c$  de diseño e indica que estas salieron menores a las solicitadas por la norma E 0.60. (pág. 48)

### 2.1.3 A Nivel Local

La investigación de Murga Cori, 2016 nos sirvió como estudio previo para el cálculo de la desviación estándar de los esfuerzos de compresión en probetas cilíndricas ; con la cual se realizó el tamaño de muestra para poblaciones infinitas, también se verificó que su método demuestra una desviación estándar menor a lo aplicado por la Norma E0.60 de concreto .

Esteban Ponce & Tolentino Gonzales, (2019) evidencian el efecto desfavorable según del tipo de curado demostrando que las muestras con curador químico o formador de membrana son más permeables, seguidas de las de curado por aspersión y las de menor permeabilidad las curadas por inmersión

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Concreto**

De acuerdo a los autores consultados, en el Perú se conoce como concreto a la mezcla de cemento, agregado grueso y fino más agua; que forma una masa plástica moldeable; en algunos casos se utiliza aditivos para modificar su comportamiento ante la variación del medio en el que vaya ser utilizado, esta misma mezcla en algunos países es conocido como hormigón.

El concreto es un material para la construcción muy utilizado en nuestro país debido a la disposición de los materiales que lo componen.

La NTE E.060 de Concreto Armado lo define como “Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos”.

### **2.2.2 Relación Agua Cemento**

(Guevara Fallas & Hidalgo Madrigal , 2012) nos enseña la importancia del agua en el concreto, debido a que la relación con el cemento está ligado a muchas propiedades del concreto, a mayor cantidad de agua mayor trabajabilidad, a menor aporte mayor resistencia a compresión del producto.

### **2.2.3 Resistencia a la compresión del concreto.**

Es el valor base para el diseño de estructuras de concreto. Este valor se estima con someter un elemento cilíndrico de concreto a fuerzas de compresión que reducen su dimensión longitudinal hasta llegar a su estado de fractura o falla para un tiempo de vida de 28 días o la edad de diseño requerida. El valor de la resistencia a la compresión del concreto se calcula con la estimación de la carga de ruptura entre el área del elemento cilíndrico a comprimir

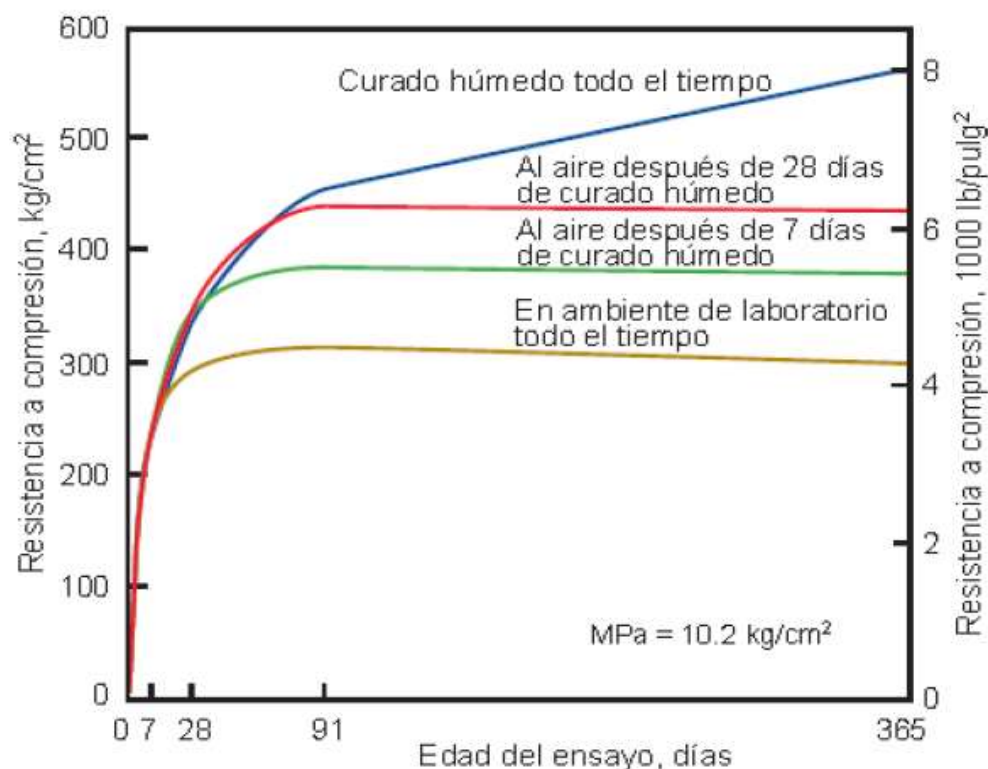
Estos valores no son una relación precisa con la estructura construida por lo que se considera referenciales como una posible capacidad de carga del elemento construido.

### 2.2.4 Curado del concreto.

La Ing. Ana Torres (2004) nos explica que la resistencia del concreto aumenta en el tiempo mientras exista presencia de partículas de cemento sin hidratar siempre y cuando se tenga una humedad relativa superior del 80% y se tenga una temperatura de la mezcla favorable, si esto no sucediese con temperatura cercanas al punto de congelamiento este crecimiento se detiene por lo que recomienda aplicar el curado húmedo de manera continua hasta que haya alcanzado la calidad deseada, debido a que las propiedades del concreto sería difícil de recuperar (pág. 30), lo mismo nos detalla Gonnerman, (1928) en la figura 6 donde la resistencia del concreto crece con el tiempo, mientras exista adecuada humedad y condiciones favorables de temperatura para la hidratación del cemento

**Figura 6**

*Resistencia a La Compresión Vs Tiempo de Curado del Concreto*

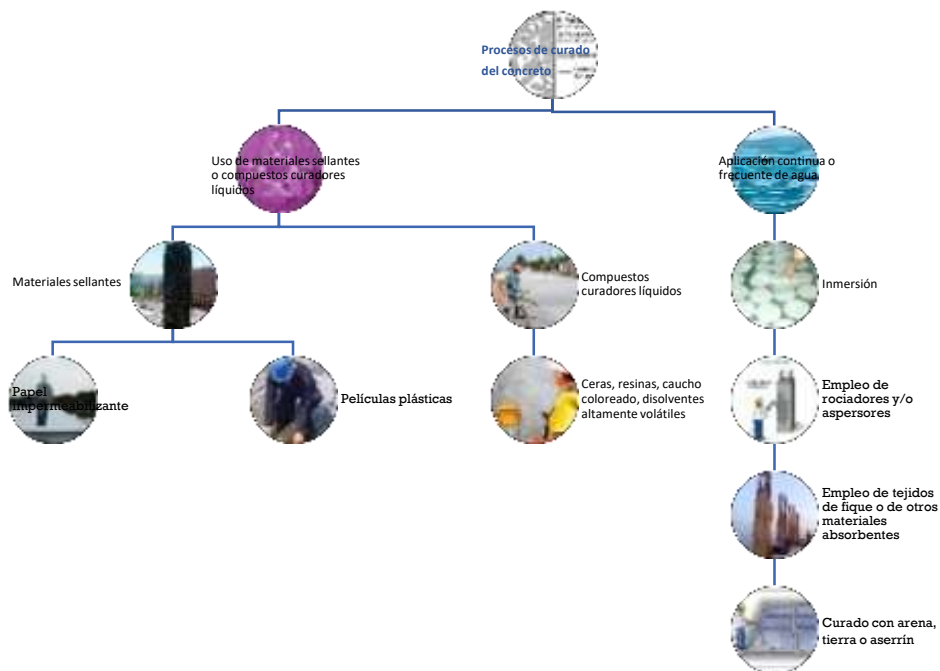


Nota: (Gonnerman, 1928, pág. 149)

En la Figura 7 se resume los métodos y materiales de curado de concreto de acuerdo a Sika Informaciones Técnicas – Curado del Concreto

**Figura 7**

*Tipos de curado del concreto*



La ASTM C 31M “Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra” el cual es replicado por la NTP 339.033 “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo” nos indica dos tipos de curado en concreto definidos por el lugar de aplicación como son curado normalizado o estándar (laboratorio) y el curado en obra (en las mismas condiciones que el elemento).

**Curado en laboratorio estándar o normalizado.** La NTP 339.033 nos dice lo siguiente: “Curado estándar: El curado estándar es el método aplicado cuando los especímenes de ensayo son elaborados para los propósitos indicados en el apartado 5.2.” (Dirección de Normalización - INACAL, 2015, pág. 13)

**Almacenamiento:** es importante realizar el procedimiento de almacenamiento de las probetas siguiendo las recomendaciones de INACAL (2015) que nos indica que de no poder elaborar el concreto en el lugar donde se iniciara el curado inicial esta deben ser movidos inmediatamente de terminado, para su almacenamiento en una superficie nivelada menor a 20mm/m, y si fuera necesario su traslado a otro lugar estas deben ser ejecutados desde el fondo del molde, en caso de existir algún daño a la superficie de la muestra debe ser resanada:

**Curado inicial:** INACAL (2015) nos explica que las probetas deben ser almacenadas por un plazo de 48h entre los 16°C y 27°C, en un espacio que evite la perdida de humedad de los mismos, evitar la luz directa del sol siempre contralando la temperatura de almacenamiento

**Curado final** INACAL (2015) el curado final se ejecutará luego de los 30min del desmolde de las probetas con agua libre en toda la superficie en un promedio de 23°C con una variación maximia de 2°C, con agua que cumpla la NTP 334.077

**Curado en campo u obra:** INACAL, (2015) la NTP 339.033 nos indica que almacenar las muestras lo más cercano posible a la zona de muestreo ofreciendo las mismas condiciones de curado, temperatura y humedad ambiental, que de la estructura, por lo que se deberá remover los moldes al mismo tiempo que la estructura a fin de poder conseguir las condiciones similares

**Curado intermitente en obra.** en la norma NTE E.060 no define el concepto de intermitente, pero la RAE lo define como “Que se interrumpe o cesa y prosigue o se repite.”, por lo que el termino de “curado intermitente en obra por aspersion” en la presente investigación se refiere en tanto a que, si realizamos el curado por aspersion cada, cierto periodo de tiempo, por ejemplo, cada cierto intervalo de tiempo, este proceso estaría siendo un curado intermitente simulando el proceso que se realiza durante la ejecución de obra.

### **2.2.5 Importancia del curado del concreto**

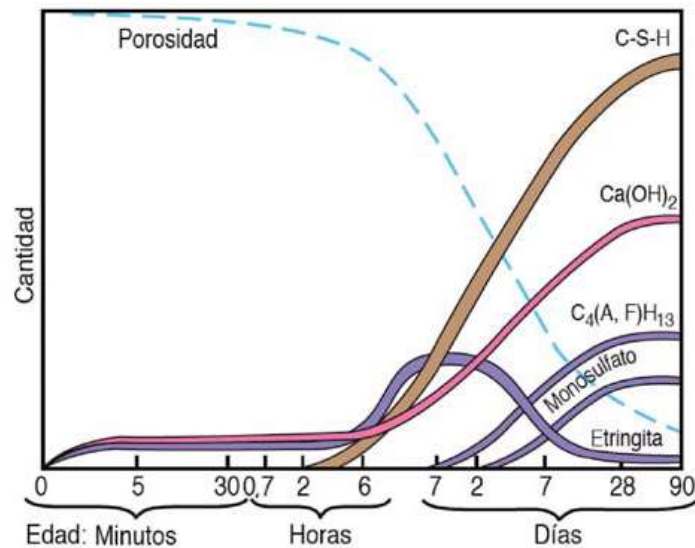
En la revista Hormigón el Ing. Luis Fernández Luco (2009) nos explica que



la relación entre las fases sólidas y la estructura de poros dependen de la relación agua cemento y el proceso de hidratación del cemento, cuanto más densa la proporción agua cemento más compacto es la estructura (pág. 40)

### Figura 8

*Esquema de hidratación del cemento*



*Nota:* extraído de Fernandez Luco, 2009, pág. 40

Por lo que cuanto mayor es el tiempo de hidratación menor es el volumen de poros capilares, y estos son mucho menores cuanto más reduzcamos la relación agua cemento, por lo que se repite el concepto del equilibrio resistencia y la durabilidad cuando existe una porosidad baja, conseguidos con un curado optimo

#### **2.2.6 Curado natural a la intemperie. (sin curado)**

Solís Carcaño & Moreno (2005) en su investigación nos hablan del curado natural que se daría de manera favorable en climas con condiciones de humedad superiores al 80%, siempre y cuando no se encuentre expuestos a condiciones defavorables como serían una alta velocidad del viento y una diferencia de temperatura entre la del concreto y la del ambiente.

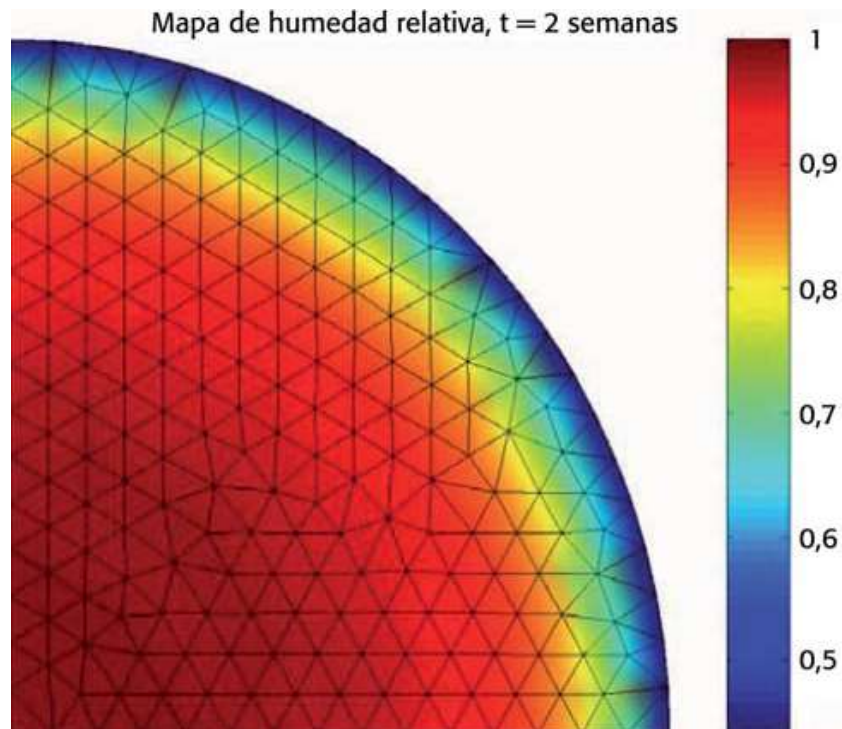
#### **2.2.7 Zona de influencia del secado prematuro**

Comportamiento del concreto ante el fraguado inicial donde Fernández Luco (2009) nos muestra un mapa de humedad relativa en condiciones ideales calculado para

un concreto de relación  $a/c= 0,55$  y un periodo de 2 semanas y esto nos muestra que el secado prematuro afecta a la capa externa y el núcleo mantiene su humedad

### Figura 9

*Mapa de humedades relativas*



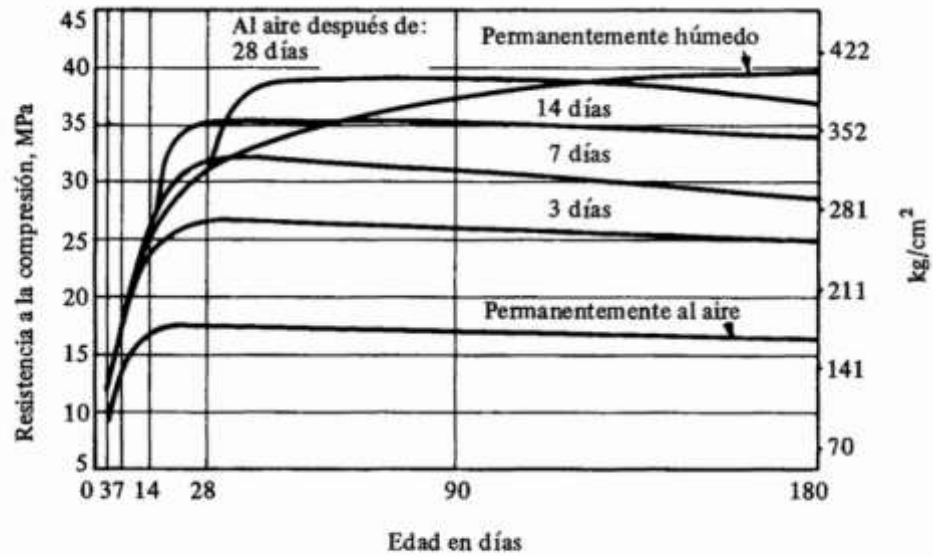
Nota: Mapa de humedades relativas (saturación = 1) para una muestra cilíndrica con secado unidimensional (sentido radial) a la edad de 2 semanas.

### **2.2.8 Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto.**

En la gráfica que nos presenta Solís y Moreno (2005), nos aclara que la relación agua cemento es de 0.50 y que los especímenes de concreto de 15cm de diámetro por 30 cm de altura, fueron sometidos a saturación en laboratorio y luego expuestas al aire para su posterior ensayo. Demostrando que los que mantuvieron humedad son de mayor resistencia.

### Figura 10

*Influencia del curado húmedo en la resistencia a la compresión del concreto*



*Nota:* extraído de Solís Carcaño & Moreno, (2005), pág. 7

### 2.2.9 Ensayos de resistencia a compresión del concreto.

Método de ensayo efectuado básicamente para determinar que la mezcla de concreto ha obtenido las resistencias deseadas a la edad de ensayo requerido por el proyecto, estos resultados se usan con la finalidad de realizar un control de calidad del concreto, su aceptación de las proporciones, o para estimar la resistencia a la compresión y programar procesos constructivos a dicha edad de ensayo, como el retiro de encofrados o la efectividad del curado o de la protección aplicada al elemento estructural.



**Foto 1** Ensayo de compresión de los testigos cilíndricos.

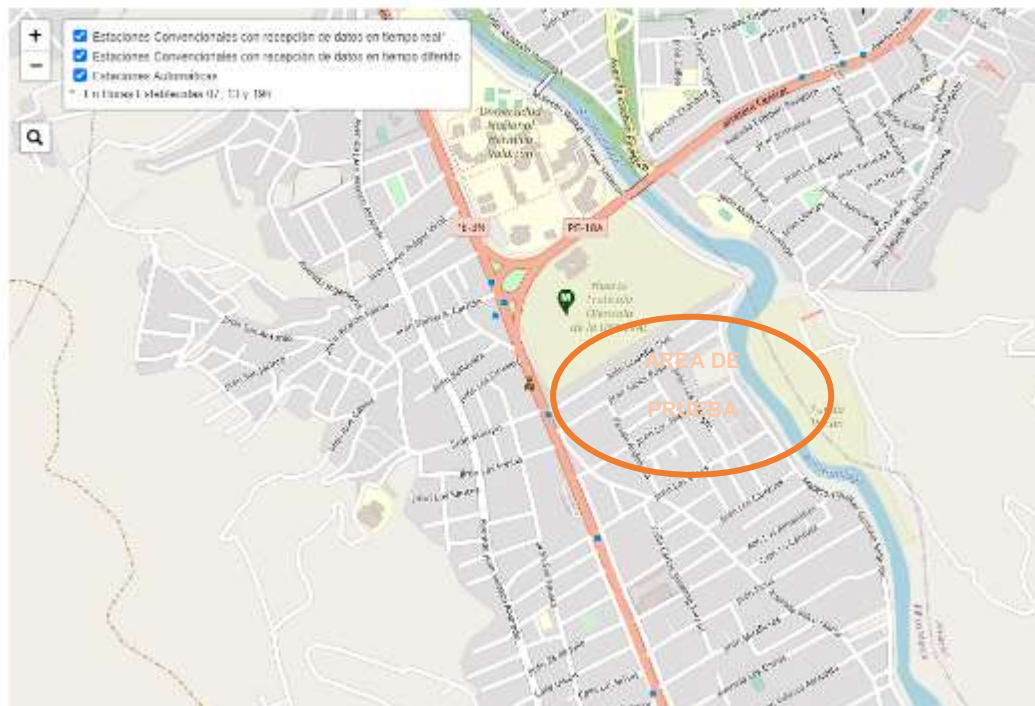
### **2.2.10 Condiciones climatológicas**

Las condiciones climatológicas evaluadas son Temperatura, precipitación, humedad Relativa y Velocidad del viento, las tres primeras fueron extraídas de la estación meteorología que muestra la Figura 11 que es administrada por el SENAMHI ubicado en el distrito de Pillco Marca de la provincia y departamento de Huánuco con coordenadas de latitud  $-9^{\circ}57'7.24''$  y longitud  $-76^{\circ}14'54.8''$  a una altitud de 1919 m.s.n.m. con información pluviométrica desde el 01 al 30 de septiembre del 2021 e información de Humedad relativa en el mismo periodo lo mismo que la temperatura.

### **Figura 11**

*Ubicación de la estación meteorológica*

## Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional



De los datos obtenidos de la estación de SENAMHI ubicada en el huerto frutícola hortícola de la UNHEVAL, para el mes de septiembre del año 2021 el 1 al 30 de septiembre se tiene una temperatura máxima promedio mensual de  $27.45\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una temperatura mínima mensual de  $14.52\text{ }^{\circ}\text{C}$ , una humedad relativa promedio mensual de  $61.03\%$ . Que sería menor al  $80\%$  del que habla en el curado natural, por lo que para la ciudad de Huánuco es muy importante el curado del concreto. En el mes de septiembre se tuvo 10 días de lluvias tal como se muestran en tabla 2. A estas condiciones fueron sometidas las probetas de curado intermitente y sin curar o curado natural (respetando las especificaciones de la rotura de concreto), se mantuvieron a la intemperie, expuestos a las condiciones climáticas de la zona.

**Tabla 2***Datos meteorológicos de la zona de proyecto.*

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		
01/09/2021	29.1	10.4	59.3	0
02/09/2021	29.3	14.1	58.6	0
03/09/2021	28.5	12.4	59.8	0
04/09/2021	30.5	16.5	54.7	0
05/09/2021	28.7	16.8	55.1	8.1
06/09/2021	19.9	13.5	71	1
07/09/2021	27.8	14.3	57	0
08/09/2021	29.7	13.6	58.4	0
09/09/2021	25.5	16.1	55.7	0
10/09/2021	24.6	16	59.9	2.6
11/09/2021	25.7	14.8	64.8	0.1
12/09/2021	29.1	15.8	53.5	0.1
13/09/2021	29.3	16	59.3	0
14/09/2021	26.5	12.5	64.1	0
15/09/2021	27.5	15.3	55.8	T
16/09/2021	18.3	16.2	83.5	3.3
17/09/2021	24.3	13.9	75.8	6
18/09/2021	29	10.8	55.6	0
19/09/2021	30.2	15.2	53.9	0
20/09/2021	29.5	14.3	57.1	0
21/09/2021	28.1	13	60.4	T
22/09/2021	27.1	15	66.1	1.1
23/09/2021	25.2	15.3	70	0.1
24/09/2021	28	12.9	60.3	0
25/09/2021	27	16.4	56.4	0
26/09/2021	31	13.8	53	0
27/09/2021	30	15	55.4	0
28/09/2021	28.2	15.5	59.5	0
29/09/2021	28.3	15.6	75.7	7.3
30/09/2021	22.8	13.3	70.8	0

Se verifico que no existen datos meteorológicos formales de velocidades de viento, en medios seguros emitidos por el estado, por lo que se usa lo expresado en el estudio “Plan de Abandono Parcial para el retiro de equipos de la ex bahía de línea L-1120 de la Subestación Huánuco” que nos da datos estadísticos de la velocidad del viento entre los años 2010 y 2017

**Tabla 3***Velocidad del viento en la ciudad de Huánuco*

		Velocidad del viento en m/s											
Estación		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
Huánuco	min	3.3	2.5	2.6	3.0	3.5	3.9	3.7	4.0	3.9	3.2	3.2	3.2
	máx.	6.0	5.9	5.2	6.1	5.9	7.1	6.7	6.8	6.3	7.0	6.4	6.7
	prom	4.3	4.3	3.9	4.6	4.0	4.8	4.8	5.3	4.8	4.7	4.6	4.6

**2.2.11 Análisis de la Climatología****Humedad relativa**

Durante los días de curado inicial del concreto (07 días) se tuvo una humedad relativa de 59.24% y para los 28 días al que estuvo el concreto a la intemperie se tuvo una humedad relativa promedio de 61.02%, siendo sus máximas 83.50% y una mínima de 53.00%

La desviación estándar de estos valores nos dio un 7.58% y una correlación de 12.42%, lo cual nos indica que las variaciones de Humedad se aproximan más al mínimo que al promedio

**Tabla 4***Valores característicos de la Humedad relativa en la ciudad de Huánuco*

Muestreo	Humedad relativa (%)
Máxima	83.50
Mínima	53.00
Promedio	61.02
Desviación estándar	7.58
Correlación	12.42%

**Temperatura**

En los días que se realizó la investigación se obtuvieron valores de temperatura máxima promedio de 27.44°C siendo su máxima 31.00 grados y una mínima de 10.40°C, referente a la temperatura este presentó valores casi constantes como conclusión de una correlación baja cercana al 11.00%.

**Tabla 5**

*Valores característicos de la Temperatura en la ciudad de Huánuco*

MUESTREO	TEMPERATURA (°C)	
	MAX	MIN
<b>Máxima</b>	31.00	16.80
<b>Mínima</b>	18.30	10.40
<b>Promedio</b>	27.44	14.48
<b>Desviación estándar</b>	2.91	1.63
<b>Correlación</b>	10.59%	11.27%

### **Velocidad del viento**

La velocidad promedio anual del viento es de 4.5 m/s la velocidad predominante del viento se encuentra en un rango de 3.6 m/s - 5.7 m/s, representando un 51%.de los valores de velocidad

### **Precipitación**

Se tuvo días de lluvia de precipitación baja dentro de los primeros 07 días del curado siendo el día 05 y 06 de setiembre del 2021 los únicos días de precipitaciones con un valor de 8.1mm/día y 1 mm/día respectivamente; para las probetas de CAI Y SCI, representando a la tanda 1, 2 y 3 un curado inesperado en su cuarto y quinto día de desarrollo de resistencia, y para la tanda 4 su tercer y cuarto día de desarrollo de resistencia

## **2.3 Bases Conceptuales**

Nuestras principales bases conceptuales parten de lo indicado en la NTE E.060 Concreto Armado el cual los define así.

**Agregado Fino** — Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8").

**Agregado Grueso** — Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

**Piedra Triturada o Chancada** Agregado grueso, obtenido por trituración artificial de rocas o gravas. NTE E.O60 art. 2 inc.2 .2



**Resistencia especificada a la compresión del concreto ( $f'_c$ )** Resistencia a la compresión del concreto empleado en el diseño y evaluada de acuerdo con las consideraciones del Capítulo 5, expresada en MPa. Cuando dicha cantidad esté bajo un signo radical, se quiere indicar sólo la raíz cuadrada del valor numérico, por lo que el resultado está en MPa.

**Resistencia especificada a la compresión requerida del concreto ( $f'_{cr}$ )** resistencia promedio a la compresión requerida del concreto, empleada como base para la dosificación del concreto

**Refrentar.** La real RAE define como el proceso de labrar en el torno un plano perpendicular al eje de la pieza. En tecnología del concreto el refrentado se refiere a la nivelación o alisado de la superficie del concreto que entrará en contacto con la máquina de ensayo de resistencia a compresión, es decir a la cara perpendicular a la aplicación de la fuerza.

#### **2.4 Bases Epistemológicas o Bases Filosóficas o Bases Antropológicas**

La orientación epistemológica siguió la corriente del post-positivismo, dado que los avances tecnológicos nos dan herramientas para desarrollar la investigación teniendo en cuenta que nuestras aseveraciones probablemente sean verdaderas, así mismo esta teoría nos dice que lo que el hombre logro investigar no se encuentra en una base sólida, es por ello mi interés de investigar que sucede con la resistencia del concreto en la ciudad de Huánuco, si esta no es sometido a los procedimientos adecuados de curados indicados en las normas.

El pre-supuesto filosófico que rige nuestra investigación fue el criticismo e intelectualismo al existir normas y reglamentos basados en investigaciones desarrolladas en otras áreas geográficas, no podemos aceptar sin cuestionamiento el comportamiento mecánico y físico del concreto, para ellos hay que ponerlo a prueba a través de los ensayos de las probetas aplicadas para la ciudad de Huánuco, para posteriormente llegar a una conclusión deductiva.

En la Revista Antropológica de la Universidad Nacional del Centro, Casas Rivera,

(2012) nos comenta que la investigación científica busca la verdad fusionada con el conocimiento, pero este conocimiento no tendría razón de su búsqueda sino fuera útil al hombre, por lo que la investigación científica es hecha para servir al ser humano y a la sociedad (pág. 5), por tanto, la presente investigación pretendió abrir nuevas ideas de investigación local, en el campo de la tecnología del concreto.

## Capítulo III

### Metodología

#### 3.1 Ámbito

El ámbito de la investigación es para los concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> sometidos a cualquiera de los tres tipos de curado como el curado intermitente en obra por aspersion, concretos sin curar, y concretos sumergidos en agua durante los primeros 7 días

Como ámbito de la investigación también se tiene a lugares como intensidades solares, humedad y velocidad del viento similares a la expresadas en esta investigación en el capítulo IV de Resultados

En el ámbito geográfico que se desarrolla el presente proyecto es en el departamento de Huánuco, provincia Huánuco y distrito Pillco Marca.

#### 3.2 Población

Los participantes en la presente investigación serán probetas de concreto de 15 cm de diámetro y 30 centímetros de altura, elaborados de acuerdo a la NTP, que serán sometidos a tres tratamientos(k) grupo uno (G1) con curado en laboratorio sumergido en agua, grupo 2(G2) con curado por aspersion intermitente en horarios de 8:00, 12:00;16:00 horas y grupo 3 (G3) grupo sin adición de agua ni otro tipo de curador químico (a la intemperie). El G2 y G3 serán sometidos a condiciones ambientales de la ciudad de Huánuco.

X = curado del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> (V. independiente o explicativa)

k= número de tratamientos

Y= f(X), = Resistencia a la compresión de concreto (V. dependiente)

n = unidad experimental por grupo

#### 3.3 Muestra

Las muestras de concreto fueron probabilísticas, tomadas de manera aleatoria, de acuerdo a las NTE E-060 capítulo V, artículo 5.6.2.3 *“Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas*

confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f'c$ .” y el artículo 5.6.3.3

“La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes: (a) Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a  $f'c$ . (b) Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f'c$  en más de 3,5 MPa cuando  $f'c$  es 35 MPa o menor, o en más de 0,1  $f'c$  cuando  $f'c$  es mayor a 35 MPa” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009)

Estos dos artículos se tradujeron en 6 probetas cilíndricas de concreto por tratamiento de curado, al tener 3 grupos de control hacen un total de 18 testigos. De acuerdo a la bibliografía consultada para una población infinita y conociendo la desviación estándar de estudios anteriores pudimos obtener el tamaño de la muestra de acuerdo al formula siguiente.:

$$n_0 = \left( z_{\alpha} \frac{\sigma}{e} \right)^2$$

Y tomando los datos de la tesis de Murga Cori, para la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, para un diseño de mezcla de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  elaboramos la siguiente tabla, tomamos el valor máximo de la desviación estándar y hacemos el cálculo para un 95% de confiabilidad ( $z=1.96$ ) y un error aceptable de del 21  $\text{Kg/cm}^2$

**Tabla 6**

*Cálculo de la Desviación estándar para concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$*

	$f'c$			prom	$\sigma$	$x-\mu = e$	$\sigma^2$
Andino	388	388.68	396.07	390.916667	4.475850012	11.93666667	20.0332333
Apu	348.49	356.9	363.01	356.133333	7.290297205	-22.84666667	53.1484333
Quisqueya	386.96	386.42	396.29	389.89	5.549135068	10.91	30.7929
media poblacional( $\mu$ )				378.98	5.771760762		
varianza poblacional					17.4300636		

$$n_0 = 3$$

### **3.4 Nivel y tipo de estudio**

#### **3.4.1 Nivel**

. El alcance o nivel es de tipo relacional por que se pretendió predecir un comportamiento, explicar y cuantificar la relación entre las variables. Es explicativo por que se estructuró el procesamiento y análisis de datos y es descriptivo por que se midió los conceptos de concreto curado y su efecto en la intermitencia del curado, se definirán como variable la intermitencia del curado del concreto.

#### **3.4.2 Tipo**

La presente investigación es del tipo experimental por que se hizo uso de instrumentos de recolección, medición y análisis de datos mediante el uso de laboratorios

### **3.5 Diseño de investigación**

El diseño de esta investigación es experimental y prospectiva, porque se manipuló deliberadamente la variable independiente, que para nuestro caso es el tipo de curado que se aplica a los testigos de concreto, y se midió la variable dependiente que es el esfuerzo a la compresión del concreto. De los ensayos de compresión del concreto obtuvimos resultados que luego serán analizados haciendo las respectivas comparaciones.

También es Transversal, porque se recolecto y midió los datos en un solo periodo de tiempo que se considera el mes de septiembre del año 2021, e inmediatamente se procedió a la descripción y análisis de los datos obtenidos de cada ensayo. Y se organiza de la siguiente manera:

**Tabla 7***Diseño Experimental*

<b>Unidades muestrales n</b>	<b>6 unidades (G1)</b>	<b>6 unidades (G2)</b>	<b>6 unidades (G3)</b>
<b>Tratamientos Variable X</b>	Curado sumergido X1	Curado aspersion intermitente X2	Sin curar (a la intemperie) X3
<b>Respuestas Variable Y</b>	y11, y21, y31, y41, y51, y61	y12, y22, y32, y42, y52, y62	y13, y23, y33, y43, y53, y63
<b>Media muestral</b>	$\bar{Y}_1$	$\bar{Y}_2$	$\bar{Y}_3$
<b>Desviación muestral</b>	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$

Donde para todo  $X_{nk}$  le corresponde un  $y_{nk}$

**Tabla 8***Distribución muestral de los ensayos*

<b>Unidades muestrales</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
	<b>Curado sumergido</b>	<b>Curado intermitente</b>	<b>Sin curar</b>
<b>Tanda 1</b>	2 unidades	2 unidades	2 unidades
<b>Tanda 2</b>	2 unidades	2 unidades	2 unidades
<b>Tanda 3</b>	2 unidades	2 unidades	2 unidades
<b>Tanda 4</b>	2 unidades	2 unidades	2 unidades

### 3.6 Métodos, Técnicas e instrumentos

Para la recolección de materiales para la fabricación del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, se hizo la adquisición de cemento Andino Tipo I (uso general), los agregados tales como piedra chancada y arena fina, fueron provenientes de las canteras del rio Huallaga, adquirido de la proveedora Figueroa. Para la recolección de datos, se usó fuentes documentales y bibliográficas. Para obtener información, se realizaron técnicas como:

- Ensayos de agregados,
- Dosificación de la mezcla
- Ensayos de Compresión.

**Tabla 9**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

<b>TECNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>Revisión Bibliográfica</b>	Fichaje
<b>Observación</b>	guía de observación
<b>Ensayos de laboratorio</b>	Máquinas de ensayos de compresión, mezcladora, cono Abrams, moldes de probetas, winchas, reglas, balanzas, pipetas, etc

### **3.7 Validación y confiabilidad de instrumentos**

Para validar los datos y las técnicas de recolección, se contó con la firma de los responsables de los laboratorios donde se realizó los ensayos. Se presentó como anexos a este documento.

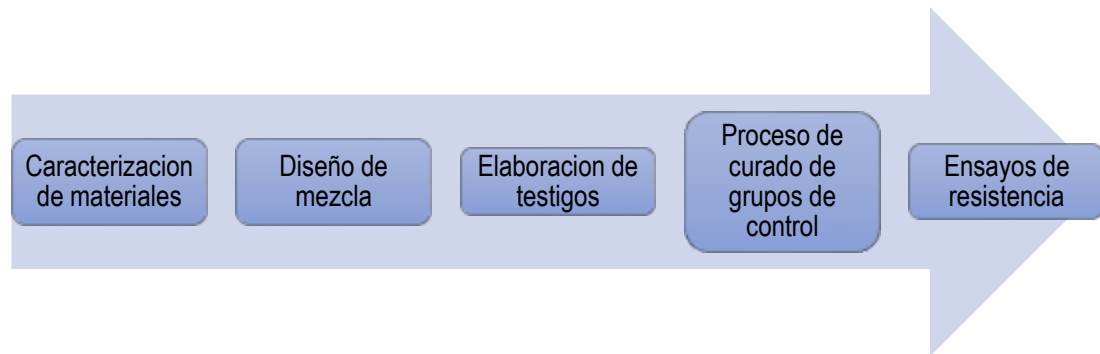
Así mismo los equipos de medición usados para los ensayos tienen certificados de calibración

### **3.8 Procedimientos**

Los procedimientos de los ensayos se realizaron siguiendo las normas peruanas vigentes al año 2021.

**Figura 12**

*Diagrama de proceso para el desarrollo de la investigación*



Como primer paso en la investigación se realizó la caracterización de materiales, que corresponde a determinar las propiedades físicas del agregado fino y el agregado grueso, para luego en gabinete con las características físicas de los agregados (humedad, módulo de fineza, granulometría, gravedad específica y absorción, peso específico, porcentaje de vacíos y el peso unitario) se realizó el diseño de mezcla siguiendo el método del ACI, una vez teniendo las proporciones en peso de los materiales de la mezcla se procedió a elaborar las probetas en cuatro tandas de las cuales salió seis probetas para distribuir en ocho unidades que fueron tratadas con cada tipo de curado previsto siendo el primer grupo denominado “CURADO SUMERGIDO EN LABORATORIO” (CSL) fue sometido a un curado sumergido por un periodo de 7 días para luego ser retirado y expuesto al aire de laboratorio por 21 días, el segundo grupo “CURADO POR ASPERSIÓN INTERMITENTE” (CAI) en el curado se utilizó el método de curado por aspersión por 7 días con curado intermitente (08:00 am, 12:00pm y 04:00pm) por un tiempo de 3 minutos y luego fue expuesto a la intemperie por 28 días y un tercer grupo “SIN CURADO O CURADO NATURAL, A LA INTEMPERIE” (SCI) es el curado que se hizo a las probetas que se mantuvieron a la intemperie durante los 28 días, cumplido los plazos de los diferentes curados se procedió con los ensayos de resistencia y determinación del  $f'c$  del concreto siguiendo la norma NTP 339.034, para regresar a gabinete y analizar los resultados y determinar que curado nos dio



mejor comportamiento a la compresión del concreto.

### **3.8.1 Caracterización de materiales**

Los ensayos de agregados se realizaron de acuerdo a las siguientes normas

- Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado (NTP 339.185)
- Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200) (NTP 400.011)
- Análisis granulométrico de agregado fino y grueso (NTP 400.012)
- Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022)
- Peso específico y absorción de agregado grueso (NTP 400.021)
- Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados (NTP 400.017:2020)

### **3.8.2 Diseño de Mezcla**

Para la investigación se diseñó la mezcla de concreto hidráulico, utilizando el método A.C.I. (American Concrete Institute),

### **3.8.3 Elaboración de Testigos**

Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams (NTP 339.035)

NTP 339.183:2013 (revisada el 2018) CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

### **3.8.4 Curado de grupos de control**

NTP 339.183:2013 (revisada el 2018) CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

### **3.8.5 Ensayo de Resistencia**

NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

### **3.9 Tabulación y análisis de datos**

Se procesaron los datos de manera estadística, registrándolos en escala nominal y ordinal, para llegar a cuadros comparativos con conclusiones y resultados. Se uso la libreta de notas para las tabulaciones y para el procesamiento estadístico y demás cálculos con el Microsoft Excel.

Se realizaron cuadros estadísticos, gráficos, histogramas, etc. para poder tener un mejor análisis de la información y así un mejor tratamiento de los resultados obtenidos en los ensayos.

### **3.10 Consideraciones Éticas**

En la presente investigación no se hizo estudio de grupos humanos o sociales, motivo por el cual las consideraciones éticas a tomar en cuenta solo serán de parte del investigador y la veracidad en la recolección de datos, se considera un trabajo ético para el análisis de datos correctos sin inventar ni modificar datos y considerando los errores muestrales tal y como se presenta durante la investigación.

## Capítulo IV

### Resultados

#### 4.1 Caracterización de materiales

##### 4.1.1 Agregado grueso

**Granulometría** El análisis granulométrico realizado en el laboratorio de mecánica de suelos siguiendo los procedimientos de la norma NTP 400.037 se determinó que el tamaño máximo nominal del agregado es de 3/4" (PULGADA)

**Peso unitario suelto seco** se determinó en función de lo indicado en la norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, el cual nos dio un valor de 1248.00 kg/m<sup>3</sup>

**Peso unitario compactado seco** se determinó en función de lo indicado en la norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, el cual nos dio un valor de 1396.75 kg/m<sup>3</sup>

**Peso específico** del ensayo de Peso específico y absorción de agregado grueso (NTP 400.021) se obtuvo un valor de 2721.05 kg/m<sup>3</sup>

**Porcentaje de absorción** del ensayo de Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022) se obtuvo que el porcentaje de absorción es de 0.58%

**Porcentaje de humedad** el Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado (NTP 339.185) nos dio el valor de 1.46%

Por lo que la caracterización del agregado grueso se resume en la tabla

**Tabla 10***Propiedades y Características del agregado grueso*

ENSAYO FÍSICO	valor	unidad
Tamaño máximo NOMINAL	3/4	pulg
Peso unitario. suelto	1248.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario. compactado	1396.7	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	2721.5	Kg/m <sup>3</sup>
% de Absorción	0.58	
% Humedad	1.46	

**4.1.2 Agregado fino**

**Módulo de Fineza** la Cantidad de material fino que pasa por el tamiz (N°200) (NTP 400.012) es de 2.66

**Peso unitario suelto** se determinó en función de lo indicado en la norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, el cual nos dio un valor de 1615.17 kg/m<sup>3</sup>

**Peso unitario compactado** se determinó en función de lo indicado en la norma NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, el cual nos dio un valor de 1707.88 kg/m<sup>3</sup>

**Peso específico** del ensayo de Peso específico y absorción de agregado grueso (NTP 400.022) se obtuvo un valor de 2312.35 kg/m<sup>3</sup>

**Porcentaje de absorción** del ensayo de Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022) se obtuvo que el porcentaje de absorción es de 1.51%

**Porcentaje de humedad** el Método de ensayo normalizado para medir el contenido total de humedad evaporable en agregados mediante secado (NTP 339.185) nos dio el valor de 4.75%

Estas características del agregado fino se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 11***Propiedades y Características del agregado grueso*

ENSAYO FÍSICO	valor	unidad
Módulo de fineza	2.66	
Peso unitario. suelto	1615.17	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario. compactado	1707.88	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	2312.35	Kg/m <sup>3</sup>
% de Absorción	1.51	
% Humedad	4.75	

**4.2 Diseño de Mezcla**

Se realizó siguiendo los procedimientos indicados por el comité ACI-211 en el diseño de mezclas de concreto, por lo que se cálculos los siguientes valores

**4.2.1 Resistencia a la compresión promedio requerida ( $f'_{cr}$ ):**

Para la desviación estándar se requiere el conocimiento de ensayos previos y al no existir eso se deberá utilizar los valores dados por la ACI, por lo que se utilizó la Tabla 12 para la determinar la resistencia promedio requerida.

**Tabla 12**

*Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra*

Resistencia especificada a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio requerida a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
$f'c < 210$	$f'_{cr} = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'_{cr} = f'c + 85$
$f'c > 350$	$f'_{cr} = 1,1 f'c + 50$

*Nota:* modificado de la tabla 5.3 de la N.T.E. E 0.60 Concreto Armado (MPa a Kg/cm<sup>2</sup>)

El valor de diseño será para una resistencia de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, de la Tabla 12 se determinó que la resistencia a la compresión requerida es  $f'_{cr} = 295$  kg/cm<sup>2</sup>

#### 4.2.2 Elección del asentamiento (Slump):

Para la elección del asentamiento se utilizaron la Tabla 13 y Tabla 14, con la consideración que el concreto a emplearse tenga una consistencia plástica, por tratarse de un diseño para estructuras de concreto reforzado con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 13**

*Consistencia y asentamientos*

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

*Nota:* ACI

**Tabla 14**

*Asentamiento recomendado para diversos tipos de construcción*

Tipos de estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentación simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Nota:* extraído de la tabla 6.3.1 ACI 211.1 Standard Practice for selecting

proportions for normal, heavyweight, and mass concrete

Por lo tanto, de la Tabla 13 y Tabla 14 se determinó que el asentamiento permisible es de 3" a 4".

#### 4.2.3 Estimación del agua de mezclado y contenido de aire:

La cantidad de agua y aire estimada por volumen unitario de concreto requerida, se estimaron de la Tabla 15, considerando un concreto sin aire incorporado y con los datos del tamaño máximo nominal del agregado y el

asentamiento determinados en los pasos anteriores, se hicieron la primera estimación de la cantidad de agua y aire, recomendadas por el Comité 211 del ACI.

**Tabla 15**

*Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.*

SLUMP	Agua en lt/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	(9.5 mm.)	(12.5 mm.)	(19 mm)	(25 mm)	(37.5 mm)	(50 mm)	(75 mm)	(150 mm)
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	---
Porcentaje (%) de Aire Atrapado								
% Aire Atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

*Nota:* ACI

Conociendo nuestro tamaño máximo nominal de 3/4" y el asentamiento que va de 3" a 4", de la Tabla 15 se tiene:

Volumen de agua : 205 lt/m<sup>3</sup>

Aire atrapado : 2 %

#### 4.2.4 Relación agua / cemento (a/c):

La relación agua/cemento requerido se calculó para una resistencia especificada, para una durabilidad y para un tipo de acabado requerido.

Para la selección de la relación a/c, se basa en resistencia y durabilidad.

Tabla 16

Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días ( $f'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
<b>300</b>	<b>0.55</b>	0.46
<b>250</b>	<b>0.62</b>	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: ACI

La relación agua/cemento para una resistencia de 295 kg/cm<sup>2</sup>:  $a/c = 0.56$

$$\text{Factor cemento: } c = 205/0.56 = 366.07 \text{ kg/m}^3 = 8.61 \text{ bols/m}^3$$

#### 4.2.5 Estimación del contenido de agregado:

tamaño máximo del agregado grueso	volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	módulo de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.71	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.78	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Volumen del agregado grueso interpolando:

$$\text{Vol. agregado (m}^3\text{)} = 0.6336 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso AG} = \text{Vol. agregado} \cdot \text{Peso} = 884.96 \text{ kg/m}^3$$

CEMENTO	$366.07 / 3150 = 0.1162 \text{ m}^3$
AGREGADO GRUESO	$884.96 / 2721.05 = 0.3252 \text{ m}^3$
AGUA	$205 / 1000 = 0.2050 \text{ m}^3$
AIRE	0.02 m <sup>3</sup>
SUB TOTAL	0.6664 m <sup>3</sup>



$$\begin{aligned} \text{AGREGADO FINO} & \quad 1-0.6664\text{m}^3 = 0.3336 \\ & \quad 0.3336 \times 2312.35 = 771.31 \end{aligned}$$

#### 4.2.6 *Corrección por humedad:*

Las cantidades de agregados que se adiciona a la mezcla debe tenerse en cuenta su humedad. Al peso seco del agregado fino y al agregado grueso se incluyo el porcentaje del contenido de humedad.

$$\begin{aligned} \text{Peso H.AG} &= \text{Peso seco AG} \times (1 + \text{CH}/100) \\ \text{Peso H. AG} &= 884.96 \times (1+0.0146) = 897.91 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Peso H.AF} &= \text{Peso seco AF} \times (1 + \text{CH}/100) \\ \text{Peso H. AF} &= 771.31 \times (1+0.0475) = 807.98 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

#### 4.2.7 *Corrección por absorción:*

Se redujo el agua a adicionar a la mezcla reduciendo la capacidad de absorción y la cantidad de agua que se encuentra en los agregados

$$\begin{aligned} \text{Agua libre AG} &= \text{Peso} \times (\% \text{ de Absorción} - \% \text{ de Humedad}) \\ & (0.58-1.46) / 100 \times 884.96 = - 7.82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agua libre AF} &= \text{Peso} \times (\% \text{ de Absorción} - \% \text{ de Humedad}) \\ & (1.51-4.75) / 100 \times 771.31 = - 25.03 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agua Mezcla} &= \text{Agua de diseño} + (\text{Agua libre Ag} + \text{Agua libre Af}) \\ \text{Agua Mezcla} &= 205 + (-7.82-25.03) \\ \text{Agua Mezcla} &= 172.15 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

#### 4.2.8 *Proporciones del agregado*

##### Proporción en peso

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREG GRUESO	AGUA
$\frac{366.07}{366.07}$	$\frac{807.98}{366.07}$	$\frac{897.91}{366.07}$	$\frac{172.15}{366.07}$
1.00 kg	2.21 kg	2.45 kg	0.47 kg
42.50 kg	93.80 kg	104.25 kg	19.99 It

### Proporción en volumen

CEMENTO		AGREGADO		AGREG		AGUA
1.00 bls	:	FINO	:	GRUESO	:	
		2.05 bls		2.95 bls		19.99 lt

#### 4.3 Elaboración de Testigos

Los testigos se elaboraron en proporciones de peso de los materiales de acuerdo a las proporciones del diseño de mezcla, en una mezcladora de concreto tipo trompo de 6 pies cúbicos se mezclaron 2 diferentes mezclas de acuerdo a las proporciones de la mezcla, cumpliendo con las normas técnicas.

Equipo empleado

01 mezcladora de concreto tipo trompo de 6 Pie<sup>3</sup>.

01 carretilla buggy para el transporte del concreto fresco.

01 cono de Abrams.

01 varilla apisonadora con punta redondeada de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud.

18 moldes de acero de 6" de diámetro.

01 cuchara para el muestreo.

01 plancha de albañilería.

Se fabricó concreto usando cemento portland tipo I para poder elaborar 06 probetas por tanda que serán divididas para diferentes grupos teniendo que la primera tanda de diseño se fabricó con el siguiente pesaje distribuyendo una bolsa de cemento en 3 partes el cual equivale a 14.17kg.

**Tabla 17**

*Proporción de materiales para la fabricación de las tandas de probetas de concreto*

Material	Valor	Und
Cemento	14.17	Kg
Agre.Grueso	34.75	Kg
Agre.fino	31.27	Kg
Agua	6.66	Lt

Donde se pudo verificar que con esta dosificación se verifico que el SLUMP es de 5.3" como se muestra en la pantalla



Por lo que se redujo agua en la mezcla para poder obtener un SLUMP como indica el diseño entre 3" y 4" lo cual nos lleva a realizar la corrección del volumen de agua reduciendo 600ml.

### **Tabla 18**

*Proporción de materiales para la fabricación de las tandas de probetas de concreto corregido por volumen de agua*

<b>Material</b>	<b>Valor</b>	<b>Und</b>
Cemento	14.17	Kg
Agre.Grueso	34.75	Kg
Agre.fino	31.27	Kg
Agua	6.00	Lt

El cual con esta proporción se fabricaron 03 tandas para la obtención de 18 probetas

El resumen de la elaboración de los 24 testigos se ejecutó en concordancia de fechas y dosificaciones que muestra la tabla

**Tabla 19**

*Distribución del muestreo por tanda de concreto y fecha*

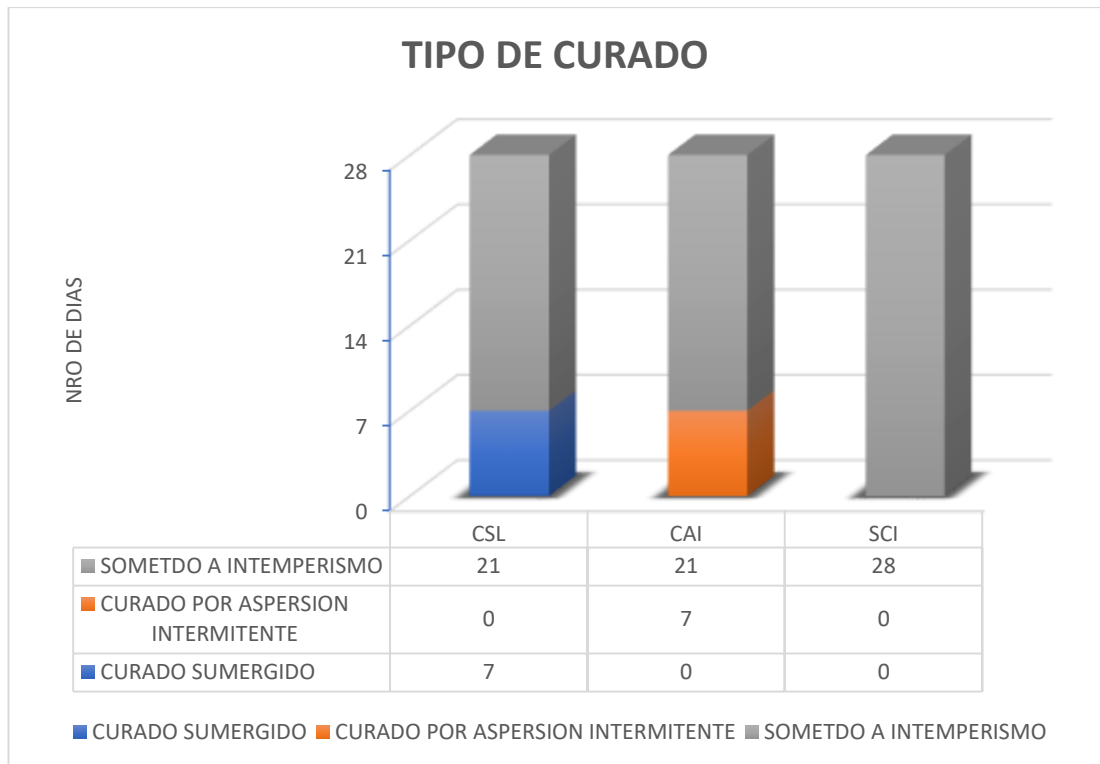
TANDA	CODIGO	FECHA	SLUMP	CEMENTO	A.G	A.F	AGUA	NRO DE TESTIGOS
				KG	KG	KG	LTS	
<b>Tanda N° 01</b>	T-1	1/09/2021	5"-6"	14.17	34.75	31.27	6.66	6
<b>Tanda N° 02</b>	T-2	1/09/2021	3"-4"	14.17	34.75	31.27	6.00	6
<b>Tanda N° 03</b>	T-3	1/09/2021	3"-4"	14.17	34.75	31.27	6.00	6
<b>Tanda N° 04</b>	T-4	2/09/2021	3"-4"	14.17	34.75	31.27	6.00	6

#### **4.4 Curado de grupos de control y los grupos experimentales**

Los curados de los testigos se dividieron 03 grupos cada uno de 8 testigos siendo las características las siguientes:

- El primer grupo denominada “CURADO SUMERGIDO EN LABORATORIO - CSL” será sometido a un curado sumergido por un periodo de 7 días para luego ser retirado y expuesto al aire de laboratorio por 21 días
- El segundo grupo “CURADO POR ASPERSIÓN INTERMITENTE - CAI” en el curado se utilizará el método de curado por aspersion por 7 días con curado intermitente (08:00 am, 12:00pm y 04:00pm) por un tiempo de 3 minutos y luego será expuesto a la intemperie por 28 días estos serán denominados “CAI”,
- Un tercer grupo “SIN CURADO O CURADO NATURAL, A LA INTEMPERIE - SCI” los curados se hicieron a las probetas que se mantuvieron a la intemperie durante los 28 días.

El resumen del tipo de curado de cada grupo se puede apreciar en el grafico

**Figura 13***Días de curado sometido a cada grupo de control*

## 4.5 Ensayo de Resistencia

Los ensayos de resistencia de cada una de las probetas fueron efectuados en atención a la norma del ASTM C39 y la NTP 339.034 a los 28 días teniendo los resultados para cada grupo de la siguiente manera:

### 4.5.1 Curado sumergido en laboratorio – CSL

Para este grupo de control se tuvieron valores superiores a la resistencia a la compresión del diseño estando en un rango de 295.17 kg/cm<sup>2</sup> a 341.88 kg/cm<sup>2</sup>. Como se muestra en la siguiente tabla

**Tabla 20**

*Resultados del ensayo de compresión de las probetas con curado sumergido en laboratorio*

Ítem	Tanda de muestreo	Código	Días curado y rotura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dimensiones		Carga		Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia
						Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	KN	kgf				
1	T-1	CSL-01	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	499.77	50962.10	288.39	13.57	295.17	100.06%
2		CSL-02	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	530.28	54073.24	301.95			
3	T-2	CSL-03	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	600.4	61223.45	341.88	14.23	334.76	113.48%
4		CSL-04	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	567.81	57900.21	327.65			
5	T-3	CSL-05	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	616.28	62842.75	350.92	18.08	341.88	115.89%
6		CSL-06	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	576.81	58817.95	332.84			
7	T-4	CSL-07	28	2/09/2021	30/09/2021	15	176.71	565.16	57629.99	326.12	0.62	326.43	110.65%
8		CSL-08	28	2/09/2021	30/09/2021	15.1	179.08	573.81	58512.04	326.74			

**Figura 14**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días por ensayo de resistencia.*

**Figura 15**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 de las probetas cilíndricas.*



#### 4.5.2 Curado por aspersión intermitente – CAI

Para este grupo de control se tuvieron valores superiores a la resistencia a la compresión del diseño estando en un rango de 269.21 kg/cm<sup>2</sup> a 327.11 kg/cm<sup>2</sup>. Como se muestra en la siguiente tabla

**Tabla 21**

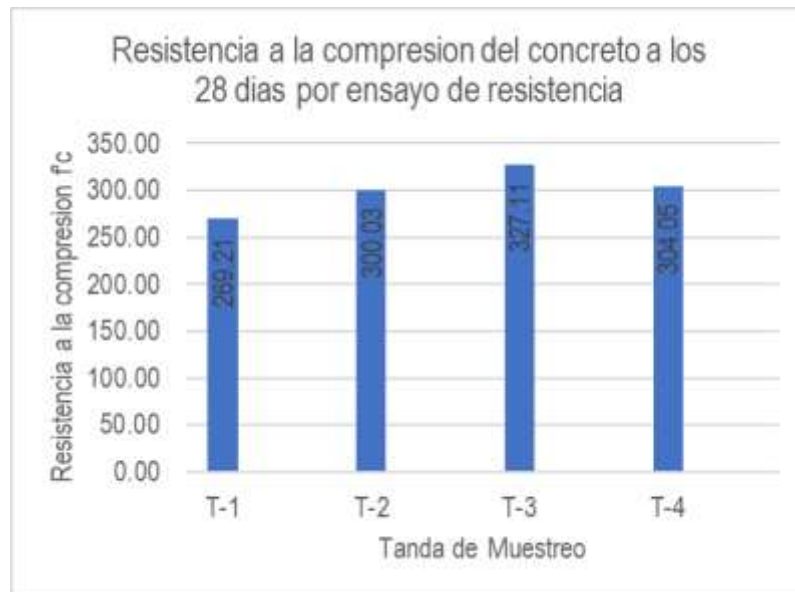
*Resultados del ensayo de compresión de las probetas con curado sumergido en laboratorio*

Ítem	Tanda de muestreo	Código	Días curado y rotura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dimensiones		Carga		Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia
						Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	KN	kgf				
1	T-1	CAI-01	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	474.15	48349.60	269.99	1.56	269.21	91.26%
2		CAI-02	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	465.19	47435.94	268.43			
3	T-2	CAI-03	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	534.18	54470.92	304.17	8.28	300.03	101.71%
4		CAI-04	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	512.78	52288.74	295.89			
5	T-3	CAI-05	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	568.22	57942.02	327.88	1.55	327.11	110.88%
6		CAI-06	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	573.1	58439.64	326.34			
7	T-4	CAI-07	28	2/09/2021	30/09/2021	15.1	179.08	541.16	55182.68	308.15	8.19	304.05	103.07%
8		CAI-08	28	2/09/2021	30/09/2021	15	176.71	519.82	53006.62	299.96			

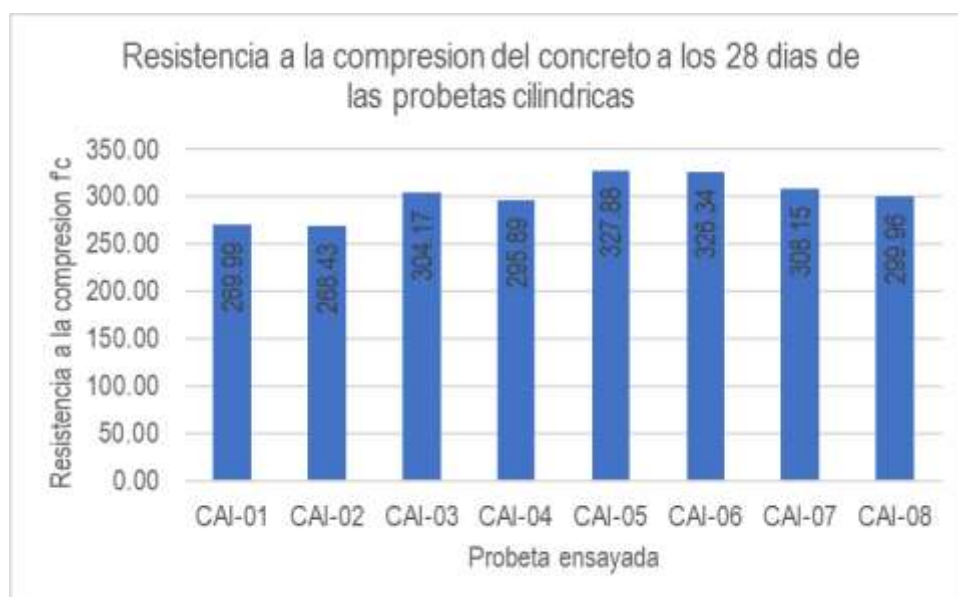


**Figura 16**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días por ensayo de resistencia*

**Figura 17**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de las probetas cilíndricas*



#### 4.5.3 Sin curado a la intemperie – SCI

Para este grupo de control se tuvieron valores superiores a la resistencia a la compresión del diseño estando en un rango de 251.39 kg/cm<sup>2</sup> a 303.71 kg/cm<sup>2</sup>. Como se muestra en la siguiente tabla

**Tabla 22**

*Resultados del ensayo de compresión de las probetas sin curado a la intemperie*

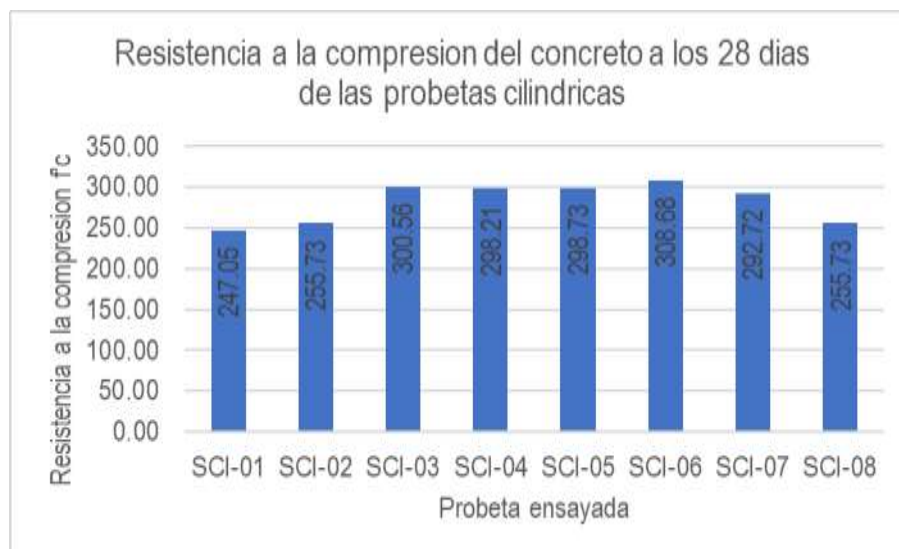
Ítem	Tanda de muestreo	Código	Días curado y rotura	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Dimensiones		Carga		Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio de esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia
						Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	KN	kgf				
1	T-1	SCI-01	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	428.13	43656.89	247.05	8.68	251.39	85.22%
2		SCI-02	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	449.1	45795.22	255.73			
3	T-2	SCI-03	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	520.86	53112.67	300.56	2.34	299.38	101.49%
4		SCI-04	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	523.71	53403.29	298.21			
5	T-3	SCI-05	28	1/09/2021	29/09/2021	15	176.71	517.7	52790.44	298.73	9.95	303.71	102.95%
6		SCI-06	28	1/09/2021	29/09/2021	15.1	179.08	542.1	55278.53	308.68			
7	T-4	SCI-07	28	2/09/2021	30/09/2021	15.1	179.08	514.06	52419.26	292.72	36.98	274.22	92.96%
8		SCI-08	28	2/09/2021	30/09/2021	15	176.71	443.18	45191.55	255.73			

**Figura 18**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días por ensayo de resistencia*

**Figura 19**

*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de las probetas cilíndricas*



## Capítulo V

### Discusión

#### 5.1 Validación de ensayos de resistencia a la compresión del concreto

De la verificación de los coeficientes de variación se determina que el proceso de control de los tres métodos de curado es satisfactorio ya que presentan valores menores al 10%, y a la desviación estándar al ser menor de 85 kg/cm<sup>2</sup> no supera la desviación estándar para el diseño de mezcla por lo que este fue correcto

##### 5.1.1 Curado sumergido en laboratorio – CSL

Teniendo el resultado del ensayo a la compresión a los 28 días de las 8 probetas o de 4 ensayos de resistencia, donde ninguno de ellos es menor a 35.00 kg/cm<sup>2</sup> como lo indica en el art 5.6.3.3 de la N.T.E. e.060 concreto armado, por lo que se evalúa todos los ensayos de resistencia

**Tabla 23**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas con curado sumergido en laboratorio*

Tanda de muestreo	CSL
	kg/cm <sup>2</sup>
T-1	295.17
T-2	334.76
T-3	341.88
T-4	326.43

Desviación Estándar	20.59	kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	324.56	kg/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de variación	6.34	%

Obteniendo un coeficiente de variación de 6.34 % que nos indica que el ensayo fue controlado ya que se encuentra cerca de 0.

##### 5.1.2 Curado por aspersion intermitente – CAI

Teniendo el resultado del ensayo a la compresión a los 28 días de las 8

probetas o de 4 ensayos de resistencia, donde ninguno de ellos es menor a 35.69 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se evalúa todos los ensayos de resistencia

**Tabla 24**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas con curado por aspersión intermitente*

Tanda de muestreo	CAI
	kg/cm <sup>2</sup>
T-1	269.21
T-2	300.03
T-3	327.11
T-4	304.05

Desviación Estándar	23.80	kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	300.10	kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente de variación	7.93	%

Obteniendo un coeficiente de variación de 7.93 % que nos indica que el ensayo fue controlado.

### 5.1.3 Sin curado a la intemperie - SCI

Teniendo el resultado del ensayo a la compresión a los 28 días de las 8 probetas o de 4 ensayos de resistencia, donde ninguno de ellos es menor a 35.69 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se evalúa todos los ensayos de resistencia

**Tabla 25**

*Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas sin curado a la intemperie*

Tanda de muestreo	SCI
	kg/cm <sup>2</sup>
T-1	251.39
T-2	299.38
T-3	303.71
T-4	274.22

Desviación Estándar	24.30	kg/cm <sup>2</sup>
Promedio	282.18	kg/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de variación	8.61	%

Obteniendo un coeficiente de variación de 8.61 % que nos indica que el ensayo fue controlado.

## 5.2 Comparación de las resistencias por tipo de curado

De los tres tipos de curado se pudo obtener que el que presenta mayores resistencias son las probetas con curado en laboratorio y los de menor resistencia son las probetas que no presentaron curado

**Tabla 26**

*Coeficiente de correlación de Pearson*

Tanda De Muestreo	CSL	CAI	SCI
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
T-1	295.17	269.21	251.39
T-2	334.76	300.03	299.38
T-3	341.88	327.11	303.71
T-4	326.43	304.05	274.22
<b>CSL y CAI</b>	94.05		
<b>CAI y SCI</b>	86.47		
<b>CSL y SCI</b>	95.87		

De estos datos verificaremos la correlación de los tres tipos de curado para verificar que estos guarden comportamientos similares

Coeficiente de correlación de Pearson CSL y CAI 94.05%

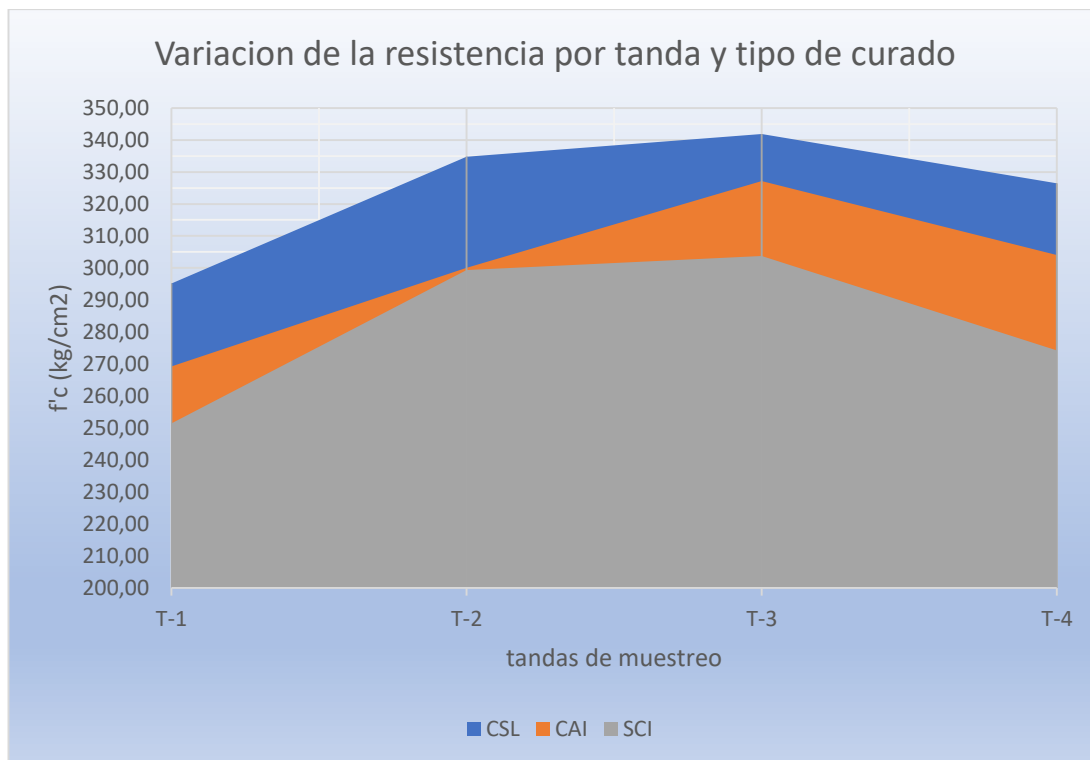
Coeficiente de correlación de Pearson CSL y SCI 95.87%

Coeficiente de correlación de Pearson CAI y SCI 86.47%

Todos estos valores cercanos al 90.00% lo que conlleva afirmar que existe correlación entre las resistencias en cada uno de ellos

**Figura 20**

*Correlación y variación de la resistencia por tanda y tipo de curado*



Los ensayos de resistencia presentaron variaciones entre si con ganancias de resistencia por adición de agua al concreto es así que

**Tabla 27**

*Variación de la resistencia a la compresión por tipos de curados*

Tanda de muestreo	CSL	CAI	SCI	Variación de resistencia		
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CSL-SCI	CSL-CAI	CAI-SCI
<b>T-1</b>	295.17	269.21	251.39	43.78	25.96	17.82
<b>T-2</b>	334.76	300.03	299.38	35.38	34.73	0.65
<b>T-3</b>	341.88	327.11	303.71	38.17	14.77	23.40
<b>T-4</b>	326.43	304.05	274.22	52.21	22.38	29.83
<b>Promedio</b>	324.56	300.10	282.18	42.39	24.46	17.93
<b>% del f'cr</b>	110.02%	101.73%	95.65%	14.37%	8.29%	6.08%

De ello se puede observar que las probetas con curado sumergido en laboratorio ganaron 14.37% del  $f'_{cr}$  en promedio más resistencia que las probetas sin curar a la intemperie, es así también que las probetas con curado sumergido en laboratorio

obtuvieron un 8.29% del  $f'_{cr}$  en promedio más que las probetas con curado aspersion a la intemperie, pero estas últimas solo ganaron un promedio de 6.08% del  $f'_{cr}$  que las probetas sin curado y a la intemperie

### 5.3 Validación del método de curado

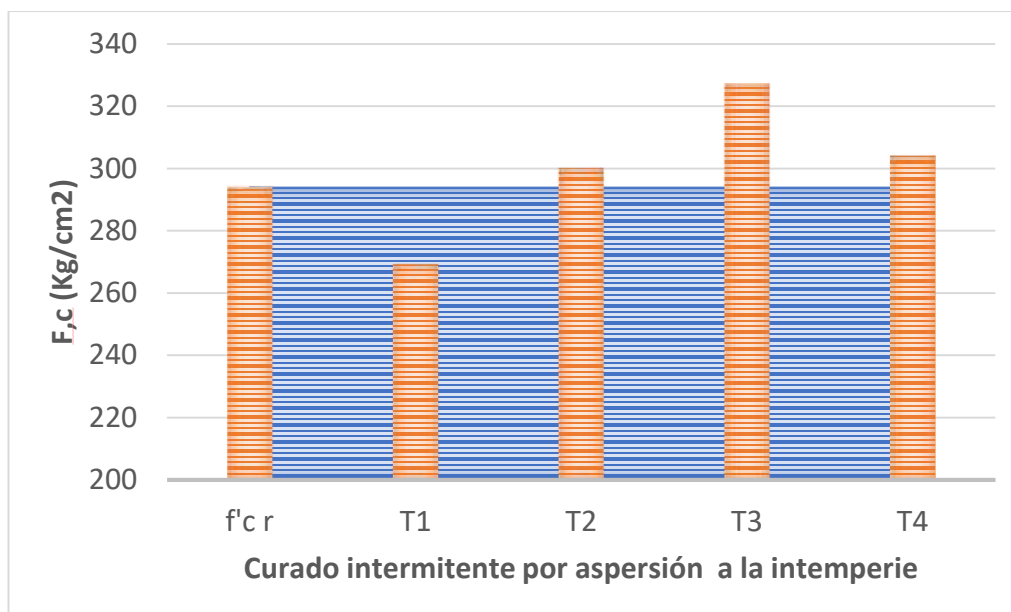
Para ello es importante emplear el art 5.6.4 de la norma E.060 Concreto Armado donde nos indica que si las probetas curadas (SCI Y CAI) en obra son menor a 85% de CSL, estos métodos no son válidos para el curado del concreto; pero si estos métodos consiguieron resistencia a la compresión por demás en 35.00 kg/cm<sup>2</sup> entonces no es necesario producir mejoras al proceso de curado Basado en el párrafo anterior las probetas con curado por aspersion intermitente (CAI) tienen como resultado la Tabla 28 el cual se analizó por tanda de muestreo

**Tabla 28**

*Variación del resultado de los ensayos de resistencia de las probetas con curado por aspersion intermitente*

Tanda de muestreo	CAI kg/cm <sup>2</sup>	CSL	Variación del $f'_{c}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% de Variación CAI del CSL
T-1	269.21	295.17	59.21	91.21%
T-2	300.03	334.76	90.03	89.63%
T-3	327.11	341.88	117.11	95.68%
T-4	304.05	326.43	94.05	93.14%





De la Tabla 28 en concordancia a la NTE E.060 en su artículo 5.6.4.3 se verificó que todas las muestras están con resistencia a la compresión mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  más los  $35\text{ kg/cm}^2$ .

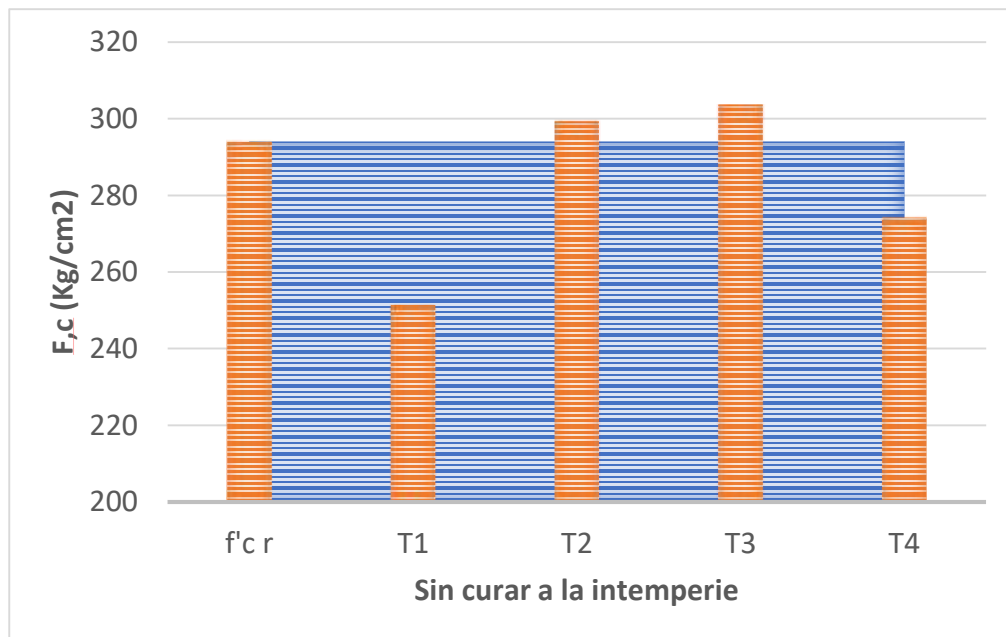
De los ensayos de resistencia de las probetas CAI comparadas con el CSL tuvieron porcentajes de variación en todos los casos por encima del 85%.

Por lo tanto, de los dos párrafos precedentes se valida que el proceso de curado aspersión a la intemperie para la ciudad de Huánuco cumple con los requerimientos de la NTE E.060

**Tabla 29**

*Variación del resultado de los ensayos de resistencia de las probetas sin curado a la intemperie*

Tanda de muestreo	SCI kg/cm <sup>2</sup>	CSL	Variación del f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	% de Variación SCI del CSL
T-1	251.39	295.17	41.39	85.17%
T-2	299.38	334.76	89.38	89.43%
T-3	303.71	341.88	93.71	88.84%
T-4	274.22	326.43	64.22	84.01%



De la Tabla 29 en concordancia a la NTE E.060 en su artículo 5.6.4.3 se verifico que todas las muestras están con resistencia a la compresión mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  más los 35  $\text{kg/cm}^2$ .

De los ensayos de resistencia de las probetas SCI comparadas con el CSL tuvieron porcentajes de variación de la resistencia entre 84.01% y 89.43%.

Por lo tanto, de los dos párrafos precedentes se valida que el proceso de curado natural o sin curar a la intemperie para la ciudad de Huánuco cumple con los requerimientos de la NTE E.060

## Conclusiones

Se concluye que la hipótesis general es verdadera debido a que las probetas con curado intermitente se encontraron por encima de la resistencia del concreto sin curar a la intemperie o curado natural en valores entre 0.65 y 29.83 kg/cm<sup>2</sup>, pero siendo la resistencia del concreto de las probetas con curado intermitente menor entre el rango de 14.77 y 34.73 kg/cm<sup>2</sup> de la resistencia del concreto de las probetas con curado sumergido en laboratorio.

Se deduce que la hipótesis específica N° 1 es verdadera ya que se obtuvo el valor de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto sometido a curado intermitente en obra por aspersión superan en promedio en 1.73% la resistencia de concreto requerida  $f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$  y es superior al  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Se acepta como verdadero la hipótesis específica N° 2, porque la resistencia a la compresión del concreto sin curar expuesto a la intemperie (curado natural) presentó valores promedio de 95.65% del  $f'_{cr} = 295 \text{ Kg/cm}^2$ , siendo por lo tanto menor que el  $f'_{cr}$ .

Se acepta como verdadero la hipótesis específica N° 3, ya que la resistencia promedio de las probetas de concreto curado en laboratorio, fueron superior al  $f'_{cr}$  en 10.02% y superior al  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

La resistencia a la compresión del concreto, que fue sometido a curado intermitente en obra tiene una variación promedio de 17.93 kg/cm<sup>2</sup> que es más cercano a la resistencia a la compresión de la probeta sin curar a la intemperie o curado natural, ya que con las probetas curadas en laboratorio presenta una variación promedio de 24.46 kg/cm<sup>2</sup> que es mayor que el primero.

Siguiendo la NTE E.060 artículo 5.6.4.3, las probetas de del grupo 2 (CAI) y las del grupo 3 (SCI) superan el valor del  $f'_c = 210$  más los 35kg/cm<sup>2</sup>, por lo que se concluye que estos métodos de curado son válidos, siempre y cuando se lleve un control adecuado del proceso y siguiendo las especificado en las NTE E.060.

Para climas similares a la ciudad de Huánuco con una temperatura promedio

mensual de entre 14.52°C, y 27.45 °C, una humedad relativa promedio mensual de 61.03 %, para concreto elaborados siguiendo las NTE E.060, el curado por aspersión de manera intermitente y el curado natural o sin curar a la intemperie estaría superando los valores de  $f' c$  . Por lo tanto, se estaría validando ambos métodos de curado.

Debido a que la correlación de Pearson es positiva y valores entre 0.8 – 1, las tandas de muestreo tuvieron una relación directa; El concreto alcanza mayores resistencias a la compresión con el proceso de curado, así sea de manera esporádica y a mayor tiempo de exposición al agua mejores resultados obtendremos.

De la variación de la tanda 1, que tenía un slump de 5.3", se evidencia que la relación agua cemento reduce notablemente la resistencia a la compresión en los 3 procesos de curado, medido a los 28 días.

### **Recomendaciones o sugerencias**

Se recomienda seguir y respetar el proceso de diseño de mezcla establecidos en las NTE E.060, para garantizar que el  $f'c$  se encuentre dentro de los márgenes aceptables, para la validación de una estructura.

Se recomienda aplicar el curado intermitente en obra por aspersion ya que mejora la resistencia a la compresión del concreto.

Se recomienda aceptar el proceso de curado intermitente por aspersion en el concreto, bajo condiciones climatológicas similares a la ciudad de Huánuco, ya que conserva la resistencia a la compresión dentro del rango aceptable, teniendo en cuenta los lineamientos de la NTE E.060.

Se recomienda replicar el proceso de curado en laboratorio, a fin de obtener los mayores valores posibles de la resistencia a la compresión del concreto.

Se recomienda seguir la investigación y ver de qué manera se ve afectada otras propiedades del concreto y los aceros de refuerzo, con los procesos de curado intermitente y curado natural en la ciudad de Huánuco.

Se sugiere seguir con la investigación y determinar la relación de la variación climatológica (humedad relativa, velocidad del viento, temperatura, precipitación y otros) con la resistencia del concreto.

Se sugiere seguir investigando la validación del curado intermitente y curado natural, tratando de replicar las posibles fallas que se pueden presentar en el proceso constructivo del concreto en obra.

### Referencias Bibliográficas

- Alemán Flores, O., & Montoya Machado, J. (2014). *Influencia de los métodos de curado en el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Casas Rivera, D. (2012). Investigaciones Antropológicas. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Antropología-UNCP*, 122.
- Dirección de Normalización - INACAL. (2015). *NTP 339.033: CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo*. Lima: INACAL.
- Esteban Ponce, F. E., & Tolentino Gonzales, F. A. (2019). "Análisis de la influencia del tipo de curado en la permeabilidad y la absorción capilar del concreto hidráulico en la ciudad de Huánuco"[Tesis para optar título profesional de ingeniero civil]. Huanuco: Universidad Privada Huánuco .
- Fernandez Luco, L. (2009). Importancia del curado en la calidad de hormigon de recubrimiento. *Hormigon*, 38-47.
- Gonnerman, H. S. (1928). *Flexure and tension tests of plain concrete*. Washington: Research and Development Laboratories of the Portland Cement Association.
- Guevara Fallas, G., & Hidalgo Madrigal , C. (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 80-86.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (JUNIO de 2020). Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. *BOLETIN AGUA*, 13.
- Manobanda Laica, C. D. (2013). *El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Marin Gutierrez , A. M. (2019). *Resistencia a compresión del concreto de columnas de obras autoconstruidas al considerar curado en laboratorio y en obra en el sector la Molina - Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Murga Cori, F. T. (2016). *Desempeño del concreto elaborado en la Provincia de*

*Huánuco con las diferentes marcas comerciales del Cemento Portland tipo I.*

(Tesis de pregrado para optar el grado de Ingeniero civil). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Huánuco-Perú. Obtenido de TIC/00103/M83

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

Pérez Chajón, G. (2013). *Evaluación de la incidencia de la temperatura y humedad relativa, en el comportamiento del concreto durante su mezclado y curado (siete días) utilizando dos tipos de cemento*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Saavedra Vera, J. V. (2011). *Tecnología de los Materiales*. Lima: Universidad Nacional del Santa.

Solís Carcaño, R., & Moreno, E. (2005). Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. *Ingeniería*, 5-17.

Torre C, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. LIMA, PERU: Universidad Nacional de Ingeniería.

## Anexos

Anexo 1 <i>Matriz De Consistencia</i> .....	67
Anexo 2 <i>Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso</i> .....	68
Anexo 3 <i>Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino</i> .....	69
Anexo 4 <i>Características físicas del agregado grueso</i> .....	70
Anexo 5 <i>Características físicas del agregado fino</i> .....	71
Anexo 6 <i>Diseño de mezcla del concreto para <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math></i> .....	72
Anexo 7 <i>Ensayo de resistencia de las probetas CSL de la tanda 1, tanda 2 y tanda 3</i> .....	76
Anexo 8 <i>Ensayo de resistencia de las probetas CSL de la tanda 4</i> .....	77
Anexo 9 <i>Ensayo de resistencia de las probetas SCI de la tanda 1, tanda 2 y tanda 3</i> .....	78
Anexo 10 <i>Ensayo de resistencia de las probetas SCI de la tanda 4</i> .....	79
Anexo 11 <i>Ensayo de resistencia de las probetas CAI de la tanda 1, tanda 2 y tanda 3</i> .....	80
Anexo 12 <i>Ensayo de resistencia de las probetas CAI de la tanda 4</i> .....	81
Anexo 13 <i>Certificado de calibración de la prensa de concreto</i> .....	82
Anexo 14 <i>Certificado de calibración de la balanza electrónica</i> .....	85
Anexo 15 <i>Panel fotográfico</i> .....	88



## Anexo 1

### Matriz De Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿En qué medida influye el curado por aspersión de manera intermitente, en la resistencia a la compresión, para un concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>, elaborado con cemento tipo I, como indican las normas vigentes al año 2021?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el valor de la influencia del curado por aspersión de manera intermitente, en la resistencia a la compresión, para un concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>, elaborado con cemento tipo I, como indican las normas vigentes al año 2021</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>Los valores de la resistencia a la compresión del concreto curado por aspersión de manera intermitentes se encuentra entre los valores del curado sumergido y del sin curar a la intemperie, para un concreto <math>f'c = 210\text{kg/cm}^2</math>, elaborado con cemento tipo I, como indican las normas vigentes al año 2021.</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Relacional</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p>
<p>Problema específico N.º 1. ¿Cuál es el valor del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto curado en obra sometido a curado intermitente por aspersión, para una dosificación de concreto de <math>f_{cr} = 295\text{ kg/cm}^2</math>?</p>	<p>Objetivo específico N.º 1. Determinar el valor del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto curado en obra sometido a curado intermitente por aspersión, para una dosificación de concreto de <math>f_{cr} = 295\text{kg/cm}^2</math></p>	<p>Hipótesis específica N.º 1. El valor del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto sometido a curado intermitente en obra por aspersión, es superior al valor de la resistencia especificada a la compresión del concreto requerido en el diseño de <math>f_{cr}=295\text{ kg/cm}^2</math>.</p>	<p><b>Muestra:</b> Probabilística, aleatoria simple</p>
<p>Problema específico N.º 2. ¿Cuánto será el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto sin curar sometido a la intemperie, para una dosificación de concreto de <math>f_{cr} = 295\text{ kg/cm}^2</math>?</p>	<p>Objetivo específico N.º 2. Calcular el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto sin curar sometido a la intemperie, para una dosificación de concreto de <math>f_{cr} = 295\text{ kg/cm}^2</math>.</p>	<p>Hipótesis específica N.º 2 El resultado del ensayo de resistencia a la compresión del concreto sin curar expuesto a la intemperie, es menor o igual a la resistencia especificada a la compresión del concreto requerido en el diseño de <math>f_{cr}=295\text{ kg/cm}^2</math>.</p>	<p><b>Estadística:</b> Descriptiva</p>
<p>Problema específico N.º 3. ¿Cuál es el valor del ensayo a la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto con curado en laboratorio, para una dosificación de concreto de <math>f_{cr} = 295\text{kg/cm}^2</math>?</p>	<p>Objetivo específico N.º 3. Obtener el valor del ensayo a la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas del concreto con curado en laboratorio, para una dosificación de concreto de <math>f_{cr} = 295\text{kg/cm}^2</math></p>	<p>Hipótesis específica N.º 3. El valor del ensayo a la resistencia a la compresión del concreto curado en laboratorio, es más cercano al valor de la resistencia promedio a la compresión requerida (<math>f'_{cr}</math>) determinado en el diseño de mezcla.</p>	<p><b>Prueba.</b> Comparativa de Varianza</p>

## Anexo 2

## Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

<b>ANALISIS GRANULOMETRICO</b>							
SOLICITA	:	Bach Ing. Sandra Rocio Rojas Leandro					
LOCALIZACION	:	Huanucp - Huanuco - Huanuco					
MATERIAL	:	<b>AGREGADO GRUESO</b>					
CANTERA	:	Rio Huallaga - Figueroa					
DESIGNACION	:	ASTM C33-2001					
FECHA	:	Agosto 2021					
TAMICES	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PASANTE	ASTM 33-78	
	mm	gr	%	%	%	LI	LS
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	#####
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	#####
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	#####
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	#####
3/4"	19.05	544.00	14.51	14.51	85.49	90.00	#####
1/2"	12.70	1904.50	50.81	65.32	34.68	60.00	77.50
3/8"	9.52	1025.00	27.34	92.66	7.34	20.00	55.00
N° 4	4.750	272.50	7.27	99.93	0.07	0.00	10.00
N° 8	2.380	2.50	0.07	100.00	0.00	0.00	5.00
<b>TOTAL</b>		<b>3748.50</b>					

**CURVA GRANULOMETRICA**

<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</b>	<b>3/4"</b>
------------------------------	-------------

es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5 % y 10%

Según la Norma ITINTEC 400,037, se permite el uso del agregado que no cumpla con la gradación indicada, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que se aseguren que el material producirá hormigón (concreto), de la calidad requerida

OBSERVACIONES: El material fue colocado en el Laboratorio por el Solicitante

### Anexo 3

#### Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

<b>ANALISIS GRANULOMETRICO</b>							
SOLICITA	:	Bach Ing. Sandra Rocio Rojas Leandro					
LOCALIZACION	:	Huanucp - Huanuco - Huanuco					
MATERIAL	:	<b>AGREGADO FINO</b>					
CANTERA	:	Rio Huallaga - Figueroa					
DESIGNACION	:	ASTM C33-2001					
FECHA	:						
TAMICES	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PASANTE	ASTM 33-01	
ASTM	mm	RETENIDO gr	PARCIAL %	RET. ACUMUL. %	ACUMULADO %	PASA	
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	LI	LS
N° 4	4.75	76.00	2.29	2.29	97.71	95	100
N° 8	2.36	81.00	2.44	4.72	95.28	80	100
N° 16	1.18	763.00	22.96	27.69	72.31	50	85
N° 30	0.60	895.00	26.93	54.62	45.38	25	60
N° 50	0.30	894.00	26.90	81.52	18.48	5	30
N° 100	0.150	467.00	14.05	95.58	4.42	0	10
N° 200	0.075	85.00	2.56	98.13	1.87	0	3
FONDO		62.00	1.87	100.00	0.00		
		<b>3323.00</b>					

**CURVA GRANULOMETRICA**

<b>MODULO DE FINEZA</b>	<b>2.66</b>
-------------------------	-------------

Según la Norma ITINTEC 400,037, se permite el uso del agregado que no cumpla con la gradación indicada, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que se aseguren que el material producirá hormigón (concreto), de la calidad requerida

OBSERVACIONES:

## Anexo 4

### Características físicas del agregado grueso

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO					
SOLICITA	Bach Ing. Sandra Rocio Rojas Leandro				
LOCALIZACION	Huanucp - Huanuco - Huanuco				
MATERIAL	<b>AGREGADO GRUESO</b>				
CANTERA	Rio Huallaga - Figueroa				
FECHA	Agosto 2021				
<b>1.- AGREGADO GRUESO</b>					
<b>1.1.- PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO</b>					
Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Muestra (kg)	Dimensiones del Molde		Peso de la Muestra (kg)	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )
7.810	11.787	Altura (cm)	Diametro (cm)	3.977	3186.692
		17.680	15.149		
$\text{Peso unitario suelto y compactado A. Grueso} = \left( \frac{\text{Peso de Muestra} - \text{Peso del Molde}}{\text{Volumen del Molde}} \right) \text{ kg/cm}^3$					
A.G. =	1248.003	kg/m <sup>3</sup>			
A.G. =	1.248	tn/m <sup>3</sup>			
<b>1.2.- PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO</b>					
Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Muestra (kg)	Dimensiones del Molde		Peso de la Muestra (kg)	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )
7.810	12.261	Altura (cm)	Diametro (cm)	4.451	3186.692
		17.680	15.149		
$\text{Peso unitario suelto y compactado A. Grueso} = \left( \frac{\text{Peso de Muestra} - \text{Peso del Molde}}{\text{Volumen del Molde}} \right) \text{ kg/cm}^3$					
A.G. =	1396.746	kg/m <sup>3</sup>			
A.G. =	1.397	tn/m <sup>3</sup>			
<b>1.3.- PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO</b>					
Nro de Ensayo	Und	1			
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (B)	gr	2600.00			
Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	0.00			
Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2650.00			
Peso de la Muestra Saturada Sumergida (C)	gr	1650.00			
Peso de la tara	gr	505.00			
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3090.00			
Peso de la Muestra Seca (A)	gr	2585.00			
Gravedad Especifica Seca ((A/(B-C)))	gr/cm <sup>2</sup>	2.7211			
Gravedad Especifico Saturada (S.S.S) ((B/(B-C)))	gr/cm <sup>3</sup>	2.7368			
Peso Especifico Aparente ((A/(A-C)))	gr/cm <sup>3</sup>	2.7647			
Porcentaje de Absorción ((B-A)/A)*100	%	0.580%			
$A. G = \frac{P \text{ saturado} - P \text{ natural}}{P \text{ natural}} * 100$					
% w =	0.580%				
P. Especifico =	2721.05	kg/m <sup>3</sup>			
<b>1.4.- CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.</b>					
Nro de Ensayo	1	2	3		
Peso Tarra (kg)	0.702	0.685	0.719		
Peso Natural + Tarra (kg)	3.219	2.852	3.053		
Peso Seco + Tarra (kg)	3.171	2.815	3.006		
Contenido de Humedad	1.514%	1.314%	1.564%		
$\%w = \frac{P \text{ natural} - P \text{ seco}}{P \text{ seco}} * 100$					
% w =	1.464%				

## Anexo 5

### Características físicas del agregado fino

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO					
SOLICITA	Bach Ing. Sandra Rocio Rojas Leandro				
LOCALIZACION	Huanuco - Huanuco - Huanuco				
MATERIAL	<b>AGREGADO FINO</b>				
CANTERA	Rio Huallaga - Figueroa				
FECHA	Agosto 2021				
<b>2.- AGREGADO FINO</b>					
<b>2.1.- PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b>					
Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Muestra (kg)	Dimensiones del Molde		Peso de la Muestra (kg)	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )
		Altura (cm)	Diametro (cm)		
7.424	12.337	16.763	15.200	4.913	3041.787
$\text{Peso unitario suelto y compactado A. Fino} = \left( \frac{\text{Peso de Muestra} - \text{Peso del Molde}}{\text{Volumen del Molde}} \right) \text{ kg/cm}^3$					
A.G. =	1615.169	kg/m <sup>3</sup>			
A.G. =	1.615	Tn/m <sup>3</sup>			
<b>2.2.- PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO</b>					
Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Muestra (kg)	Dimensiones del Molde		Peso de la Muestra (kg)	Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )
		Altura (cm)	Diametro (cm)		
7.424	12.619	16.763	15.200	5.195	3041.787
$\text{Peso unitario suelto y compactado A. Fino} = \left( \frac{\text{Peso de Muestra} - \text{Peso del Molde}}{\text{Volumen del Molde}} \right) \text{ kg/cm}^3$					
A.G. =	1707.878	kg/m <sup>3</sup>			
A.G. =	1.708	Tn/m <sup>3</sup>			
<b>2.3.- PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO.</b>					
Nro de Ensayo			1		
Peso de la Arena Saturada con Superficie Seca SSS (S)	gr		500.03		
Peso de la fiola + Agua hasta marca (B)	gr		1256.00		
Peso de la fiola + Arena sss + Agua hasta marca (C)	gr/cm <sup>3</sup>		1543.00		
Peso de la Arena Seca (A)	gr/cm <sup>3</sup>		492.60		
Densidad muestra seca ((A/(B+S-C)))	gr/cm <sup>3</sup>		2.3124		
Densidad muestra sss ((S/(B+S-C)))	gr/cm <sup>3</sup>		2.3472		
Densidad aparente ((A/(B+A-C)))	gr/cm <sup>3</sup>		2.3959		
Porcentaje de Absorción ((S-A)/A)*100	gr/cm <sup>3</sup>		1.508%		
$A.F = \frac{P \text{ saturado} - P \text{ seco}}{P \text{ seco}} * 100$					
% w =	1.508%				
P. Especifico =	2312.350	kg/m <sup>3</sup>			
<b>2.4.- CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.</b>					
Nro de Ensayo	1	2	3		
Peso Tarra (gr)	688	714	705		
Peso Natural + Tarra (gr)	2000	2000	2000		
Peso Seco + Tarra (gr)	1914	1891	1923		
Contenido de Humedad	4.493%	5.764%	4.004%		
$\%w = \frac{P \text{ natural} - P \text{ seco}}{P \text{ seco}} * 100$					
% w =	4.754%				

**Anexo 6**Diseño de mezcla del concreto para  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ **DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO DEL ACI****1.- CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO****Contamos con casos menos de 15 ensayos o ningún dato estadístico****TABLA N° 01**

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra

Resistencia especificada a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )				Resistencia promedio requerida a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
	$f'_c$	<	210	$f'_{cr} = f'_c + 70$
210	$\leq$	$f'_c$	$\leq$ 350	$f'_{cr} = f'_c + 85$
	$f'_c$	>	350	$f'_{cr} = 1,1 f'_c + 50$

Nota: modificado de la tabla 5.3 de la N.T.E. E 0.60 Concreto Armado (MPA a Kg/cm<sup>2</sup>) $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> $f'_{cr} = 295$  kg/cm<sup>2</sup>**2.- CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO Y EL AGREGADO FINO**

El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede retener de 5% a 15% del del agregado dependiendo del número de tamaño.

**TABLA N° 02**

Características físicas del agregado fino y agregado grueso

DESCRIPCION	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso Unitario Suelto Seco	1615.17 kg/m <sup>3</sup>	1248.00 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado Seco	1707.88 kg/m <sup>3</sup>	1396.75 kg/m <sup>3</sup>
Peso Especifico de Masa	2312.35 kg/m <sup>3</sup>	2721.05 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	4.75%	1.46%
Porcentaje de Absorción	1.51%	0.58%
Módulo de Fineza	2.66	
Tamaño Máximo del Agregado		3/4"

**3.- DETERMINACIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO****TABLA N° 03**

Asentamientos recomendados para diferentes tipos de construcción

Tipo de Construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y Muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, calzaduras y subestructura de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota: extraído de la tabla 6.3.1 ACI 211.1 Standard Practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete

Asentamiento = 4"

**4.- DETERMINACION DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE DISEÑO Y AIRE ATRAPADO O INCORPORADO POR TEMAS DE CONGELAMIENTO**

**TABLA N° 04**

Cantidades aproximadas de agua de mezclado que se requieren para diferentes asentamientos y tamaño de gravas

SLUMP	Agua en lt/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" = 25 mm	(9.5 mm.)	(12.5 mm.)	(19 mm)	(25 mm)	(37.5 mm)	(50 mm)	(75 mm)	(150 mm)
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" (75 a 100 mm)	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" (150 a 175 mm)	243	228	216	202	190	178	160	---
Porcentaje (%) de Aire Atrapado								
% Aire Atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2" (25 a 50 mm)	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" (75 a 100 mm)	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" (150 a 175 mm)	216	205	197	184	174	166	154	---
Porcentaje (%) de Aire incorporado según el grado de exposición (Congelamiento) **								
Exposición Leve	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición Moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición Severa	7.5	7	6.5	6	5.5	5	4.5	4

Nota: extraído de la tabla 6.3.1 ACI 211.1 Standard Practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete

$$\begin{aligned} \text{Vol agua x m}^3 &= 205.00 \text{ lt/m}^3 \\ \% \text{ AIRE} &= 2.00\% \end{aligned}$$

**5.- SELECCIÓN DE LA RELACION AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA Y DURABILIDAD**

**TABLA N° 05**

Selección de la relación agua/cemento por resistencia (f<sub>c</sub>)

f <sub>cr</sub> A LOS 28 DIAS (kg/cm <sup>2</sup> )*	CONCRETO S/AIRE INCORPORADO	CONCRETO C/AIRE INCORPORADO
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	0.34
450	0.38	0.31

Nota: extraído de la tabla 6.3.1 ACI 211.1 Standard Practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete

\* Los valores corresponden a resistencias promedio estimadas para concretos que no contengan más del porcentaje del aire mostrado en la tabla N°4. Para una relación agua-cemento constante, la resistencia del concreto se reduce conforme aumenta el contenido de aire.

$$f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

$$A/C = 0.56$$

$$\begin{aligned} \text{Peso de cemento} &= 366.07 \text{ kg} \\ &8.61 \text{ bls/m}^3 \end{aligned}$$

**6.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO**

**TABLA N° 06**

Peso del Agregado grueso por unidad de Volumen del Concreto

Tamaño máximo nominal del A.G.	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de C°, para diversos módulos de finura (b/b <sub>o</sub> )			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8" - 9.5 mm	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2" - 12.5 mm	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4" - 19 mm	0.66	0.64	0.62	0.60
1" - 25 mm	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2" - 37.5 mm	0.75	0.73	0.71	0.69
2" - 50 mm	0.78	0.76	0.74	0.72
3" - 75 mm	0.82	0.80	0.78	0.76
6" - 150mm	0.87	0.85	0.83	0.81

$$\begin{aligned} \text{Vol agregado grueso seco y compactado} &= 0.6335 \times 8 \text{ m}^3 \\ &= 884.95 \text{ m}^3 \\ \text{Peso unitario Compactado Seco} &= 884.95 \text{ m}^3 \times 6 \text{ kg/m}^3 \\ &= 5309.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

**7.- DETERMINACION DE LAS PROPORCIONES DE LA MEZCLA**

**7.1.**

**- VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES**

MATERIAL	PESO	P.E	VOLUMEN ABSOLUTO
	kg	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
CEMENTO	366.07	3150	0.1162
AGREGADO GRUESO	884.96	2721.052632	0.3252
AGUA	205	1000	0.2050
AIRE			0.02
SUB TOTAL			0.6664
AGREGADO FINO	771.31	2312.350373	0.3336

**7.2.**

**- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

MATERIAL	PESO	HUMEDAD	PESO CORREGIDO
	Kg	%	Kg
AGREGADO GRUESO	884.96	1.46%	897.91
AGREGADO FINO	771.31	4.75%	807.98



**CORRECCION POR  
7.3- ABSORCION**

MATERIAL	PESO	ABSORCION	HUMEDAD	AGUA LIBRE
	Kg	%	%	lt
AGREGADO GRUESO	884.96	0.58%	1.46%	-7.82
AGREGADO FINO	771.31	1.51%	4.75%	-25.03
TOTAL AGUA LIBRE				-32.85

$$205 \text{ AGUA EFECTIVA} + (-32.85) = 172.15 \text{ lt}$$

**7.4. PROPORCION EN  
- PESO**

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREG GRUESO	AGUA
$\frac{366.07}{366.07}$	$\frac{807.98}{366.07}$	$\frac{897.91}{366.07}$	$\frac{172.15}{366.07}$
1.00 kg	2.21 kg	2.45 kg	0.47 kg
42.5 0 kg	93.80 kg	104.25 kg	19.99 lt

**7.5.  
- PROPORCION EN VOLUMEN**

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREG GRUESO	AGUA
1.00 bls	2.05 bls	2.95 bls	19.99 lt

## Anexo 7

## Ensayo de resistencia de las probetas CSL de la tanda 1, tanda 2 y tanda 3

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sup>c</sup>) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMENTY 2000</b>	
---	---	---

**OBRA** : "INFLUENCIA DEL CURADO INTERNAMENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sup>c</sup>=210 KG/CM<sup>2</sup> HUÁNUCO 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO  
**FECHA** : 29 DE SEPTIEMBRE DEL 2021  
**TESISTA** : BACH. SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sup>c</sup> (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F <sup>c</sup>
CURADOS 1	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	499.77	50962	288.38	137.3
CURADOS 1	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	530.28	54073	301.95	143.8
CURADOS 2	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	600.4	61223	341.88	162.8
CURADOS 2	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	567.81	57900	327.64	156.0
CURADOS 3	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	616.28	62842	350.92	167.1
CURADOS 3	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	576.81	58817	332.84	158.5

  
 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667


  
 Elio Augusto Saavedra  
 CIP N° 169667

**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

## Anexo 8

## Ensayo de resistencia de las probetas CSL de la tanda 4

	<p align="center"><b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO</b> (F<sub>c</sub>) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMENTY 2000</p>	
---	---	---

**OBRA** : "INFLUENCIA DEL CURADO INTERNAMENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sub>c</sub>=210 KG/CM<sup>2</sup>, HUÁNUCO 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO  
**FECHA** : 30 DE SEPTIEMBRE DEL 2021  
**TESISTA** : BACH. SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>c</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F <sub>c</sub>
CURADOS I	02/09/21	30/09/21	28	15	176.72	210	565.16	57629	326.11	155.3
CURADOS I	02/09/21	30/09/21	28	15.1	179.08	210	573.81	58511	326.74	155.6

## OBSERVACIONES



Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.


 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169867


 Elio Augusto Saavedra C.  
 CIP N° 169867

## Anexo 9

### Ensayo de resistencia de las probetas SCI de la tanda 1, tanda 2 y tanda 3

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sup>c</sup>) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMEN STYE 2000</b>	
---	--	---

OBRA :	"INFLUENCIA DEL CURADO INTERNAMENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F <sup>c</sup> =210 KG/CM <sup>2</sup> , HUÁNUCO 2021"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
FECHA :	29 DE SETIEMBRE DEL 2021
TESISTA :	BACH. SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sup>c</sup> (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F <sup>c</sup>
SIN CURAR 1	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	428.13	43656	247.04	117.6
SIN CURAR 1	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	449.1	45795	255.72	121.8
SIN CURAR 2	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	520.86	53112	300.55	143.1
SIN CURAR 2	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	523.71	53403	298.21	142.0
SIN CURAR 3	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	517.7	52790	298.73	142.3
SIN CURAR 3	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	542.1	55278	308.68	147.0

  
 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 168067

  
 Elio Augusto Saavedra C  
 TEC. LABORATORIO DE PRUEBAS DE CONCRETO Y ACERVO

#### OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

## Anexo 10



### Ensayo de resistencia de las probetas SCI de la tanda 4



	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sub>c</sub>) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMENTE 2000</b>	
---	---	---

**OBRA :** "INFLUENCIA DEL CURADO INTERNAMENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F<sub>c</sub>=310 KG/CM<sup>2</sup>, HUÁNUCO 2021"  
**UBICACIÓN :** DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO  
**FECHA :** 30 DE SETIEMBRE DEL 2021  
**TESISTA :** BACH. SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>c</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F <sub>c</sub>
SIN CURAR I	02/09/21	30/09/21	28	15.1	179.08	210	514.06	52419	292.71	139.4
SIN CURAR I	02/09/21	30/09/21	28	15	176.72	210	443.18	45191	255.73	121.8

**OBSERVACIONES:**  
 Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.


  
**Eng. Rider Cajaleon Jaramillo**  
 CIP N° 169967


  
**Elio Augustó Saavedra C.**  
 TECN. LABORATORISTA SUE. DE CONCRETO Y ACIERTO

## Anexo 11

Ensayo de resistencia de las probetas CAI de la tanda 1, tanda 2 y tanda 3.

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sub>c</sub>) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMENTY 2000</b>	
---	---	---

OBRA :	*INFLUENCIA DEL CURADO INTERNAMENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F <sub>c</sub> =110 KG/CM <sup>2</sup> , HUÁNUCO 2021*
UBICACIÓN :	DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO
FECHA :	29 DE SEPTIEMBRE DEL 2021
TESISTA :	BACH. SANDRA ROCIO ROJAS LEANDRO

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>c</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F <sub>c</sub>
CURADO POR ASPERSIÓN	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	474.15	48349	269.99	128.6
CURADO POR ASPERSIÓN	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	465.19	47435	268.43	127.8
CURADO POR ASPERSIÓN 2	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	534.18	54470	304.17	144.8
CURADO POR ASPERSIÓN 2	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	512.78	52288	295.89	140.9
CURADO POR ASPERSIÓN 3	01/09/21	29/09/21	28	15	176.72	210	568.22	57941	327.88	156.1
CURADO POR ASPERSIÓN 3	01/09/21	29/09/21	28	15.1	179.08	210	573.1	58439	326.33	155.4

  
 Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169567



  
 Elio Augusto Saavedra C.  
 INGENIERO EN CIENCIAS DE CONCRETO Y ASFALTO

## OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

## Anexo 12

## Ensayo de resistencia de las probetas CAI de la tanda 4

 <b>LABORTEC</b> <small>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE MATERIALES</small>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO          (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMEN STYE 2000</b>	
---	---	---

**OBRA** : "INFLUENCIA DEL CURADO INTERNAMENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, HUÁNUCO 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE HUÁNUCO - PROVINCIA DE HUÁNUCO - DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO  
**FECHA** : 30 DE SEPTIEMBRE DEL 2021  
**TESISTA** : BACH. SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO



ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
CURADO POR ASPERSIÓN	02/09/21	30/09/21	28	15.1	179.08	210	541.16	55182	308.14	146.7
CURADO POR ASPERSIÓN	02/09/21	30/09/21	28	15	176.72	210	519.82	53006	299.95	142.8

**OBSERVACIONES**  
 Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



## Anexo 13

## Certificado de calibración de la prensa de concreto

<b>METROTEC</b>		<b>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C.</b>
		<small>Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Fuerza</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>MT - LF - 142 - 2020</b>
		<small>Página 1 de</small>
1. Expediente 2. Solicitante 3. Dirección 4. Equipo Capacidad Marca Modelo Número de Serie Procedencia Identificación Indicación Marca Modelo Número de Serie Resolución Ubicación 5. Fecha de Calibración	200135  LABORTEC E.I.R.L.  Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO  PRESNA DE CONCRETO  2000 kN  A&A INSTRUMENTS  STYE-2000  130204  CHINA  NO INDICA  DIGITAL MC LM-02 NO INDICA 0,01 / 0,1 kN (*)  LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  2020-09-08	<p>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).</p> <p>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.</p> <p>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2020-09-09	 <b>ELEAZAR CESAR CHAVEZ RARAZ</b>	
<small>           Metrología &amp; Técnicas S.A.C.            Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú            Tel: (511) 540-0642            Cel: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282            RPC: 940037490         </small>		
<small>           email: metrologia@metrologiatecnicas.com            ventas@metrologiatecnicas.com            calidad@metrologiatecnicas.com            WEB: www.metrologiatecnicas.com         </small>		



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 142 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 2

#### 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 Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### 7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Las Viñas N° s/n Mz. B-04 Urb. Cayhuayna Baja - HUANUCO

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,7 °C	26,7 °C
Humedad Relativa	63 % HR	63 % HR



#### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-012-20A

#### 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.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MT - LF - 142 - 2020

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
	%	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10		100,0	100,2	100,3	100,2
20		200,0	200,4	200,3	200,3
30		300,0	300,3	300,1	300,2
40		400,0	400,2	400,1	400,1
50		500,0	499,9	499,8	499,8
60		600,0	599,8	599,8	599,8
70		700,0	700,0	700,0	700,1
80		800,0	800,1	800,3	800,3
90		900,0	900,2	900,2	900,3
100		1000,0	1000,5	1000,4	1000,5
Retorno a Cero			0,0	0,0	0,0

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,22	0,10	---	0,01	0,21
200,0	-0,16	0,10	---	0,01	0,21
300,0	-0,05	0,07	---	0,00	0,21
400,0	-0,04	0,02	---	0,00	0,21
500,0	0,03	0,02	---	0,00	0,21
600,0	0,03	0,02	---	0,00	0,21
700,0	-0,01	0,03	---	0,00	0,21
800,0	-0,04	0,04	---	0,00	0,21
900,0	-0,03	0,02	---	0,00	0,21
1000,0	-0,04	0,01	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------



#### 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.

Metrología &amp; Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

## Anexo 14

## Certificado de calibración de la balanza electrónica

**METROTEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 271 - 2020**Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	200135	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	LABORTEC E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	15 000 g	
División de escala (d)	0,5 g	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.
Div. de verificación (e)	5 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P15	
Número de Serie	8335450052	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
Capacidad mínima	10 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Utilización	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2020-09-08	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-09-09

  
**ELEAZAR CESAR CHÁVEZ RARAZ**


**METROTEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 271 - 2020**Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	Final
	26,7 °C	26,7 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p. (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
5,00	5,0	0,25	0,00						
10,00	10,0	0,25	0,00	0,00	10,0	0,25	0,00	0,00	5,00
50,00	50,0	0,25	0,00	0,00	50,0	0,20	0,05	0,05	5,00
100,00	100,0	0,25	0,00	0,00	100,0	0,25	0,00	0,00	5,00
1 000,00	1 000,0	0,25	0,00	-0,01	1 000,0	0,25	0,00	-0,01	5,00
2 000,00	2 000,0	0,25	0,00	0,00	2 000,0	0,25	0,00	0,00	5,00
4 999,86	5 000,0	0,25	0,14	0,14	5 000,0	0,25	0,14	0,14	10,00
6 999,87	7 000,0	0,25	0,13	0,13	7 000,0	0,30	0,08	0,08	10,00
10 000,00	10 000,0	0,30	-0,05	-0,05	10 000,0	0,25	0,00	0,00	10,00
12 000,00	12 000,0	0,30	-0,05	-0,05	12 000,0	0,25	0,00	0,00	15,00
14 999,86	15 000,0	0,30	0,09	0,09	15 000,0	0,30	0,09	0,09	15,00

\*\* error máximo permisible

L: Carga aplicada a la balanza.  
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
 E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.

**LECTURA CORREGIDA**

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 4,20 \times 10^{-8} \times R$$

**INCERTIDUMBRE**

$$U = 2 \times \sqrt{4,21 \times 10^{-8} \times R^2 + 7,44 \times 10^{-10} \times R^2}$$

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza 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.

Fin del documento

Metrología & Técnicas S.A.C.  
 Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
 Telf.: (511) 540-0642  
 Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282  
 RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)  
[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)  
[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)  
 WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 271 - 2020

 Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

## 11. Resultados de Medición

## INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOS	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

## ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26,7 °C	26,7 °C

Medición Nº	Carga L1 = 7 500,00 g			Carga L2 = 15 000,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
2	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
3	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
4	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
5	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,30	-0,05
6	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
7	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
8	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
9	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
10	7 500,0	0,25	0,00	15 000,0	0,25	0,00
Diferencia Máxima	0,00		Diferencia Máxima		0,05	
Error Máximo Permisible	± 10,00		Error Máximo Permisible		± 15,00	

## ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

 Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26,7 °C	26,7 °C

Posición de Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	5,00 g	5,0	0,25	0,00	5 000,00 g	5 000,0	0,25	0,00	0,00
2		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,25	0,00	0,00
3		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,20	0,05	0,05
4		5,0	0,25	0,00		5 000,5	0,35	0,40	0,40
5		5,0	0,25	0,00		5 000,0	0,30	-0,05	-0,05
Error máximo permisible								± 10,00	

\* Valor entre 0 y 10e

Metrología &amp; Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**Anexo 15***Panel fotográfico*

Fotografía Nro. 01	 A photograph showing two distinct piles of aggregate material laid out on a blue tarp. The pile on the left consists of larger, angular particles, representing coarse aggregate. The pile on the right is composed of smaller, more uniform particles, representing fine aggregate. The background is a light-colored, possibly concrete or dirt surface.	Agregado grueso y agregado fino a emplear en el diseño de mezcla
Fotografía Nro. 02	 A photograph of a laboratory oven with its door open. The oven is white with a control panel on the left side featuring a digital display and several buttons. Inside the oven, a metal tray holds a bowl containing coarse aggregate material. A piece of paper is placed on the bottom shelf of the oven. The interior of the oven is dark, and the lighting is focused on the contents.	Determinación de los ensayos de contenido de humedad del agregado grueso

Fotografía Nro. 03



Determinación de los ensayos de contenido de humedad del agregado fino



Fotografía Nro. 03



Preparación del concreto para la fabricación de las tandas

<p>Fotografía Nro. 04</p>		<p>Verificación del asentamiento que se encuentre entre 3 y 4"</p>
<p>Fotografía Nro. 05</p>		<p>Colocado de mezcla concreto en las probetas cilindradas</p>
<p>Fotografía Nro. 06</p>		<p>Probetas del grupo de control CSL sumergidas en el cilindro en laboratorio</p>



<p>Fotografía Nro. 07</p>		<p>Probetas del grupo de control CAI</p>
<p>Fotografía Nro. 08</p>		<p>Probetas del grupo de control SCI expuesto a la intemperie</p>

Fotografía Nro. 10		Probetas posteriores al proceso de ensayo a la compresión en la prensa de concreto
Fotografía Nro. 09		Ensayo a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto



**RESOLUCIÓN VIRTUAL N°619-2022-UNHEVAL-FICA-D**

Cayhuayna, 13 julio 2022

**VISTO:** La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 13.JUL.2022, del bachiller de Ingeniería Civil **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis;

**CONSIDERANDO:**

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 13.JUL.2022, del bachiller de Ingeniería Civil **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: **INFLUENCIA DEL CURADO INTERMITENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUÁNUCO-2021**;

Que, con Resolución N°582-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 06.JUL.2022, se designa la Comisión de Revisión y Evaluación de tesis del bachiller de Ingeniería Civil **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO**, a los docentes: Presidente: Mg. Jorge Zevallos Huaranga, Secretario: Mg. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, Vocal: Mg. Luis Fernando Narro Jara, Accesitario: Mg. Lyndon Victor Soto Coz;

Que, oficio N° 29-2022 revisionTESIS-rojasleandrosandra- Jzh, del Mg. Jorge Zevallos Huaranga, con Carta N° 28-2022-JD-ERQH del Mg. Elisa Raquel Quintanilla Herrera y con carta N° 036-2022/Mg.LFNJ del Mg. Luis Fernando Narro Jara dan la conformidad a la tesis del bachiller de Ingeniería Civil **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario No 734 - 2022 - UNHEVAL, de fecha 07 de marzo del 2022 en el Título VI - Procedimiento de la Sustentación y Obtención del Grado o Título en su capítulo IV - título III - Art. 45° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije hora, lugar y fecha para el acto de sustentación. ....;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

**SE RESUELVE:**

- 1° **SEÑALAR** fecha y hora para la sustentación virtual de la tesis titulada: **INFLUENCIA DEL CURADO INTERMITENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUÁNUCO-2021** del bachiller de Ingeniería Civil **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO**, para el **jueves 21 julio 2022 a horas 9.30 am**, en la plataforma virtual, por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.

  
Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas  
DECANO

c.c.  
Jurados, Interesado, Archivo  
VGV/Sec.



**ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL DE TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**


En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 21 días del mes de julio de 2022, siendo las 11:00 am, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N° 582-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N° 619-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 13 de julio de 2022 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0734-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial o virtual de tesis titulada: **INFLUENCIA DEL CURADO INTERMITENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUÁNUCO-2021**, para optar el Título de Ingeniero Civil de la Bachiller **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, a través de la plataforma virtual del Cisco Webex Meetings.

Finalizado el acto de sustentación virtual de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:


APellidos y Nombres	Dictamen	Nota	Calificativo
ROJAS LEANDRO SANDRA ROCÍO	APROBADO	14	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 12:30 pm del mismo día 21 de julio de 2022 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

  
**JORGE ZEVALLOS HUARANGA**  
 PRESIDENTE

  
**ELISA RAQUEL QUINTANILLA HERRERA**  
 SECRETARIO

  
**LUIS FERNANDO NARRO JARA**  
 VOCAL

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

**Nº 031-2022- DI/FICA**

La directora de investigación de la Facultad de ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

**HACE CONSTAR** que:

La Tesis titulada **“INFLUENCIA DEL CURADO INTERMITENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F’C=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUÁNUCO-2021.”** de la Bachiller en Ingeniería Civil. **SANDRA ROCÍO ROJAS LEANDRO**, Cuenta con un índice de similitud del 29% verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 30% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 18 de agosto del 2022



.....  
Dra. Ana María Matos Ramírez  
Directora de Investigación FICA

NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis Rojas Leandro (2).docx**

RECUENTO DE PALABRAS

**16717 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**84447 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**110 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**19.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 10, 2022 6:39 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 10, 2022 6:45 PM GMT-5****● 29% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 27% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>		
<b>VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL</b>	<b>VERSION</b>	<b>FECHA</b>	<b>PAGINA</b>
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL			2 de 2

## ANEXO 2

### AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICA DE PREGRADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: ROJAS LEANDRO, Sandra Rocío

DNI: 41811157                      Correo electrónico: sandrarojasleandro@gmail.com

Teléfonos: Casa:                      Celular: 962962995                      Oficina:

#### 2. IDENTIFICAR DE LA TESIS

<b>Pregrado</b>	
Facultad de :	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
E. P. :	INGENIERIA CIVIL

Título profesional obtenido:

INGENIERO CIVIL

---

Título de la tesis:

“INFLUENCIA DEL CURADO INTERMITENTE EN OBRA POR EL MÉTODO DE ASPERSIÓN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F’C=210 kg/cm<sup>2</sup>, HUÁNUCO-2021.”

---

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
<b>X</b>	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		<b>REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES</b>		
<b>VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL</b>	<b>VERSION</b>	<b>FECHA</b>	<b>PAGINA</b>
	OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL			2 de 2

Al elegir la opción “público”, a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web **repositorio.unheval.edu.pe**, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas paginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción “Restringido”, por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

---



---

Asimismo, pedimos indicar el periodo de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

- ( X ) 1 año
- (   ) 2 años
- (   ) 3 años
- (   ) 4 años

Luego del periodo señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasara a ser de acceso público.

Fecha de firma:

26/08/2021

Firma del autor y/o autores:

