



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación del concreto sometido a altas temperaturas para evaluar su resistencia mecánica después de un incendio Tacna, 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Chambilla Chipana, Elvis Avelino ([orcid.org/0000-0003-3428-0891](https://orcid.org/0000-0003-3428-0891))

Mamani Ayna, Crhistian Kenyi ([orcid.org/0000-0001-9300-4630](https://orcid.org/0000-0001-9300-4630))

**ASESOR:**

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo ([orcid.org/0000-0001-8625-3989](https://orcid.org/0000-0001-8625-3989))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A Dios por darme la vida, por guiarme y protegerme siempre ante la adversidad de la vida, por darme las fuerzas para seguir adelante ante cualquier problema.

E. CH - A mi madre Lidia Chipana, hija Gianella Ch. y a Liseth Ch. Onofre por el amor infinito que les guardaré, quiero dedicárselos como muestra del cariño y el amor más puro y sincero que pude a ver conocido y que perdurará por siempre.

A mis queridos padres por Gonzalo Mamani Chana y Martina Ayna Cachicatari por todo el apoyo que me dieron para seguir estudiando y cumplir una de mis metas en mi vida.

A Elizabeth Quispeluzza Roque por apoyarme, motivarme a seguir luchando en la vida y cumplir todos nuestros objetivos que nos planteamos juntos para siempre y a la vez estar a mi lado día a día con mucha paciencia y amor.

**Los autores**

## **Agradecimiento**

A la universidad Cesar Vallejo por darme la oportunidad de ser parte de la universidad como bachiller en ingeniería civil.

También al ingeniero Gustavo Adolfo Aybar Arriola por guiarnos y enseñarnos desde el inicio y fin del desarrollo de la tesis, por sus sabios consejos tanto técnicos como personales.

También al laboratorio TECOSUR SRL por guiarnos durante el proceso de los ensayos.

**Los autores**

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y Diseño de investigación .....	10
3.2. Variable y operacionalización .....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnica e instrumentos de Recolección de datos .....	11
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Método de Análisis de datos .....	12
3.7. Aspectos Éticos.....	12
IV. RESULTADOS .....	13
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES .....	30
VII. RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS .....	33
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1. Contenido de humedad del agregado fino.....	14
Tabla 2. Contenido de humedad del agregado grueso .....	14
Tabla 3. Peso Unitarios Suelto del Agregado fino .....	15
Tabla 4. Peso Unitario Suelto del Agregado grueso.....	15
Tabla 5. Peso específico agregado fino .....	16
Tabla 6. Ensayo de absorción del agregado fino .....	16
Tabla 7. Peso específico del agregado grueso .....	16
Tabla 8. Ensayo de absorción del agregado grueso .....	17
Tabla 9. Resultados del diseño de mezcla 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	17
Tabla 10. Para 1m <sup>3</sup> de concreto .....	18
Tabla 11. Corrección por humedad y absorción.....	18
Tabla 12. Dosificación .....	18
Tabla 13. Resistencia a la compresión.....	19
Tabla 14. Resistencia a la compresión sometida .....	20
Tabla 15. Resistencia a la compresión después de ser sometido a 800°C por 60 minutos.....	20
Tabla 16. Resistencia a la compresión después de ser sometido a 800°C por 120 minutos.....	21
Tabla 17. Resistencia de momento de fallo después de ser sometido a 800 °C por 30 minutos.....	22
Tabla 18. Resistencia de momento de fallo después de ser sometido a 800 °C por 60 minutos.....	23
Tabla 19. Resistencia de momento de fallo después de ser sometido a 800 °C por 120 minutos.....	23

## Índice de figuras

Figura 1. Incendio Av. San Martín – Coronel Inclán.....	2
Figura 2. Incendio Restaurante El Carambita Av. San Martín.....	2
Figura 3. Agregado Fino.....	13
Figura 4. Agregado Grueso.....	13
Figura 5. Resistencia a la compresión.....	21
Figura 6. Tiempo de exposición.....	22
Figura 7. Resistencia de momento de fallo a 800°C por intervalos de tiempo.....	24
Figura 8. Resistencia a la compresión para $f'c = 185.17 \text{ kg/cm}^2$ en función al tiempo.....	24
Figura 9. Reducción de Resistencia vs Patrón $f'c=185.17 \text{ kg/cm}^2$ .....	25
Figura 10. Reducción de Resistencia vs Patrón $f'c=185.17 \text{ kg/cm}^2$ (100%).....	26

## Resumen

En la siguiente investigación se tiene como principal objetivo señalar y determinar las principales variaciones físicas y mecánicas de un concreto armado reforzado con acero de  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> sometida a exposición directa a fuego, se realizó un diseño de mezcla para afianzar que las muestras sean verídicas de  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, para ello utilizaremos 6 columnas reforzadas con acero de dimensiones 0.25 x 0.25 x 0.40 y 24 muestra de testigos de forma cilíndrica de concreto con dimensiones 12cm de diámetro y 40 cm de altura.

Se procedió a la rotura de estas muestras garantizando que las muestras alcancen o que estén dentro de un rango permisible de  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, estas mismas serán sometidas a una temperatura de 800 C y en tiempos diferentes de 30min, 60min y 120min, la exposición directa al fuego se realizará dentro de un horno diseñado y acondicionado que tiene como características un soporte de alta temperatura, las mediciones de temperatura se tomaron con un termómetro digital debidamente certificada y calibrada. Una vez realizada la exposición directa de fuego sobre las muestras de concreto se procedió a la rotura de estas en un laboratorio que cuenta con instrumentos de medición de fuerza resistencia debidamente certificados y calibrados.

**Palabras clave:** Concreto, resistencia, altas temperaturas, evaluación, incendio.

## **Abstract**

In the following investigation, the main objective is to point out and determine the main physical and mechanical variations of a reinforced concrete reinforced with steel of  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> subjected to direct exposure to fire, a mixture design was carried out to ensure that the samples are of  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, for this we will use 6 columns reinforced with steel of dimensions 0.25 x 0.25 x 0.40 and 24 samples of cylindrical concrete witnesses with dimensions 12 cm in diameter and 40 cm in height.

These samples were broken, guaranteeing that the samples reach or are within a permissible range of  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, they will be subjected to a temperature of 800 C and at different times of 30min, 60min and 120min, the exposure direct to the fire will be carried out inside a designed and conditioned oven that has a high temperature support as characteristics, the temperature measurements were taken with a duly certified and calibrated digital thermometer. Once the direct fire exposure was carried out on the concrete samples, their breaking was preceded in a laboratory that has duly certified and calibrated resistance force measurement instruments.

**Keywords:** Concrete, resistance, high temperatures, evaluation, fire.



## I. INTRODUCCIÓN

Las estructuras de concreto están inmersas o sujetas a normativas y reglamentos donde se hace referencia frente a un incendio; a pesar de ello existe una dilación de investigaciones que afloran claramente como considerar de una manera directa, estructurada un diseño de concreto, reglamentos, consideraciones y tabulaciones. Existe un retraso de cómo actuar en los Post. incendios sobre las estructuras de concreto. Las estructuras que son expuestas a fuego directo sufren cambios en su estado natural entre ellas se presentan movimientos, dilataciones, tensiones y empujes. Estas últimas variables convierten a una estructura de concreto en vulnerable a sufrir cambios negativos en su estructura superficial e interna, de tal forma se torna un peligro para los residentes de estas estas estructuras.

Tacna es una ciudad vulnerable frente a los incendios, existen diversas factores que se suman a esta vulnerabilidad, siendo unas la principales: las construcciones de infraestructuras de manera empírica que hacen caso omiso a las normativa y reglamentos de construcción civil; otra de las causa principales son las avenidas principales y calles de la ciudad, las secciones transversales de estas, carecen de una longitud considerable como para el libre tránsito de unidades que hacen frente a este tipo de emergencias (incendios), entre otras.

El problema general de nuestra investigación se resume en la siguiente pregunta: ¿Cuál es el comportamiento del concreto armado luego de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por tiempo variable?, y consideramos problemas específicos: ¿Cómo influye el tiempo de exposición a altas temperaturas en la variación de la resistencia mecánica del concreto armado?, ¿Qué características físicas se presentan en el concreto armado después de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos? y ¿Es posible reparar el concreto armado después de ser sometido a altas temperaturas?.

Los objetivos de nuestra investigación se dirigen a un objetivo principal que se basa en: “Determinar la variación de la resistencia mecánica del concreto armado sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo”. Seguidamente planteamos tres objetivos específicos: “Determinar cómo influye el tiempo de exposición a altas temperatura del concreto armado en la variación de la resistencia mecánica”, “Determinar las características físicas que se presentaría en el concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas

por intervalos de tiempo” y “Determinar si el concreto armado presenta daños reparables después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo”.

Las hipótesis que manejamos durante nuestra investigación se presentan de manera general en: “ El comportamiento del concreto armado que se ha sometido a fuertes temperaturas sufre daños”, y de manera específica en tres hipótesis: “El tiempo de exposición a fuertes temperaturas del hormigón armado influye en la reducción de su resistencia mecánica”, “El concreto armado cambia su aspecto físico, fisurándose y hasta agrietándose superficialmente luego de ser sometido a fuertes temperaturas y a diferentes tiempos” y “Debido a la disminución de la resistencia mecánica del hormigón armado, debe ser reemplazado por completo”.

Figura 1. Incendio en la Av. San Martín – Coronel Inclán



Figura 2. Incendio en el restaurante El Carambita Av. San Martín



Se formulo como **Problema general:** ¿Cuál es el comportamiento del concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por tiempo variable? Problemas específicos: **Primera.** – ¿Cómo influye el tiempo de exposición a altas temperaturas en la variación de la resistencia mecánica del concreto armado? **Segunda.** - ¿Qué características físicas se presentan en el concreto armado después de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos? **Tercera.** - ¿Es posible reparar el concreto armado después de ser sometido a altas temperaturas?

**Justificación:** Actualmente se están realizando estudios globales a nivel nacional y mundial sobre el comportamiento del hormigón expuesto a fuertes temperaturas, sin embargo, se solicitó información para este estudio, el cual es muy limitado a nivel nacional y por ello es una de las razones fundamentales es que es muy importante realizar simulaciones sobre incendios reales, y también para controlar o ayudar a manipular variables a analizar, lo mismo sucede a nivel local, pero sin embargo presenta trabajos en los que analizan el comportamiento de hormigón armado o hormigón simple sometido a alta temperatura según diferentes métodos.

Es por esto que se está realizando la presente investigación y determinar si son las propiedades del concreto las que no han sido estudiadas ni analizadas, por lo tanto, podemos estudiar un concreto que tenga estas propiedades específicas para nuestro diseño compuesto. Todo esto con el fin de asistir la cantidad de información que existe a nivel nacional, que también impulse el desarrollo de la tesis, que es la ocurrencia del incendio de Tacna, tal como ya se sabía que sucedió en la antigua administración quemada por incomodidad. de los manifestantes, el centro comercial 28 de julio producido por el juzgado de circuito, etc. en varios restaurantes y casas de la ciudad de Tacna, por lo que algunos incendios fueron controlados y otros no pudieron, volverse inhabitables. Se ha probado la calidad debido a la falta de erección, por lo que no existe mucha información ni regulación para cuantificar los daños externos y internos a los que se somete el hormigón luego de ser sometido a un incendio.

En la tesis se ha formulado la **hipótesis general:** El comportamiento del concreto armado que se ha sometido a altas temperaturas sufre daños críticos en sus propiedades mecánicas. **Hipótesis específicas: Primera.** – El tiempo de exposición a altas temperaturas del concreto armado influye en la reducción de su resistencia mecánica. **Segunda.** – El concreto armado cambia su aspecto físico, fisurándose y

hasta agrietándose superficialmente después de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos. **Tercera.** - Debido a la reducción de la resistencia mecánica del concreto armado, se debe reemplazar en su totalidad. Dentro de la investigación se ha trazado objetivos, siendo el **Objetivo general:** Determinar la variación de la resistencia mecánica del concreto armado sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo. Objetivos específicos: **Primera.** – Determinar cómo influye el tiempo de exposición a altas temperatura del concreto armado en la variación de la resistencia mecánica. **Segunda.** – Determinar las características físicas que se presentaría en el concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo. **Tercera.** – Determinar si el concreto armado presenta daños reparables después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.

## II. MARCO TEÓRICO

Se tiene a nivel internacional, Alvarado (2016), El objetivo general fue estudiar el comportamiento de las estructuras de hormigón refractario, el tipo de estudio es experimental, en el que se planteó tres objetivos: comparar las propiedades de las estructuras de hormigón en condiciones normales y de las estructuras refractarias, monitorear y detallar el comportamiento del concreto estructural durante y después de la exposición al fuego durante 30 minutos. Determinación de las propiedades mecánicas del hormigón estructural tras la exposición a la llama del fuego y determinación de los criterios de aceptación de una estructura en función de sus características.

Se tiene a nivel nacional, Meza (2019), tuvo como objetivo primordial es evaluar las propiedades mecánicas del hormigón expuesto al fuerte fuego a lo largo de períodos de tiempo, analizar propuestas de mejora, de las cuales se propusieron cinco objetivos, Determinar las propiedades de los componentes para realizar el dimensionamiento del asfalto, Determinar el tamaño del asfalto para las resistencias  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ ,  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$  y  $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ , Diseño de viga de hormigón armado que soporta  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 250\text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280\text{ kg/cm}^2$ , Ensayo de propiedades mecánicas de muestras de hormigón y hormigón armado que no están expuestas y expuesto a las llamas de fuego en los periodos de 15, 30 y 60 minutos y propone un plan para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón armado refractario.

Se tiene a nivel nacional, Navarro & Colque (2021), uno de los objetivos es determinar la resistencia de una probeta del hormigón reforzado la cual será sujeto al fuego en Tacna para el año 2020, y su objetivo específico es determinar variaciones de las propiedades mecánicas de la probeta. resistencia. concreto reforzado. se somete hormigón armado a diferentes temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante un período de 15 minutos y para determinar la influencia crítica de las propiedades de resistencia mecánica de una muestra de hormigón armado ensayada a estas temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante un período de 15 mín.

Se tiene a nivel nacional, Herrera & Celis (2018), donde su objetivo primordial es determinar el efecto del fuego en un hormigón convencional con  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$  después del refractario, y su objetivo específico es el análisis cualitativo

de la cantidad de influencia del fuego sobre la compresión mecánica, resistencia del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , determinación cuantitativa del efecto de las llamas del fuego encima de la resistencia a la tracción del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y análisis cuantitativo de la variación del módulo de elasticidad del hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **Teorías relacionadas al tema**

El **concreto** es uno de los elementos no estructurales y estructurales de construcción más antiguos y populares del mundo, se debe a su bajo precio, está disponible, tiene una durabilidad de mucho tiempo y tiene facultad para soportar condiciones climáticas externas. La producción de concreto y hormigón es más de diez veces más que la producción de acero por toneladas (Li, 2011). Así mismo, otros elementos de acero son más costosos y menos comunes que los materiales de como arena, piedra, cemento, hormigón, etc. Nowak y otros, 1988).

**Efecto de altas temperaturas** sobre el material de construcción, se considera el diseño del concreto como algo importante que está relacionado directamente con el fuego. La operación de las losas de concreto en condiciones de fuego directo es complicada. En un incendio propagado donde llega al límite de producción de altas temperaturas, para eludir el fuego se extiende a los distintos niveles, el piso deberá resistir y disipar las cargas aplicadas de la misma manera soportar las cargas y evitar que la edificación colapse en el momento o terminado el incendio. La transmisión de calor es la suficiencia del material produce calor, y su definición entre el flujo de calor. (Paris, 2005).

El **acero** es muy sensible a las fuertes temperaturas a comparación con el concreto. Los aceros de forma laminado en caliente conservan gran parte de su límite elástico hasta más o menos  $426.7 \text{ }^\circ\text{C}$ , los aceros elongados en frío comienzan a bajar la fuerza en un aproximado  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ . Por lo tanto, la distribución de fuerza contra el fuego hay una variación entre pretensado y sin tensión, esto es para diferentes modelos de hormigón.

**Patología del concreto**, los cambios tanto físicamente en el concreto durante el primer proceso de haberse sometido al calor que puede resultar una iniciativa de reducción significativo de la resistencia. Los factores se juntan para bajar la resistencia del concreto durante el primer proceso de haberse sometido al fuego, por lo tanto, se debe medir la fuerza a la compresión a  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  pueden dar

cantidades que llegan al 30 % y 120 % como porcentaje inicial, incluso un 120% de fuerza inicial.

En el **aditivo** se utilizan variedades con el fin de aumentar varias propiedades como la maniobrabilidad del concreto. Se adiciona en cantidades que no debe ser mayor del 2% del total de cemento, básicamente del 1% al “%”. Sin embargo, si se aumenta el aditivo en demasiados porcentajes, se disminuye la resistencia del concreto (Tamtawi, 2015).

**Componentes del concreto**, el concreto es otra mezcla formada por los siguientes componentes:

**Agregado** está formando un volumen de concreto de aproximadamente el 75 %. El material puede ser arena, piedra triturada reciclada de distintos componentes (Tamtawi, 2015).

**Cemento**, consiste en alrededor de 7 a 14 % de concreto (Fahl, 2009). El objetivo es juntar el cemento con los agregados para formar el hormigón. La ASTM clasifica el cemento Portland en diferentes componentes que son alrededor de cinco.

**Cemento tipo I:** El cemento Portland común y el cemento más utilizado de uso general. Se utiliza para baja exposición al sulfato (Tamtawi, 2015).

**Cementos Tipo II:** Se trabaja más para hormigón que están expuestos a bajo porcentajes de sulfatos a un bajo contenido de sulfatos, como terrenos o suelos que tengan bajo contenido de sulfatos (Tamtawi, 2015).

**Cemento Tipo III:** Se utilizan en trabajos que amerita fuerza un fraguado rápido donde el concreto pueda llegar a su curado adecuado. (Tamtawi, 2015).

**Cemento Tipo IV:** Se utiliza para construcciones que requiere una duración de fraguado rápido más corto, como presas, canales, compuertas y lugares donde se requieren altas cantidades de hormigón (Tamtawi, 2015).

**Cementos Tipo V:** Este es cemento portland con alta resistencia a los sulfatos, se empleó en las construcciones donde el hormigón tiene una alta manifestación de sulfatos, como las aguas negras (Tamtawi, 2015).

**Agua** hace que el hormigón sea más trabajable y a la vez que el concreto sea menos resistente. El proceso de hidratación ocurre con el agua vertiendo al

concreto, después se hidrata el concreto para su posterior endurecimiento. El agua al momento de vestir el agua al concreto deberá tener un PH de 6-8. (Tamtawi, 2015).

**Respuesta física y química al fuego** existe una interacción compleja entre el concreto y el fuego, debido a lo que se compone el concreto y las adecuaciones al calor demasiadas altas se ubican mayormente en el fuego. El hormigón está demasiada distancia de ser igual ya que las cantidades que lo componen son diferentes, que conlleva en un aditivo tipo gel de cemento, materiales de la misma manera acero de refuerzo. Todo este componente reacciona de una manera distinta al ser sometidas a distintas temperaturas, y el comportamiento en el fuego de cada material es difícil de modelar o hallar el daño que sufrió mecánicamente (Tamtawi, 2015).

**Desprendimiento explosivo** lo que se caracteriza intrincadamente y es poco conocido en las reacciones del concreto a fuertes temperaturas o al fuego es el fenómeno del desprendimiento (Khoury, 2000).

**Agrietamiento** en casos frecuentes, se supone que los pasos que conducen al craqueo son los mismos que los que conducen a la combustión. La expansión térmica y la pérdida de agua del concreto debido al calor pueden provocar el agrietamiento del concreto en lugar de la explosión. Estas grietas pueden facilitar vías de conducción de calor directas para la barra de refuerzo, lo que conduce principalmente a la tensión térmica y al agrietamiento. En ciertos casos, las grietas pueden permitir que el fuego se propague (Fletcher et al., 2007).

**Uso de materiales de apoyo** los elementos de hormigón en diferentes tejidos para estimar cualquier mejora en la resistencia de la cubierta que esto podría aportar (Bisby et al., 2005).

Se descubrió que la **tela metálica** tiene un efecto beneficioso en la durabilidad de la caja, donde se usaron fibra de vidrio y tela de carbono con un efecto mínimo. Se encontró que la mayoría de las pruebas tenían poca o ninguna pérdida cuando se añadían fibras de polipropileno al mortero de hormigón (Han y otros, 2005).

**Desempeño del acero** al frontis de la exposición al calor del fuego, el comportamiento del acero al fuego se entiende en mayor medida que el



comportamiento del hormigón y la resistencia de la varilla metálica a una temperatura fuerte. Generalmente se acepta que el refuerzo debe soportar temperaturas extremas a 250 - 300°C (Fletcher y otros, 2007).

El **acero** con bajo contenido de carbono exhibe una "fragilidad verde" entre 200 y 300 °C. El concreto y el acero exhiben una expansión térmica similar a temperaturas de hasta 0 ° C; no obstante, las temperaturas más fuertes harán que el acero se expanda significativamente en comparación con el concreto, y si se alcanza una temperatura de 700 °C, la capacidad portante del refuerzo se reduce a un el 20% aproximadamente de su diseño (Fletcher y otros, 2007).

**Resistencia al fuego**, la evaluación del desempeño de las partes de concreto generalmente se realiza en base a una curva de calentamiento para la resistencia al fuego (Drysdale, 2011) (Buchanan y otros, 2017).

**Calefacción** es una curva de tiempo – temperatura, diseñada para representar el crecimiento del fuego en una sala y se representa de forma idéntica, 1975) y a nivel nacional, en otras palabras, la curva BS-76 en Reino Unido, ASTM E-119 en EE. UU.

**Curvas de fuego** están destinadas a reproducir la evolución de la temperatura en otras situaciones hipotéticas. Por ejemplo, las “Curvas de Hidrocarburos” (Shipp, 1985) se utilizan en la fabricación química para permitirles realizar ensayos en los que simulan un incendio ocurrido con combustibles líquidos. Las curvas tienen una fase de crecimiento mucho más rápida en la que pueden alcanzar temperaturas más altas (por encima de 1000 °C) dentro de los 20 minutos posteriores al incendio.

Estos **métodos** están sujetos a diferentes pruebas, cuya ventaja es proporcionar diferentes grados de estandarización de los modos de calefacción, cuya ventaja es la proporción de un grado de estandar de los modos de calefacción. (Buchanan y Kwabena, 2017).

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **Tipo de investigación**

Es de tipo aplicada conforme a lo que afirma Maya (2014): “Dependera de los logros de la investigación básica, busca aplicaciones y consecuencias prácticas, en especial en el nivel tecnológico del conocimiento. Aplica los resultados de la investigación fundamental en la práctica”. (p.19)

##### **Investigación cuantitativa**

La siguiente tesis tiene una orientación cuantitativa según lo manifestado por Tacillo (2016) Esta tesis es el principal, ya que se conduce a un conocimiento más completo para la comprensión de los aspectos fundamentales, hechos relacionados a establecer por entidades. Es cuantitativa porque se determinará cuanto es la variación de la resistencia del concreto resultado que serán obtenidos de ensayos a la compresión de muestras extraídas luego de someterlas a dos valores de temperatura.

##### **Nivel de investigación**

Nuestra investigación es de nivel descriptivo, según lo manifestado por (Borja 2012) dado que se vera la incidencia del fuego sobre el concreto armado  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, en las propiedades mecánicas y físicas, de la cual se obtendrá indicadores para determinar ciertos patrones a descubrir.

##### **Diseño de investigación**

Nuestro diseño es experimental por tratarse de la manipulación de la variable independiente (fuego), a temperatura constante a 800 C por intervalos de 30 min, 60 min y 120 min, sobre la variable dependiente (concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>).

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

**Variable dependiente:** Evaluación del concreto sometido a altas temperaturas.

**Variable independiente:** Evaluar su resistencia mecánica después de un incendio.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población:** Se investigará sobre población o muestras de concreto elaboradas en laboratorio, las muestras con patrón original y las que estarán sometidas a fuego directo a altas temperaturas, en determinados tiempos.

Tamayo (2012), "Es la totalidad del fenómeno objeto de estudio, que comprende todas las unidades de análisis que componen el fenómeno especificado y que son objeto de valoración cuantitativa".

La presente investigación se tomará en cuenta tres conjuntos de muestras que se serán sometidas a una sola temperatura en tiempos diferentes, en el siguiente cuadro se explica.

**Muestra:** Los ejemplares de esta investigación consisten en 24 probetas de forma cilíndrica de dimensiones 12cm ( $\varnothing$ ) x 0.30cm de altura que nos ayudará a describir las variaciones mecánicas antes y después de los ensayos practicados y 6 columnas de dimensiones A=0.25 x L=0.25 x H=0.40 que nos permitirá visualizar los cambios físicos.

Morphol (2017), "Esta es la totalidad del fenómeno en estudio, que incluye todas las unidades de análisis que componen el fenómeno especificado y que están sujetas a evaluación cuantitativa para un estudio integral específico, la totalidad de N elementos que participan en una determinada característica, y se denomina la totalidad, constructo, la totalidad de los fenómenos atribuidos al estudio".

**Muestreo:** En esta investigación se empleó la técnica de muestro no probabilístico que, Hernández y Mendoza, (2019) "las muestras no probabilísticas, dependera de las características y el contexto de la investigación. El proceso no se basa en fórmulas de probabilidad." (p.190). El muestreo se basó en utilizar muestras de concreto con resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, sometidas a temperaturas (800 grados Celsius) y tres periodos de tiempo (30 min, 60 min y 120 min).

Las unidades de análisis son: Para el caso de la temperatura: grados Celsius. Para el caso del tiempo: horas. Para el caso de la variación de la resistencia: kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizará la revisión de bibliografía referente a Tecnología del concreto. Se realizará la revisión y aplicación Normativa, utilizaremos la Norma técnica E-060 del RNE. Se recopilará toda la información de los resultados de la variación de la resistencia sometida a altas temperaturas, y análisis estadísticos.

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

Según Maya (2014), Los métodos de investigación comprende de un grupo de procesos organizados que guían al investigador en la tarea de indagar el conocimiento y planificar nuevas líneas de investigación.

### **Instrumento de recolección de datos**

Cisneros y otros (2022) En la investigación científica se utilizan de diferentes maneras según el tipo de investigación, el propósito y el método elegido. Una de las herramientas más utilizadas es el Cuestionario, tanto en investigaciones con enfoque cuantitativo como cualitativo, que permite recolectar y registrar datos mediante preguntas de diversa índole sobre los hechos de interés del estudio, los componentes, así como una herramienta de gran versatilidad. También existen escalas de actitud, que se utilizan principalmente en la investigación cualitativa para medir las percepciones o emociones de los encuestados acerca de un producto.

### **3.5 Procedimientos**

Se realizó los ensayos de agregados para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, se tuvo que realizar varios ensayos de los materiales para poder llegar a la dosificación dada, así mismo estos ensayos se realizaran en el laboratorio de Técnicos Consultores del Sur – Tacna, por el método ACI. Se realizó la elaboración de las muestras cilíndricas de 210 kg/cm<sup>2</sup>, un diámetro de 15cm, con una altura de 30 cm donde serán sometidas a compresión donde se evaluará en estado fresco, de la misma forma se realizará el curado, donde se evaluará en estado endurecido a los 28 días.

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

Bajo la condición de tipo cuantitativa, se analizará estadísticamente los resultados finales, obteniendo curvas y/o gráficos que permitan determinar condiciones de variación de la resistencia bajo una condición inicial de temperatura y tiempo y una condición final de temperatura y tiempo.

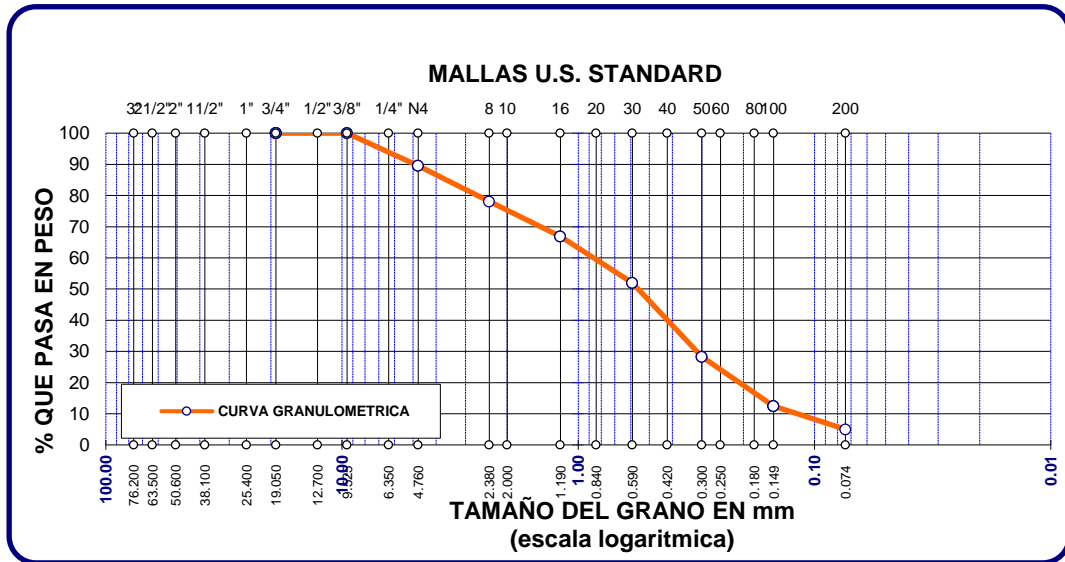
### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación no violentará la tranquilidad y los ámbitos naturales de nuestro entorno, será honesto, respetuoso, veras y confiable en dar información legítima. El estudio cuenta con el respaldo de todas las entidades que son parte de la investigación.

#### IV. RESULTADOS

##### Resultados de Granulometría (ASTM C – 136)

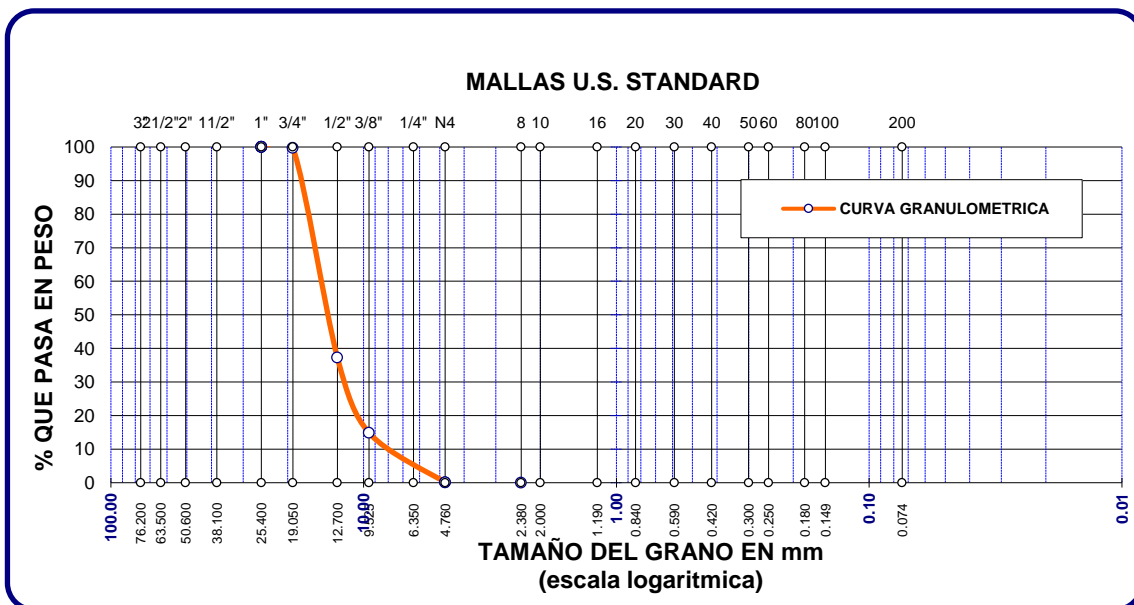
Figura 3. - Agregado Fino



Curva granulométrica del agregado fino

Se observa que en la curva granulométrica está dentro de los límites establecidos por la NTP 400.012.2013, así mismo este material se ha extraído de la cantera arunta.

Figura 4. - Agregado Grueso



Curva granulométrica del agregado grueso

Se observa que, en la curva granulométrica del agregado grueso, está dentro de los límites establecidos por la NTP 400.012.2013, así mismo este material se ha extraído de la cantera arunta.

### Resultados Contenido de humedad NORMA (ASTM D-2216)

Agregado Fino.

Tabla 1.- Contenido de humedad del agregado fino

MUESTRA N°		AGREGADO FINO	
Recipiente N°		1	2
Peso del recipiente	gr.	0.0	0.0
Peso del recipiente + la muestra húmeda	gr.	796.9	824.8
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	786.3	814.2
Peso del Agua	gr.	10.6	10.6
Peso de la muestra seca neta	gr.	786.3	814.2
Porcentaje de humedad	%	1.35	1.30
Promedio	%	<b>1.32</b>	

El resultado del contenido de humedad, según la tabla nos da el contenido de humedad de 1.32% del agregado fino que se ha extraído de la cantera arunta.

Agregado Grueso.

Tabla 2.- Contenido de humedad del agregado grueso

MUESTRA N°		AGREGADO GRUESO	
Recipiente N°		3	4
Peso del recipiente	gr.	0.0	0.0
Peso del recipiente + la muestra húmeda	gr.	1,302.1	1,276.2
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	1,290.4	1,264.2
Peso del Agua	gr.	11.7	12.0
Peso de la muestra seca neta	gr.	1,290.4	1,264.2

Porcentaje de humedad	%	0.91	0.95
Promedio	%	<b>0.93</b>	

El resultado del contenido de humedad, según la tabla nos da el contenido de humedad de 0.93% del agregado grueso que se ha extraído de la cantera arunta.

### **Resultados Peso unitario de los agregados NORMA (ASTM C-29).**

#### **Agregado Fino.**

Tabla 3.- Peso Unitarios Suelto del Agregado fino

Agregado Fino (Arena)	S U E L T O			V A R I L L A D O		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca gr	12,920	12,960	12,875	13,630	13,540	13,580
Peso del molde gr.	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490
Peso de la muestra seca neta gr.	5,430	5,470	5,385	6,140	6,050	6,090
Volumen del molde cc.	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Peso Unitario gr/cc.	1.681	1.693	1.667	1.901	1.873	1.885
Promedio gr/cc.		1.681			1.886	

El peso unitario suelto del agregado fino que es de 1.681 gr/cc, así mismo el peso compactado es de 1.886 gr/cc, estos resultados son promediados por 3 muestras hechas sueltas y compactado.

#### **Agregado Grueso.**

Tabla 4.- Peso Unitario Suelto del Agregado grueso

Agregado Grueso (Grava) PIEDRA CHACADA	S U E L T O			V A R I L L A D O		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
Peso del molde + la muestra seca gr	12,271	12,190	12,230	12,528	12,579	12,581
Peso del molde gr.	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490
Peso de la muestra seca neta gr.	4,781	4,700	4,740	5,038	5,089	5,091
Volumen del molde cc.	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Peso Unitario gr/cc.	1.480	1.455	1.467	1.560	1.576	1.576
Promedio gr/cc.		1.468			1.570	

El peso unitario suelto del agregado fino que es de 1.168 gr/cc, así mismo el peso compactado es de 1.570 gr/cc, estos resultados son promediados por 3 muestras hechas sueltas y compactado.

## Resultados Peso específico y absorción NORMA (ASTM C-128, 127)

### Agregado Fino.

Tabla 5.- Peso específico agregado fino

MUESTRA N°	1	2
Peso de la fiola + muestra + Agua gr.	748.00	742.00
Peso de la fiola + Agua gr.	624.30	618.60
Peso de la muestra (sss) gr.	200.0	200.0
Volumen desplazado cc.	76.3	76.6
Peso específico gr/cc.	2.621	2.611
Promedio gr.cc.	2.616	

El resultado obtenido para el peso específico del agregado fino es de 2.616 gr.cc. donde se realizaron dos muestras para sacar un promedio.

Tabla 6.- Ensayo de absorción del agregado fino

MUESTRA N°	1	2
Peso de la muestra (sss) gr.	200.00	200.02
Peso de la muestra seca gr.	197.20	197.24
Peso del Agua gr.	2.8	2.8
Porcentaje de Absorción %	1.42	1.41
Promedio %	1.41	

El resultado de la absorción del agregado fino es de 1.41% donde se utilizaron dos muestras donde se sacó el promedio.

Tabla 7.- Peso específico del agregado grueso

MUESTRA N°	1	2
Peso de la muestra en el aire gr.	762.9	630.4
Peso de la muestra en el agua gr.	474.6	391.5
Volumen Desplazado cc.	288.3	238.9
Peso específico gr/cc.	2.646	2.639
Promedio gr/cc.	2.642	

El resultado obtenido para el peso específico del agregado grueso es de 2.642 gr.cc. donde se realizaron dos muestras para sacar un promedio.



Tabla 8.- Ensayo de absorción del agregado grueso

MUESTRA N°	1	2
Peso de la muestra (sss) gr.	759.4	626.1
Peso de la muestra seca gr.	751.3	619.2
Peso del Agua gr.	8.1	6.9
Porcentaje de Absorción %	1.08	1.11
Promedio %	1.10	

El resultado de la absorción del agregado grueso es de 1.10% donde se utilizaron dos muestras donde se sacó el promedio.

Tabla 9.- Resultados del diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>

CONSTANTES FISICAS		AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
Peso específico	gr/cc	2.642		2.616	
Peso unit.suelto / varillado	Kg/m <sup>3</sup>	1468	1570	1681	1886
Tamaño máximo		19.05		-	
Módulo de fineza		-		2.7	
Humedad Absorción	%	1.10		1.41	
Humedad Natural	%	0.93		1.32	
Cemento Portland TIPO IP YURA		P.e. = 2.86		gr/cm <sup>3</sup>	

#### CONSIDERACIONES:

Slump	8 @ 10 cm
Agua	205 Kg/m <sup>3</sup>
Aire atrapado	2.00 %
Relación agua/cemento	0.57
Vol. Agregado grueso	0.57 m <sup>3</sup>

Tabla 10. - Para 1m<sup>3</sup> de concreto

MATERIALES PARA 1m3/CONCRETO	PESO (Kg)	VOLUMEN ABS. (m3)
Agua	205.00	0.205
Cemento	359.65	0.126
Aire	-	0.020
Piedra	901.18	0.341
Arena	805.73	0.308

Tabla 11. - Corrección por humedad y absorción

MATERIALES	PESO (Kg)	VOLUMEN APAR. (m3)
Agua	206.00	0.206
Cemento bls 8.46	359.65	0.240
Piedra	898.28	0.612
Arena	805.73	0.479

Tabla 12. - Dosificación

DOSIFICACION	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
En peso	1	2.24	2.50	0.57
En volumen	1	2.00	2.55	0.86
Tanda 1 bolsa de cemento	42.50	95.20	106.25	24.23 Kg

### Resultado del Diseño de la Columna se Concreto Armado

Para el diseño de los prototipos de columnas se realizó 6 columnas de concreto armado las cuales tienes las siguientes especificaciones:

H = 40 cm, L = 25 cm, A = 25 cm

Refuerzo longitudinal: 4 Ø de ½"

Refuerzo transversal: 3 Ø de ¼"

Recubrimiento: 4.00 cm

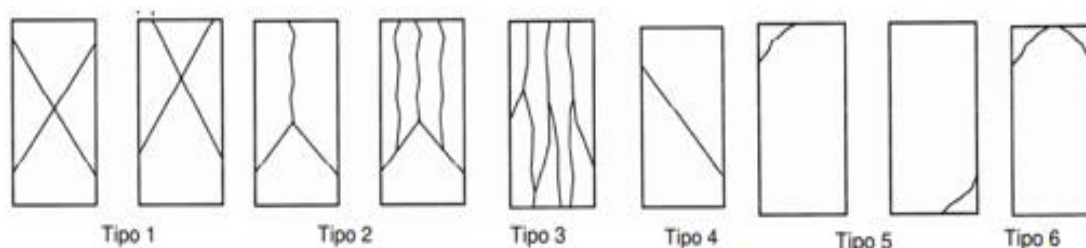
f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

## Resultados de Compresión a los 28 Días en Estado Original.

Tabla 13. - Resistencia a la compresión

TABLA DE DATOS										
Nº	DESCRIPCION	F' c-Esp. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm <sup>2</sup>	Lectura kg.-F	Resist. kg./cm <sup>2</sup>	% Especi- ficado	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA 01	210	04/08/22	01/09/22	28	176.7	33960.0	192.17	91.51	2
2	MUESTRA 02	210	04/08/22	01/09/22	28	176.7	29768.0	168.45	80.22	3
3	MUESTRA 03	210	04/08/22	01/09/22	28	176.7	33236.0	188.08	89.56	2
4	MUESTRA 04	210	04/08/22	01/09/22	28	176.7	31942.0	180.75	86.07	2
5	MUESTRA 05	210	04/08/22	01/09/22	28	176.7	33251.0	188.16	89.60	3
6	MUESTRA 06	210	04/08/22	01/09/22	28	176.7	34178.0	193.41	92.10	2
PROMEDIO								185.17	88.18	



Los ensayos a compresión realizados en el laboratorio TECOSUR SRL, se digitalizaron para poder ver la resistencia promedio que es 185.17 kg/cm<sup>2</sup> que nos da un porcentaje de 88.18% a los 28 días, lo cual está dentro de los límites según la norma ASTM C39, lo que permite seguir con los ensayos correspondientes. Así mismo se verifica el tipo de fractura, donde se da más el tipo 2 y 3 según la figura.

### Resultados de la Resistencia 800 °C

La resistencia a la compresión después de ser sometido a 800°C por 30 minutos.

Tabla 14. - Resistencia a la compresión sometida

RESISTENCIA A LA COMPRESION SOMETIDO A 800°C								
Nº	DESCRIPCION	Patron Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Resist. kg./cm <sup>2</sup>	% Especificado	TIPO DE FRACTURA
1	1/2 H1	185.17	04/08/22	02/09/22	29	151.42	81.77	2
2	1/2 H2	185.17	04/08/22	02/09/22	29	167.74	90.59	3
3	1/2 H3	185.17	04/08/22	02/09/22	29	187.29	101.14	2
4	1/2 H4	185.17	04/08/22	02/09/22	29	145.26	78.45	2
5	1/2 H5	185.17	04/08/22	02/09/22	29	157.55	85.08	3
6	1/2 H6	185.17	04/08/22	02/09/22	29	182.61	98.62	2
<b>DISEÑO</b>		<b>185.17</b>				<b>165.31</b>	<b>89.28</b>	

Las 6 muestras se realizó el ensayo a compresión, donde antes se sometieron a altas temperaturas en llegando a 800°C por 30 minutos, donde el promedio de la resistencia es de  $f'c$  165.31 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un porcentaje de 89.28%.

Tabla 15. - Resistencia a la compresión después de ser sometido a 800°C por 60 minutos

TABLA DE DATOS									
Nº	DESCRIPCION	Patron Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm <sup>2</sup>	Resist. kg./cm <sup>2</sup>	% Especificado	TIPO DE FRACTURA
1	1 H1	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	128.11	69.19	2
2	1 H2	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	120.85	65.26	3
3	1 H3	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	135.72	73.29	2
4	1 H4	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	139.63	75.41	2
5	1 H5	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	144.07	77.80	3
6	1 H6	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	136.07	73.48	2
<b>DISEÑO</b>		<b>185.17</b>					<b>134.08</b>	<b>72.41</b>	

Las 6 muestras se realizó el ensayo a compresión, donde antes se sometieron a altas temperaturas en llegando a 800°C por 60 minutos, donde el promedio de la resistencia es de  $f'c$  134.08 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un porcentaje de 72.41%.

Tabla 16. -Resistencia a la compresión después de ser sometido a 800°C por 120 minutos

TABLA DE DATOS									
Nº	DESCRIPCION	Patron. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm <sup>2</sup>	Resist. kg./cm <sup>2</sup>	% Especificado	TIPO DE FRACTURA
1	2 H1	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	127.97	69.11	2
2	2 H2	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	136.01	73.45	3
3	2 H3	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	144.07	77.80	2
4	2 H4	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	108.65	58.68	2
5	2 H5	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	92.86	50.15	3
6	2 H6	185.17	04/08/22	02/09/22	29	176.7	114.07	61.60	2
<b>DISEÑO</b>		<b>185.17</b>					<b>120.61</b>	<b>65.13</b>	

Las 6 muestras se realizó el ensayo a compresión, donde antes se sometieron a altas temperaturas en llegando a 800°C por 120 minutos, donde el promedio de la resistencia es de  $f'c$  120.61 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un porcentaje de 65.13%.

Figura 5.-Resistencia a la compresión

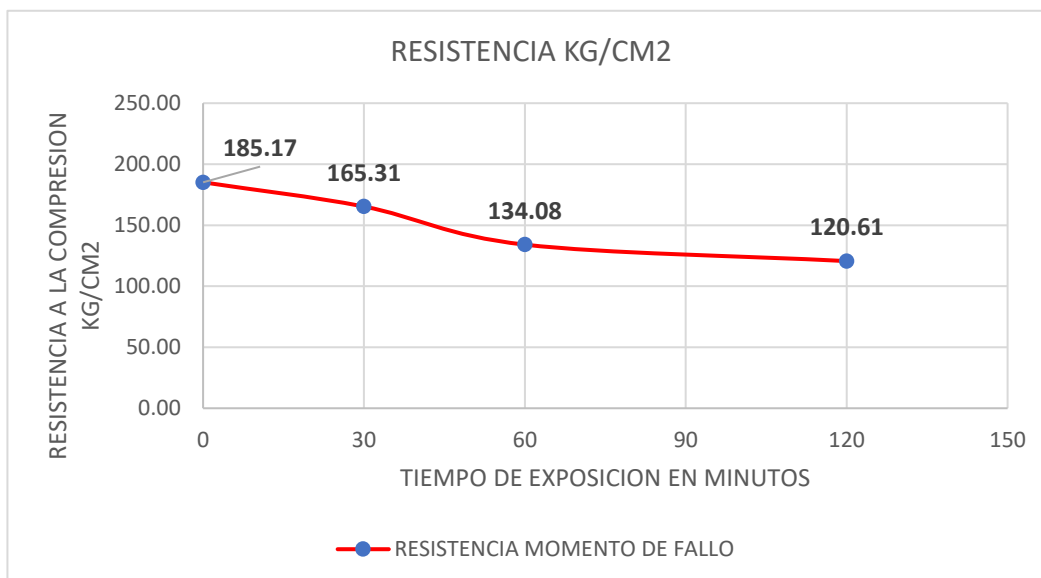
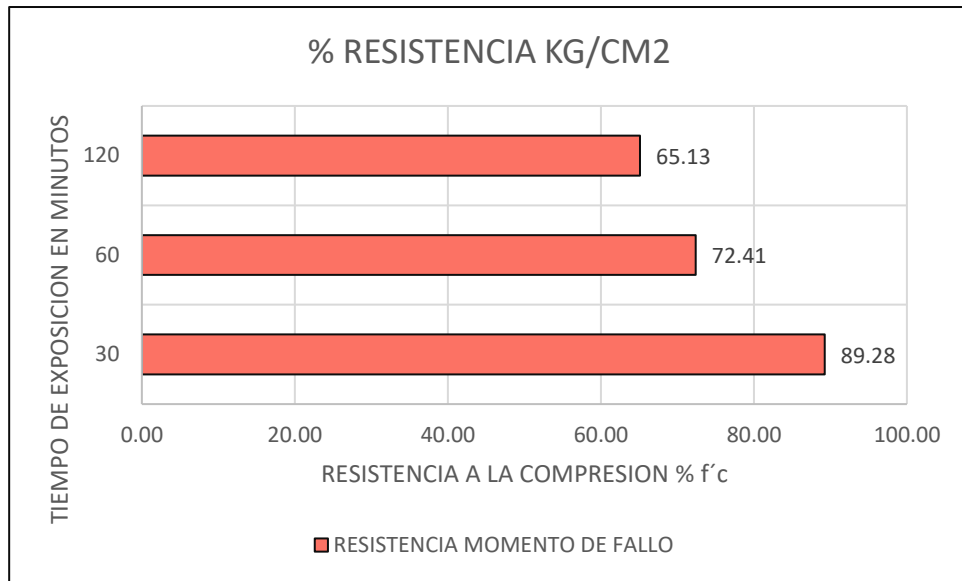


Figura 6.-Tiempo de exposición



RESISTENCIA A LA COMPRESION Y VARIACION DE SU RESISTENCIA

Tabla 17. - Resistencia de momento de fallo después de ser sometido a 800 °C por 30 minutos

DESCRIPCION	PATRON KG/CM2	% PATRON	f'c Momento de Falla i	% f'c Momento de Falla i	variacion de resistencia kg/cm2	% Variacion de resistencia
1/2 H1	185.17	100.00	151.42	81.77	33.75	18.23
1/2 H2	185.17	100.00	167.74	90.59	17.43	9.41
1/2 H3	185.17	100.00	187.29	101.14	-2.12	-1.14
1/2 H4	185.17	100.00	145.26	78.45	39.91	21.55
1/2 H5	185.17	100.00	157.55	85.08	27.62	14.92
1/2 H6	185.17	100.00	182.61	98.62	2.56	1.38
<b>PROMEDIO</b>	<b>185.17</b>	<b>100.00</b>	<b>165.31</b>	<b>89.28</b>	<b>19.86</b>	<b>10.72</b>

El momento de fallo es cuando la muestra de briquetas de concreto es de 165.31 kg/cm2, donde se ve una disminución de la resistencia en comparación con nuestro patrón que es de 185.17 kg/cm2, así mismo la resistencia de disminución en porcentajes es de 10.72% lo cual es considerable después de haberse sometido a 800°C por 30 minutos.

Tabla 18. - Resistencia de momento de fallo después de ser sometido a 800 °C por 60 minutos

DESCRIPCION	PATRON KG/CM2	% PATRON	f'c Momento de Falla i	% f'c Momento de Falla i	variacion de resistencia kg/cm2	% Variacion de resistencia
1 H1	185.17	100.00	128.11	69.19	57.06	30.81
1 H2	185.17	100.00	120.85	65.26	64.32	34.74
1 H3	185.17	100.00	135.72	73.29	49.45	26.71
1 H4	185.17	100.00	139.63	75.41	45.54	24.59
1 H5	185.17	100.00	144.07	77.80	41.1	22.20
1 H6	185.17	100.00	136.07	73.48	49.1	26.52
<b>PROMEDIO</b>	<b>185.17</b>	<b>100.00</b>	<b>134.08</b>	<b>72.41</b>	<b>51.10</b>	<b>27.59</b>

El momento de fallo es cuando la muestra de briquetas de concreto es de 134.08 kg/cm<sup>2</sup>, donde se ve una disminución de la resistencia en comparación con nuestro patrón que es de 185.17 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo la resistencia de disminución en porcentajes es de 27.59% lo cual es considerable después de haberse sometido a 800°C por 60 minutos.

Tabla 19. - Resistencia de momento de fallo después de ser sometido a 800 °C por 120 minutos

DESCRIPCION	PROMEDIO KG/CM2	% ESPECIFICADO	f'c Momento de Falla i	% f'c Momento de Falla i	variacion de resistencia kg/cm2	% Variacion de resistencia
2 H1	185.17	100.00	127.97	69.11	57.2	30.89
2 H2	185.17	100.00	136.01	73.45	49.16	26.55
2 H3	185.17	100.00	144.07	77.80	41.1	22.20
2 H4	185.17	100.00	108.65	58.68	76.52	41.32
2 H5	185.17	100.00	92.86	50.15	92.31	49.85
2 H6	185.17	100.00	114.07	61.60	71.1	38.40
<b>PROMEDIO</b>	<b>185.17</b>	<b>100.00</b>	<b>120.61</b>	<b>65.13</b>	<b>64.57</b>	<b>34.87</b>

El momento de fallo es cuando la muestra de briquetas de concreto es de 120.61 kg/cm<sup>2</sup>, donde se ve una disminución de la resistencia en comparación con nuestro patrón que es de 185.17 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo la resistencia de disminución en porcentajes es de 34.87% lo cual es considerable después de haberse sometido a 800°C por 120 minutos.

HG: El momento de fallo es cuando la muestra de briquetas de concreto comienza a sufrir una presión de lo cual llega a un punto donde la parte afectada del concreto que se expuso directamente con el fuego hasta alcanzar una temperatura constante de 800°C por 30, 60 y 120 minutos, comienza a desprenderse, fisurarse, donde se ve claramente que sufre daños críticos en sus propiedades mecánicas ya que baja la resistencia hasta un 34.87% como máxima exposición al fuego directo.

Figura 7. - Resistencia de momento de fallo a 800°C por intervalos de tiempo

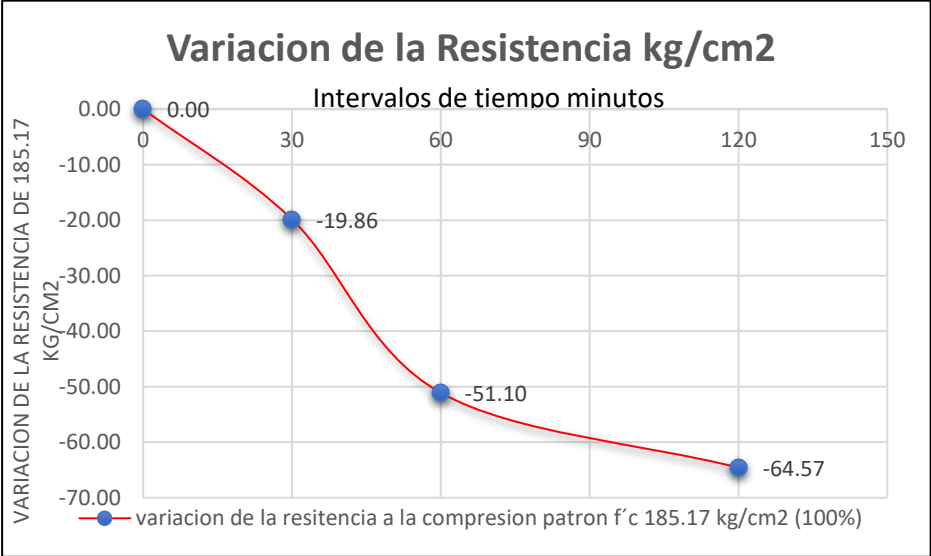
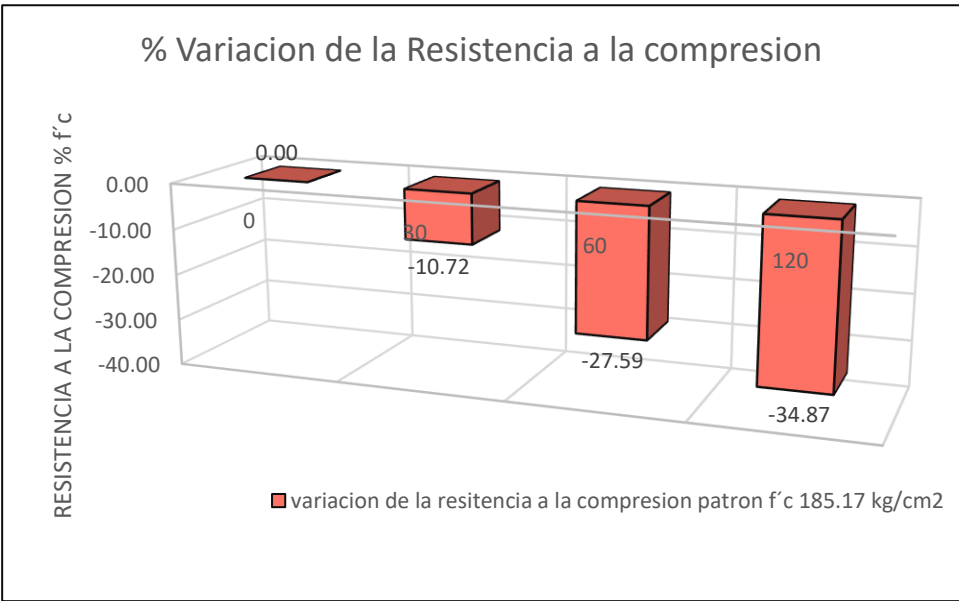


Figura 8. - Resistencia a la compresión para f'c = 185.17 kg/cm² en función al tiempo





## Variación de la resistencia a la compresión %

H1: el tiempo de exposición de la resistencia del concreto armado sometido a altas temperaturas hasta en 800°C influye en la reducción de su resistencia mecánica, en la que se vuelve proporcional entre más tiempo este el concreto expuesto al fuego más se reduce la resistencia mecánica según el siguiente detalle:

- El concreto expuesto al fuego directo por un periodo de 30 minutos se reduce a un 10.72% la resistencia mecánica.
- El concreto expuesto al fuego directo por un periodo de 60 minutos se reduce a un 27.59% la resistencia mecánica.
- El concreto expuesto al fuego directo por un periodo de 120 minutos se reduce a un 34.87% la resistencia mecánica.

Figura 9. - Reducción de Resistencia vs Patrón  $f'c=185.17 \text{ kg/cm}^2$

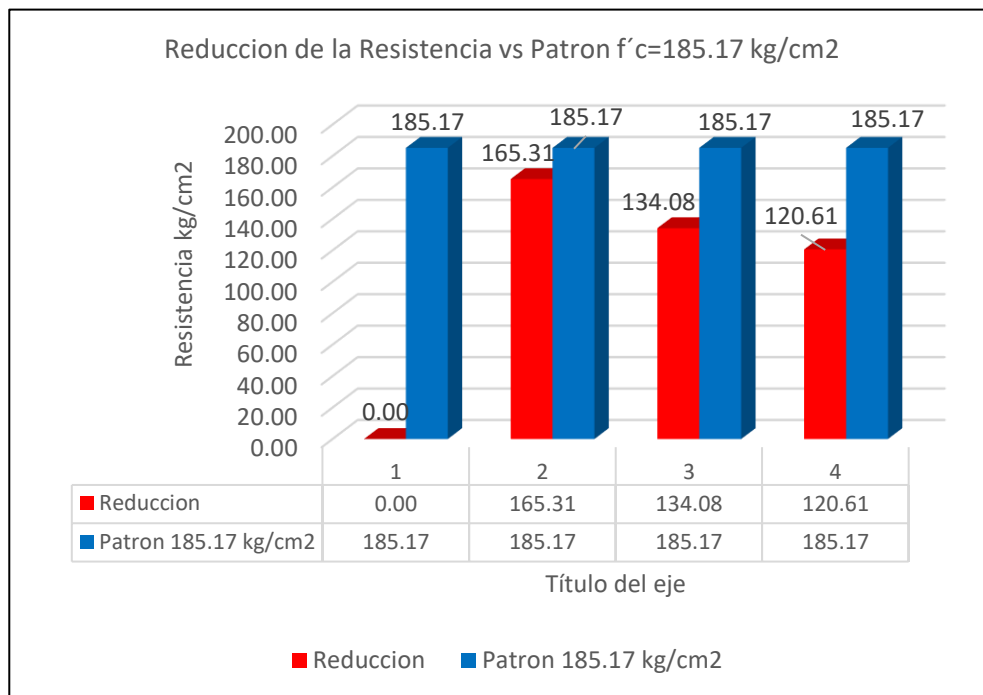
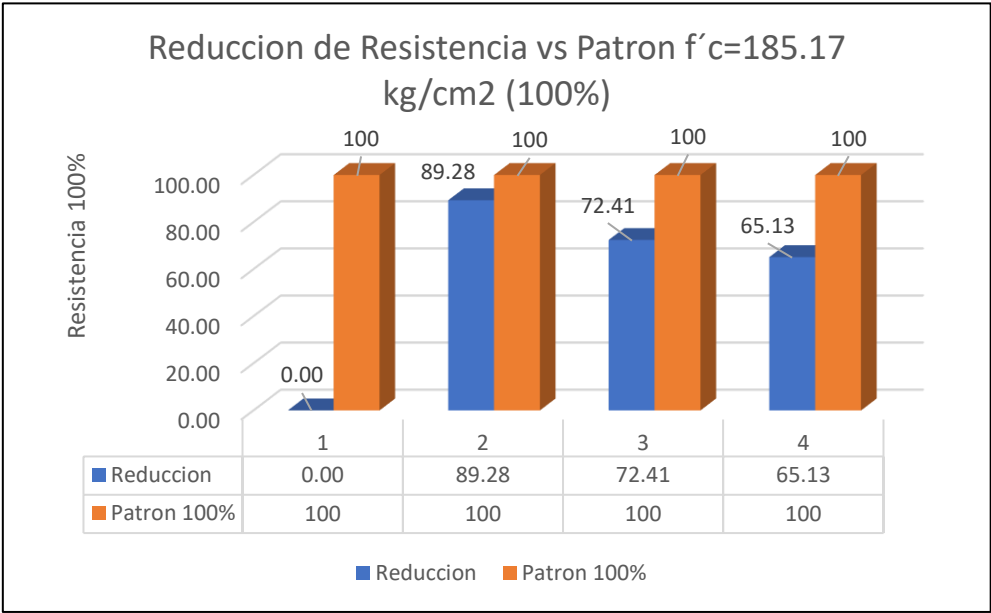


Figura 10. - Reducción de Resistencia vs Patrón  $f'c=185.17 \text{ kg/cm}^2$  (100%)



H2: El concreto armado si cambia su aspecto físico en los intervalos de tiempo, dándose como grietas en las superficies, fisuras y hasta desprendimiento en zonas directas con el fuego, así mismo cambia de color de manera blanquecina en los primeros 30 minutos y luego se torna amarillento en los periodos de 60 minutos y 120 minutos.

H3: Debido a la reducción de la resistencia mecánica del hormigón armado, se debe reemplazar cualquier elemento estructural de resistencia a  $185.17 \text{ kg/cm}^2$ , si se da este caso de estar expuesto a una temperatura constante de  $800^\circ\text{C}$ , hasta por un intervalo de tiempo de 30, 60 y 120 minutos.

## V. DISCUSIÓN

**Hipótesis general: El comportamiento del concreto armado que se ha sometido a altas temperaturas sufre daños críticos en sus propiedades mecánicas.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta tesis el comportamiento al que se ha sometido el concreto a altas temperaturas sufre daños críticos en sus propiedades mecánicas. Esto se debe a que el momento de fallo es cuando el concreto comienza a sufrir una presión de lo cual llega a un punto donde la parte afectada del concreto que se expuso directamente con el fuego hasta alcanzar una temperatura constante de 800°C por 30, 60 y 120 minutos, comienza a desprenderse, fisurarse, donde se ve claramente que sufre daños críticos en sus propiedades mecánicas ya que baja la resistencia hasta un 34.87% como máxima exposición al fuego directo. De acuerdo con Herrera P. y Celis I. (2018). En su investigación "Estudio del comportamiento mecánico de un concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto al fuego" Nos dice que la resistencia estándar máxima durante el período (28 días) fue de  $224 \text{ kg/cm}^2$  al 100%, y la fuerza de compresión mínima de la muestra expuesta al fuego fue de  $93 \text{ kg/cm}^2$ , la pérdida de fuerzas en la muestra expuesta a 1000°C fue 58.48%. En vista de lo anterior, podemos decir que la hipótesis primordial es correcta.

**Hipótesis específica 1: El tiempo de exposición a altas temperaturas del concreto armado influye en la reducción de su resistencia mecánica.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación el tiempo de exposición a altas temperaturas del concreto armado influye en la reducción de su resistencia mecánica. Esto se debe a que el tiempo de exposición de la resistencia del hormigón armado sometido a fuertes temperaturas hasta en 800°C influye en la reducción de su resistencia mecánica, en la que se vuelve proporcional entre más tiempo este el concreto expuesto al fuego más se reduce la resistencia mecánica según el siguiente detalle: El concreto expuesto al fuego por un periodo de 30 minutos reduce su resistencia en un 10.72% , El concreto expuesto al fuego por un periodo de 60 minutos reduce su resistencia en un 27.59% y el concreto expuesto al fuego directo por un periodo de 120 minutos se reduce su resistencia en un 34.87%. de acuerdo con MEZA C. (2019). En su investigación "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto armado

expuesto al fuego en intervalos de tiempos” nos dice que el hormigón expuesto al fuego, a medida que aumenta el tiempo de exposición, disminuyendo de una resistencia calculada en 210 kg/cm<sup>2</sup> a una resistencia de 156,18 kg/cm<sup>2</sup>, también se observa como aumenta la pérdida de resistencia a la compresión, el cambio de exposición durante los primeros 15 minutos, después de 30 minutos de exposición al fuego, el aumento en la pérdida de resistencia a la compresión es menor. En vista de lo anterior, podemos decir que la primera hipótesis específica es correcta.

**Hipótesis específica 2: El concreto armado cambia su aspecto físico, fisurándose y hasta agrietándose superficialmente después de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación el concreto armado cambia su aspecto físico, fisurándose y hasta agrietándose superficialmente luego de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos. Esto se debe a que el concreto armado si cambia su aspecto físico en los intervalos de tiempo, dándose como grietas en las superficies, fisuras y hasta desprendimiento en zonas directas con el fuego, así mismo cambia de color de manera blanquecina en los primeros 30 minutos y luego se torna amarillento en los periodos de 60 minutos y 120 minutos. De acuerdo con ALVARADO A. (2016). En su investigación “Estudio del comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego” nos dice que determino diferentes grados de exposición a cada una de las muestras expuestas al fuego, el peso del elemento fue una de las propiedades físicas que presentó mayores variaciones, ya que, al exponerse a temperaturas superiores a los 1000 °C, el peso del elemento disminuye en uno. 21%, provocando grietas, hendiduras y grietas en el material. En vista de lo anterior, podemos decir que la segunda hipótesis específica es correcta.

**Hipótesis específica 3: Debido a la reducción de la resistencia mecánica del concreto armado, se debe reemplazar en su totalidad.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación la reducción de la resistencia mecánica del concreto armado debido a la exposición del fuego, se debe reemplazar en su totalidad. Esto es debido a que la reducción de la resistencia mecánica del concreto armado, se debe reemplazar en cualquier

elemento estructural de resistencia menor a 185.17 kg/cm<sup>2</sup>, si se da este caso de estar expuesto a una temperatura constante de 800°C, hasta por un intervalo de tiempo de 30, 60 y 120 minutos. De acuerdo con NAVARRO R. Y COLQUE Q. (2021). En su investigación “Comportamiento del concreto reforzado sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego” nos dice que la respuesta térmica del propio árido es más sencilla, pero la respuesta global del hormigón a los cambios en el árido puede ser mucho mayor. Por lo tanto, la expansión diferencial entre el agregado y la matriz de cemento puede causar agrietamiento y desconchado. Estos cambios químicos y físicos en el hormigón darán como resultado una disminución en la resistencia a la compresión del material, lo cual indica que este debe ser reemplazado en su totalidad después de haber sido expuesto al fuego por un tiempo prolongado. Con lo antes mencionado se puede decir que la tercera hipótesis específica es correcta.

## VI. CONCLUSIONES

**Objetivo general: Determinar la variación de la resistencia mecánica del concreto armado sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.**

Se determino la variación de la resistencia mecánica del concreto armado sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo y se obtuvo que la variación de la resistencia mecánica del concreto armado sometido a varias temperaturas por intervalos de tiempo, donde se determina que se llegó a una temperatura constante de 800°C por un intervalo de tiempo de 30, 60 y 120 minutos llegando a una resistencia promedio de  $f'c = 165.31 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 134.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 120.61 \text{ kg/cm}^2$ , respecto, donde hay una variación de resistencia mecánica de 9.46%, 24.33% y 30.75%.

**Objetivo específico 1. - Determinar cómo influye el tiempo de exposición a altas temperatura del concreto armado en la variación de la resistencia mecánica.**

Se determino como el tiempo influye en la exposición de altas temperaturas de concreto armado en la variación de la resistencia mecánica y se obtuvo que el concreto armado influye significativamente en los intervalos de tiempo de 60 minutos hasta 120 minutos ya que en ese periodo de tiempo se ve una variación de resistencia mecánica del concreto de 14.85% y 21.29% respecto a la exposición al fuego a 30 minutos, esto se va incrementar de acuerdo al tiempo que está expuesto el concreto directamente con el fuego, mientras más tiempo mayor es la variación de la resistencia.

**Objetivo específico 2. - Determinar las características físicas que se presentaría en el concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.**

Se determino las características físicas que presenta en el concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo y se obtuvo que el concreto durante el proceso de quemado del concreto se aprecia que en 30 minutos cambia a color blanco con leve fisuras, y deshidratación del concreto provocando la salida de agua del mismo el tiempo, a los 60 minutos se visualizó el cambio de color blanco a amarillento con fisuras,

agrietamiento y desprendimiento del concreto armado, así mismo a los 120 minutos se ve un cambio de color amarillo con negro en los bordes donde se ve graves fisuras y desprendimiento hasta reventar el concreto en ciertas zonas.

**Objetivo específico 3. - Determinar si el concreto armado presenta daños reparables después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.**

Se determinó que el concreto armado presenta daños reparables después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo y se obtuvo que el concreto armado una vez sometido al fuego a una temperatura de 800°C por 30 minutos si presenta daños reparables, donde la resistencia todavía aun  $f'c = 165.31 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que en periodos de 60 y 120 minutos la resistencia es de  $f'c = 134.08 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 120.61 \text{ kg/cm}^2$ , donde no se puede reparar los daños causados por el fuego, ya que es un elemento estructural donde las cargas se son pasadas a las columnas.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que los materiales a utilizar deben ser bien seleccionados de canteras que cumplan con los estándares granulométricos y las normas técnicas para que el concreto final llega a una resistencia optima de acuerdo al diseño, esto influye mucho en el producto final del concreto armado tanto sea para su durabilidad y resistencia.
- Se sugiere que se realice ensayos con periodos de exposición al fuego prolongados para llevar un mejor control de relación tiempo y resistencia, así mismo variar las temperaturas de acuerdo a incendios suscitados en su localidad.
- Se sugiere investigar el comportamiento de las partículas del concreto después de ser sometidos a altas temperaturas para ver que es las reacciones de sus componentes en ciertos periodos de tiempo.
- Se sugiere que para el diseño de prototipo de la columna o cualquier elemento estructural se considere el recubrimiento en distintos espesores especificado para ver el comportamiento del acero sometido a altas temperaturas.
- Se recomienda que cualquier edificación sometida a altas temperaturas sea verificada por especialistas, para ver si la edificación es reparable o simplemente se debe demoler ara evitar pérdidas humanas.



## REFERENCIAS

- ALVARADO, G. (2016). *Estudio del comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego*. Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
- BISBY, L.; GREEN, F. y KODUR, R. (2005). *Modeling the Behavior of Fiber Reinforced Polymer-Confined Concrete Columns Exposed to Fire*. *Journal of Composites for Construction*, 9(1), 15–24. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1090-0268\(2005\)9:1\(15\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1090-0268(2005)9:1(15))
- BORJA, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*.
- BUCHANAN, A. y KWABENA, A. (2017). *Structural Design for Fire Safety* (2nd Edition). <https://www.wiley.com/en-us/Structural+Design+for+Fire+Safety+%2C+2nd+Edition-p-9780470972892>
- CISNEROS, A.; GUEVARA, A.; URDANIGO, J.; GARCES, J. (2022). Techniques and Instruments for Data Collection that Support Scientific Research in Pandemic Times. Vol. 8, núm. 1, pp. 1165-1185. ISSN: 2477-8818.
- DRYSDALE, D. (2011). *An Introduction to Fire Dynamics*. <https://www.wiley.com/enus/An+Introduction+to+Fire+Dynamics+%2C+3rd+Edition-p-9780470319031>
- FLETCHER, I.; WELCH, S.; TORERO, J.; CARVEL, R. y USMANI, A. (2007). *Behaviour of concrete structures in fire*. *Thermal Science*, 11(2), 37–52. <https://doi.org/10.2298/TSCI0702037F>
- HAN, C., HWANG, Y., YANG, S., y GOWRIPALAN, N. (2005). *Performance of spalling resistance of high performance concrete with polypropylene fiber contents and lateral confinement*.
- HERNANDEZ, N. (2010). *Efecto del fuego sobre la resistencia a la compresión de un elemento de concreto de resistencia de diseño de 210 kg /cm<sup>2</sup>*. SL: Facultad de ingeniería.
- HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- HERRERA, V. y CELIS, J. (2018). *Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  expuesto al fuego – Lima, 2018*. Perú: Universidad Cesar Vallejo

- KHOURY, G. (2000). *Effect of fire on concrete and concrete structures*. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 2(4), 429–447. <https://doi.org/10.1002/pse.51>
- LI, X.; CHOW, K.; ZHU, Y. y LIN, Y. (2016), *Evaluating the impacts of high-temperature outdoor working*. *Building and environment*. 95. 42-52.
- MAYA, Esther. *Métodos y técnicas de investigación*. 1° ed. México: Universidad Autónoma de México, 2014. ISBN: 978-97032-5432-3.
- MEZA, E. (2019). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto armado expuesto al fuego en intervalos de tiempos*, Lambayeque. 2018. Perú: Universidad señor de Sipán.
- MORPHOL, J. (2017). *Sampling Techniques on a Population Study*. 35(1):227-232.
- NAVARRO, J. y COLQUE, L., (2021). *Comportamiento del concreto reforzado sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo en la región Tacna, 2020*. Perú: Universidad privada de Tacna.
- NOWAK, A.; HONG, Y. y HWANG, E. (1988). *Modeling live load and dynamic load for bridges*. *Transportation Research Record*.
- PARIS, A. (2005). *Protección al Fuego en Estructuras de Acero*. Ediciones Sidetur. Caracas. Venezuela.
- SHIPP, M. (1985). *Hydrocarbon Fire Standard: An Assessment of Existing Information*. Building Research Establishment, Fire Research Station.
- TACILLO, E. (2016). *Metodología de la investigación científica*. Universidad Jaime Bausate Meza.
- TAMAYO, M. (2012). *El Proceso de la Investigación Científica*. México: Limusa, p. 180.
- TANTAWI, H. *Introduction to Concrete Technology*. [en línea]. April del 2015, vol.10. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/275464135\\_Introduction\\_to\\_Concrete\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/275464135_Introduction_to_Concrete_Technology)

## ANEXOS

### Anexo 1.- Matriz de operacionalización de la variable

<b>OPERALIZACION DE VARIABLES DE LA INVESTIGACION</b>				
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente		Altas Temperaturas	Tiempo de exposición al fuego	Intervalos
Evaluación del concreto sometido a altas temperaturas	Son las altas temperaturas causantes de las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto armado. es el tiempo de exposición a altas temperaturas causante de la variación de la resistencia mecánica del concreto armado. son las altas temperaturas y el tiempo de exposición a estas causantes de las fisuras y/o agrietamientos en el concreto armado.	Las altas temperaturas, en fuego directo con el concreto es capaz de dañar físicamente y mecánicamente al concreto, sobre todo en tiempos prolongados, de la misma manera el tipo de enfriamiento que se dará al concreto después de haber sido sometido al fuego a cierta temperatura alcanzada.	800 °C a 30 minutos	Intervalos
			800 °C a 60 minutos	Intervalos
			800 °C a 120 minutos	Intervalos
Variable Dependiente	Son las altas temperaturas causantes de la variación de la resistencia mecánica del concreto armado.	Propiedades Mecánicas	Compresión	Escala de Medición
Evaluar su Resistencia Mecánica después de un incendio		El concreto tiene un procedimiento en la cual consiste en tomar muestras después de su endurecimiento, en este caso a los 28 días la cual se somete a compresión, la cuales para mejorar la resistencia podría utilizarse aditivos o un buen proceso de curado para llegar a la resistencia óptima.	Sometido a compresión momento de falla	Intervalos
			Sometido a compresión momento de falla	Intervalos
			Sometido a compresión momento de falla	Intervalos

## Anexo 2.- Matriz de consistencia

EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.					
PROBLEMAS	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLE	INDICADOR	ITEMS
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b> EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS	PATRON DE TEMPERATURAS 400°, 800° LAPSOS DE TIEMPO DE DURACION DE LAS ALTAS TEMPERATURAS: 2HORAS, 4 HORAS , 8 HORAS	SON LAS ALTAS TEMPERATURAS CAUSANTES DE LAS VARIACIONES DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CICLOPEO. ES EL TIEMPO DE EXPOSICION A ALTAS TEMPERATURAS CAUSANTE DE LA VARIACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CICLOPEO. SON LAS ALTAS TEMPERATURAS Y EL TIEMPO DE EXPOSICION A ESTAS CAUSANTES DE LAS FISURAS Y/O AGRIETAMIENTOS EN EL CONCRETO CICLOPEO
¿Cuál es el comportamiento del concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por tiempo variable?	El comportamiento del concreto armado que se ha sometido a altas temperaturas sufre daños críticos en sus propiedades mecánicas	Determinar la variación de la resistencia mecánica del concreto armado sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.			
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Cómo influye el tiempo de exposición a altas temperaturas en la variación de la resistencia mecánica del concreto armado?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tiempo de exposición a altas temperaturas del concreto armado influye en la reducción de su resistencia mecánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinar cómo influye el tiempo de exposición a altas temperatura del concreto armado en la variación de la resistencia mecánica.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Qué características físicas se presentan en el concreto armado después de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El concreto armado cambia su aspecto físico, fisurándose y hasta agrietándose superficialmente después de ser sometido a altas temperaturas y a diferentes tiempos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinar las características físicas que se presentaría en el concreto armado después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿Es posible reparar el concreto armado después de ser sometido a altas temperaturas?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debido a la reducción de la resistencia mecánica del concreto armado, se debe reemplazar en su totalidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Determinar si el concreto armado presenta daños reparables después de ser sometido a variaciones de altas temperaturas por intervalos de tiempo.</li> </ul>			
			<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO	PORCENTAJE DE REDUCCION DE LA RESISTENCIA MECANICA	SON LAS ALTAS TEMPERATURAS CAUSANTES DE LA VARIACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CICLOPEO

### Anexo 3.- Ensayos de laboratorio



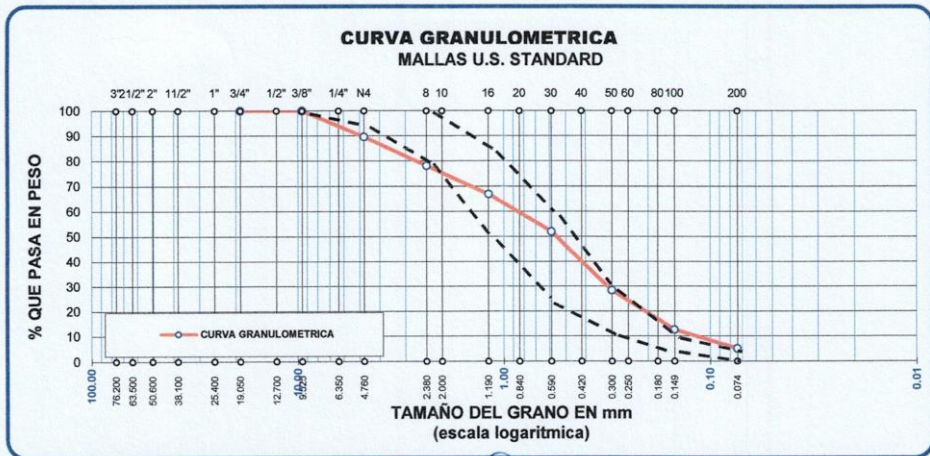
#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C - 136

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.  
 SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
 CRHSTIAN KENYI MAMANI AYNÁ ; CODIGO 0000-0001-9300-4630  
 INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS  
 UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.  
 FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Muestra : Agregado Fino Cantera : Arunta
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700					100	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.760	53.90	10.46	10.46	89.54	95 100	
No8	2.380	58.90	11.43	21.90	78.10	80 100	
No10	2.000						
No16	1.190	57.90	11.24	33.14	66.86	50 85	
No20	0.840						
No30	0.590	76.80	14.91	48.05	51.95	25 60	
No40	0.420						
No 50	0.300	121.90	23.67	71.71	28.29	10 30	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	81.60	15.84	87.56	12.44	2 10	
No200	0.074	38.30	7.44	94.99	5.01	0 5	
		25.80	5.01	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		515.10					

Peso de la Muestra : 515.1 gr.  
 Modulo de Fineza : 2.7  
**OBSERVACIONES:**  
 La muestra consiste de lecho de río de perfil sub angular y sub redondeado



Oswaldo Martín Aguilar Pacci  
 TEC. LABORATORISTA  
 MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 108241

AV. LUIS BASADRE N°1 A - TACNA - TACNA  
 celular 984238003 - 952887017 - 052 283174

Email [tecosur.tacna@gmail.com](mailto:tecosur.tacna@gmail.com)  
 Facebook [tecosur TACNA](https://www.facebook.com/tecosurTACNA)

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
ASTM C - 136

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

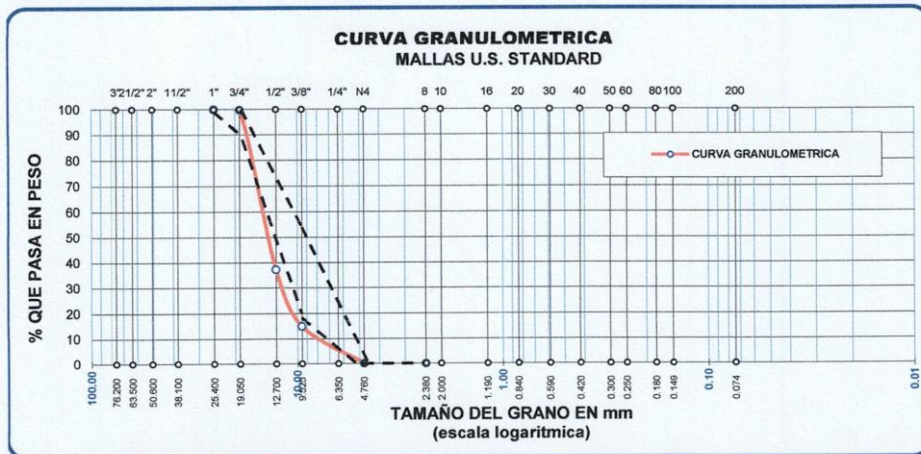
SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNÁ ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC. 67	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						<b>Muestra : Agregado Grueso</b>
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
3/4"	19.050	12.90	0.25	0.25	99.75	90 100	
1/2"	12.700	3236.10	62.49	62.74	37.26		
3/8"	9.525	1159.20	22.39	85.13	14.87	20 55	
1/4"	6.350						
No4	4.760	764.20	14.76	99.88	0.12	0 10	
No8	2.380	6.00	0.12	100.00	0.00	0 5	
No10	2.000						
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.420						
No 50	0.300						
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.074						
<b>TOTAL</b>		5178.40					<b>Peso de la Muestra:</b> 5932.1 gr. <b>Tamaño Máximo</b> 3/4"
							La muestra consiste de piedra chancada , proporcionada por el peticionario



Oswaldo Martín Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 106241

**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL**  
**NORMA ASTM D-2216**

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNA ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

MUESTRA N°		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del recipiente	gr.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del recipiente + la muestra humeda	gr.	796.9	824.8	1,302.1	1,276.2
Peso del recipiente + la muestra seca	gr.	786.3	814.2	1,290.4	1,264.2
Peso del Agua	gr.	10.6	10.6	11.7	12.0
Peso de la muestra seca neta	gr.	786.3	814.2	1,290.4	1,264.2
Porcentaje de humedad	%	1.35	1.30	0.91	0.95
Promedio	%	<b>1.32</b>		<b>0.93</b>	

Oswaldo Martin Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 106241

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNA ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA**  
NORMA ASTM C-127

MUESTRA N°		1	2
Peso de la muestra en el aire	gr.	762.9	630.4
Peso de la muestra en el agua	gr.	474.6	391.5
Volumen Desplazado	cc.	288.3	238.9
Peso especifico	gr/cc.	2.646	2.639
Promedio	gr/cc.	2.642	

**ENSAYO DE ABSORCION DE LA GRAVA**

MUESTRA N°		1	2
Peso de la muestra (sss)	gr.	759.4	626.1
Peso de la muestra seca	gr.	751.3	619.2
Peso del Agua	gr.	8.1	6.9
Porcentaje de Absorción	%	1.08	1.11
Promedio	%	1.10	

OBSERVACIONES: las muestras fueron proporcionadas por el solicitante..

Oswaldo Martín Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 106241



PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNA ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO DE LA ARENA**  
NORMA ASTM C-128

MUESTRA N°		1	2
Peso de la fiola + muestra + Agua	gr.	748.00	742.00
Peso de la fiola + Agua	gr.	624.30	618.60
Peso de la muestra (sss)	gr.	200.0	200.0
Volumen desplazado	cc.	76.3	76.6
Peso especifico	gr/cc.	2.621	2.611
Promedio	gr.cc.	2.616	

**ENSAYO DE ABSORCION DE LA ARENA**  
NORMA ASTM C-128

MUESTRA N°		1	2
Peso de la muestra (sss)	gr.	200.00	200.02
Peso de la muestra seca	gr.	197.20	197.24
Peso del Agua	gr.	2.8	2.8
Porcentaje de Absorción	%	1.42	1.41
Promedio	%	1.41	

OBSERVACIONES: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

  
Oswaldo María Aguilar Pacca  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



  
 JOSE VARGAS CATACOR  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 108241

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA  
MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CHRISTIAN KENYI MAMANI AYNA ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE PESOS UNITARIOS**  
NORMA ASTM C - 29

Agregado Fino (Arena)	S U E L T O			V A R I L L A D O			
	1	2	3	1	2	3	
MUESTRA N°							
Peso del molde + la muestra seca	gr	12,920	12,960	12,875	13,630	13,540	13,580
Peso del molde	gr.	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490
Peso de la muestra seca neta	gr.	5,430	5,470	5,385	6,140	6,050	6,090
Volumen del molde	cc.	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Peso Unitario	gr/cc.	1.681	1.693	1.667	1.901	1.873	1.885
Promedio	gr/cc.		1.681			1.886	

Agregado Grueso (Grava) PIEDRA CHACADA	S U E L T O			V A R I L L A D O			
	1	2	3	1	2	3	
MUESTRA N°							
Peso del molde + la muestra seca	gr	12,271	12,190	12,230	12,528	12,579	12,581
Peso del molde	gr.	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490	7,490
Peso de la muestra seca neta	gr.	4,781	4,700	4,740	5,038	5,089	5,091
Volumen del molde	cc.	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Peso Unitario	gr/cc.	1.480	1.455	1.467	1.560	1.576	1.576
Promedio	gr/cc.		1.468			1.570	

OBSERVACIONES: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

Oswaldo Martin Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORI  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 108241

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

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNA ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, AGOSTO DEL 2022

CONSTANTES FISICAS		AGREGADO GRUESO		AGREGADO FINO	
Peso específico	gr/cc	2.642		2.616	
Peso unit.suelto / varillado	Kg/m <sup>3</sup>	1468	1570	1681	1886
Tamaño máximo		19.05		-	
Modulo de fineza		-		2.7	
Humedad Absorción	%	1.10		1.41	
Humedad Natural	%	0.93		1.32	

Cemento Portland TIPO IP YURA P.e. = 2.86 gr/cm<sup>3</sup>

CONSIDERACIONES :

Slump	8 @ 10 cm
Agua	205 Kg/m <sup>3</sup>
Aire atrapado	2.00 %
Relación agua/cemento	0.57
Vol. Agregado grueso	0.57 m <sup>3</sup>

MATERIALES PARA 1m <sup>3</sup> /CONCRETO	PESO (Kg)	VOLUMEN ABS. (m <sup>3</sup> )
Agua	205.00	0.205
Cemento	359.65	0.126
Aire	-	0.020
Piedra	901.18	0.341
Arena	805.73	0.308

**CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION**

MATERIALES	PESO (Kg)	VOLUMEN APAR. (m <sup>3</sup> )
Agua	206.00	0.206
Cemento bls 8.46	359.65	0.240
Piedra	898.28	0.612
Arena	805.73	0.479

DOSIFICACION	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
En peso	1	2.24	2.50	0.57
En volumen	1	2.00	2.55	0.86
Tanda 1 bolsa de cemento	42.50	95.20	106.25	24.23 Kg

**OBSERVACIONES :**

- 1.- Los agregado fueron proporcionados por el solicitante.
- 2.- La variación por humedad se corregirá en Obra mediante el ensayo de Revenimiento

Oswaldo Martín Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 106241

**INFORME DE ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO ASTM C39**

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNÁ ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

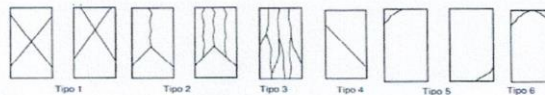
UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, 16 DE SETIEMBRE DEL 2022

**TABLA DE DATOS**

Nº	DESCRIPCION	F' c-Esp. Kg/cm²	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm²	Lectura kg.-F	Resist. kg./cm²	% Especi- ficado	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA 1	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	35856.0	202.90	96.62	4
2	MUESTRA 2	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	39507.0	223.56	106.46	3
3	MUESTRA 3	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	41664.0	235.77	112.27	4
4	MUESTRA 4	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	27991.0	158.40	75.43	3
5	MUESTRA 5	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	33827.0	191.42	91.15	2
6	MUESTRA 6	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	40904.0	231.47	110.22	3
7	MUESTRA 7	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	29070.0	164.50	78.33	2
8	MUESTRA 8	210	04/08/22	16/09/22	43	176.7	41988.0	237.60	113.14	2

**TIPO DE FALLA DE PROBETA DE CONCRETO**



**OBSERVACIONES :**

- \* Las muestras de testigos de concreto fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante .
- \* El presente informe consta de dos páginas y solo es válido para los testigos de concreto que se ensayaron en la empresa TECOSUR S.R.L.

Oswaldo Martín Aguilar Paes  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 106241

AV. LUIS BASADRE N°1 A - TACNA - TACNA  
celular 984238003 - 952887017 - 052 283174

Email [tecosur.tacna@gmail.com](mailto:tecosur.tacna@gmail.com)  
Facebook [tecosur TACNA](https://www.facebook.com/tecosurTACNA)

**INFORME DE ENSAYO DE COMPRESION DE PROBETAS DE CONCRETO ASTM C39**

PROYECTO DE TESIS : EVALUACION DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECANICA DESPUES DE UN INCENDIO TACNA, 2022.

SOLICITANTES : CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELLINO ; CODIGO 0000-0003-3428-0891  
CRHISTIAN KENYI MAMANI AYNA ; CODIGO 0000-0001-9300-4630

INSTITUCION ACADEMICA : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJOS

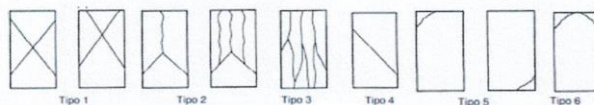
UBICACION : DISTRITO DE TACNA , PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

FECHA : TACNA, 02 DE SETIEMBRE DEL 2022

**TABLA DE DATOS**

Nº	DESCRIPCION	F' c-Esp. Kg/cm²	Fecha de Vaciado	Fecha de Rotura	Edad (días)	Area cm²	Lectura kg.-F	Resist. kg./cm²	% Especi- ficado	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA 01	210	04/08/22	02/09/22	29	176.7	33960.0	192.17	91.51	2
2	MUESTRA 02	210	04/08/22	02/09/22	29	176.7	29768.0	168.45	80.22	3
3	MUESTRA 03	210	04/08/22	02/09/22	29	176.7	33236.0	188.08	89.56	2
4	MUESTRA 04	210	04/08/22	02/09/22	29	176.7	31942.0	180.75	86.07	2
5	MUESTRA 05	210	04/08/22	02/09/22	29	176.7	33251.0	188.16	89.60	3
6	MUESTRA 06	210	04/08/22	02/09/22	29	176.7	34178.0	193.41	92.10	2

**TIPO DE FALLA DE PROBETA DE CONCRETO**



**OBSERVACIONES :**

- \* Las muestras de testigos de concreto fueron elaboradas y proporcionadas por el solicitante .
- \* El presente informe consta de una página y solo es válido para los testigos de concreto que se ensayaron en la empresa TECOSUR S.R.L.

Oswaldo Martín Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAFORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 106241

AV. LUIS BASADRE N°1 A - TACNA - TACNA  
celular 984238003 - 952887017 - 052 283174

tecosur.tacna@gmail.com  
Facebook tecosur TACNA

#### Anexo 4.- Panel fotográfico

Fotografía 1. La preparación de las muestras cilíndricas 210 kg/cm<sup>2</sup>



Fotografía 2. La preparación de las muestras de columnas 210 kg/cm<sup>2</sup>



Fotografía 3. La codificación de las muestras de concreto



Fotografía 4. La codificación de las muestras de concreto



Fotografía 5. Se procede a pesar las briquetas de concreto



Fotografía 6. Se ve el peso de la briketa de concreto que es de 12751 g





Fotografía 7. Las roturas de las briquetas sin sr sometidas al fuego



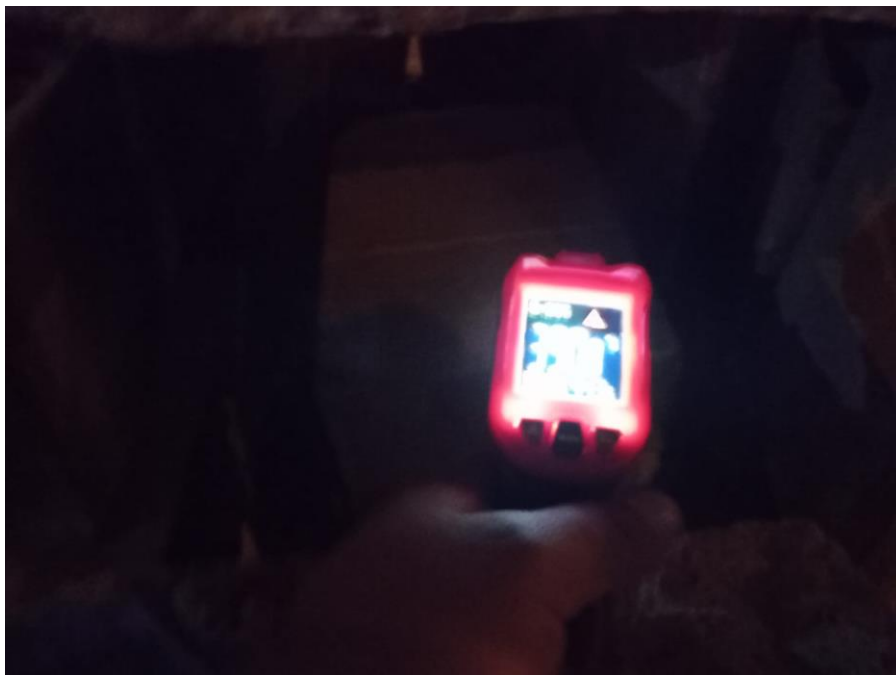
Fotografía 8. La rotura de las briquetas a los 28 días



Fotografía 9. La rotura de las briquetas a los 28 días



Fotografía 10. Medición de la temperatura con el pirómetro laser



Fotografía 11. Prototipo de horno acondicionado



Fotografía 12. Quemado de muestra a altas temperaturas



Fotografía 13. Quemado de las briquetas a 800°C



Fotografía 14. El quemado de las columnas a 800°C



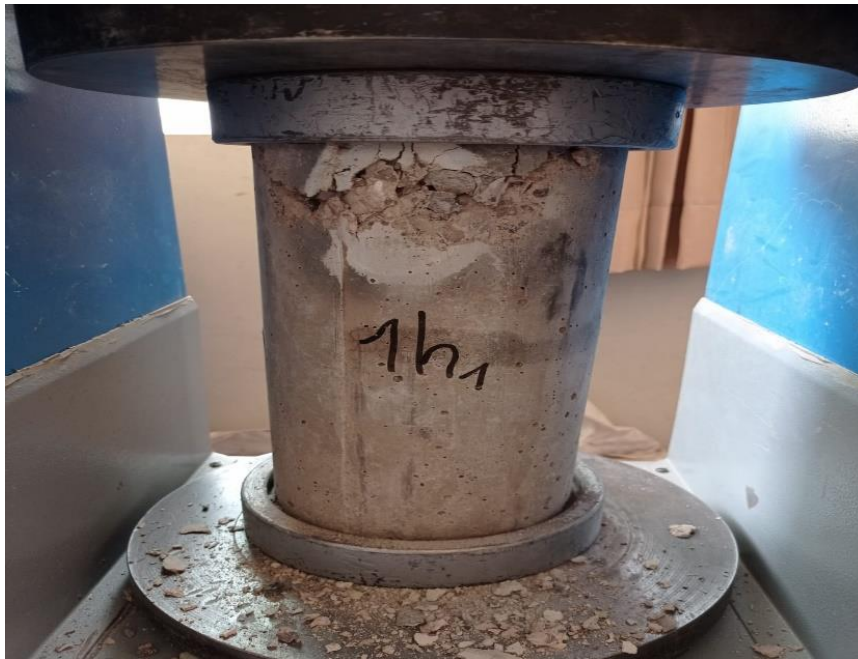
Fotografía 15. El quemado de las columnas a 800°C



Fotografía 16. La rotura después de ser sometido a 800°C



Fotografía 17. La rotura después de ser sometido a 800°C



Fotografía 18. La rotura después de ser sometido a 800°C



Fotografía 19. Daños físico internos del concreto



Fotografía 20. Daños físico internos del concreto





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS PARA EVALUAR SU RESISTENCIA MECÁNICA DESPUÉS DE UN INCENDIO TACNA, 2022.", cuyos autores son MAMANI AYNA CRHISTIAN KENYI, CHAMBILLA CHIPANA ELVIS AVELINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 03 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO <b>DNI:</b> 08185308 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8625-3989	Firmado electrónicamente por: GAYBARA el 03-12- 2022 15:47:09

Código documento Trilce: TRI - 0470168