



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación mecánica del concreto a compresión $F'c=210\text{kg/cm}^2$ luego de haber sido sometido a fuego directo por combustión a gas natural”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Lopez Padilla, Percy Rodolfo (ORCID: 0000-0002-1636-7814)

ASESORA:

Dra. Alama Sono, Esterfilia (ORCID: 0000-0003-4380-209X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la oportunidad de continuar estudiando, de la misma forma nombrar a mi familia a mi esposa Deysse e hijos Kevin, Abelardo, Piero y André, por todo el apoyo que me ha dado y la confianza que pusieron en mí, ellos fueron el motivo de seguir luchando y avanzar en la culminación de mi carrera.

También nombrar a mis padres Bertha, Padilla y Moner, López el cual fueron la inspiración y ejemplo de perseverancia y constancia frente a los obstáculos que enfrente en la vida.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por todas las oportunidades y bendiciones que me ha dado y una de ellas es continuar con mis estudios en la carrera de ingeniería civil.

El reconocimiento a mi Universidad por darme la oportunidad y las facilidades de seguir escalando a nivel profesional, también agradecer a mis docentes el cual me formaron con respeto y ética en la formación como futuro profesional.

ÍNDICE

| | Pág. |
|--|------|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Resumen | vi |
| Abstract | vii |
| I INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.11 Realidad problemática | 1 |
| 1.12 Antecedentes | 2 |
| 1.13 Marco teórico | 5 |
| 1.14 Teorías o enfoques | 12 |
| 1.15 Formulación del Problema | 14 |
| 1.16 Justificación del Estudio | 14 |
| 1.17 Objetivos | 15 |
| 1.18 Hipótesis | 15 |
| II MÉTODO | 16 |
| 2.1 Tipo de diseño de investigación | 16 |
| 2.1.1 Variables de Operacionalización | 16 |
| 2.1.2 Operacionalización de las Variables Tablas | 16 |
| 2.1.3 Población, muestras y muestreos | 20 |
| 2.1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 20 |
| 2.1.5 Procedimiento | 21 |
| 2.1.6 Dosificación adecuada de los Agregado | 22 |
| 2.1.7 Quemado de la probeta en horno | 24 |
| 2.1.8 Retiro de las probetas del horno | 26 |
| 2.1.9 Daños de fisuras visibles en las probetas de concreto | 26 |
| 2.1.10 Ensayo a la comprensión | 28 |
| 2.2.11 Método de análisis de datos | 29 |

| | |
|---------------------------|----|
| 2.2.12 Aspectos éticos | 29 |
| III RESULTADOS | 31 |
| IV DISCUSIONES | 37 |
| V CONCLUSIONES | 39 |
| VI RECOMENDACIONES | 39 |
| REFERENCIAS | 40 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N°1 - Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado fino. | 9 |
| Tabla N°2 - Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. | 9 |
| Tabla N°3- Granulometría del agregado fino usado. | 10 |
| Tabla N°4 - Límites granulométricos para el agregado fino. | 11 |
| Tabla N°5 - Granulometría del agregado grueso usado. | 11 |
| Tabla N°6 - Límites granulométricos del agregado grueso. | 12 |
| Tabla N°7 - Matriz de Variable Dependiente. | 17 |
| Tabla N°8 - Matriz de Variable Independiente. | 18 |
| Tabla N°9 - Matriz de Consistencia. | 19 |
| Tabla N°10 - Diseño para la resistencia del concreto 210 Kg/cm ² . | 22 |
| Tabla N°11 - Resultado del primer ensayo a compresión de la probeta. | 32 |
| Tabla N°12 - Resultado del segundo ensayo a compresión de la probeta. | 34 |
| Tabla N°13 - Resultado del tercer ensayo a compresión de la probeta. | 36 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N°1 - Factores fallas mecánicas del concreto. | 13 |
| Figura N°2 - Hernández, Fernández y Baptista. | 16 |
| Figura N°3 - Probetas después del curado. | 23 |
| Figura N°4 - Termómetro Bimetálico. | 24 |
| Figura N°5 - Horno donde serán sometidos las probetas a fuego directo. | 25 |
| Figura N°6 - ingreso de los Probetas al horno. | 25 |
| Figura N°7 - Probetas sometidas a fuego directo por combustión de gas natural. | 26 |
| Figura N°8 - Primer probeta retirado alcanzó los 300°C presenta fallas por fisuras. | 27 |
| Figura N°9 - Segundo probeta retirado a los 350°C presenta también fisuras. | 27 |
| Figura N°10 - Tercer probeta retirado a los 400°C presenta también fisuras. | 28 |
| Figura N°11 - Ensayo de rotura de las probetas $f'c=kg/cm^2$. | 28 |
| Figura N°12 - Las probetas que serán sometidos a temperaturas altas. | 31 |
| Figura N°13 - Grafico del ensayo a compresión de la primera probeta. | 32 |
| Figura N°14 - Tipo de rotura de la primera probeta. | 33 |
| Figura N°15 - Grafico del ensayo a compresión de la segunda probeta. | 34 |
| Figura N°16 - Tipo de rotura de la segunda probeta. | 35 |
| Figura N°17 - Grafico del ensayo a compresión de la probeta. | 36 |
| Figura N°18 - Tipo de rotura de la segunda probeta. | 37 |

| | |
|---|----|
| ÍNDICE DE ANEXOS | 45 |
| Anexo 1 - Máquina de prueba de ensayo a fuerza de compresión. | 45 |
| Anexo 2 - Horno semi industrial para quemado de las probetas de concreto. | 46 |
| Anexo 3 - Combustión gas Natural en Horno semi industrial. | 47 |
| Anexo 4 - Informe del Laboratorio de la Universidad la Nacional Ingeniería. | 48 |

RESUMEN

El presente trabajo está basado en evaluar el comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ luego de haber sido sometido a temperaturas altas por combustión de gas natural.

Lo que se quiere realizar por medio del estudio de investigación, es la evaluación mecánica del concreto en su comportamiento estructural de su fuerza de compresión en este caso hemos tomado la fuerza $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ esta fuerza es la más usada en las edificaciones, las pruebas que realizaremos será someter a fuego directo al concreto, sabemos que todo cuerpo o materia tiene temperaturas propias y permisibles pero cuando se someten a otras temperaturas mayores a su capacidad como naturaleza empiezan a surgir cambios y deficiencias presentado en este caso el concreto pérdida de fuerza y es lo vamos a evaluar, nos preguntaran el porqué de este estudio, la ingeniería investiga y estudia todos los eventos inesperados o fortuitos que pueda haber en una edificación es por ello que los incendios a temperaturas de 800°C a 1500°C causan daños estructurales el cual primero vulneran al concreto como aislante térmico para convertirlo en este caso como transmisor de temperatura a la estructura interna el cual está formado por el esqueleto compuesto por fierro, para esta investigación sea realizado probetas cilíndricas con las medidas de referencia de $4'' \times 8''$ con un peso de 4 kilos, hemos preparado tres muestras para la presente investigación, se ha sometido a los probetas en un tiempo de 60 minutos y los grados de temperatura alcanzadas han sido de 300°C , 350°C , 400°C en tiempos intervalos, quemados en un horno de panadería artesanal pero el cual es calentado por combustión de gas natural por medio de un soplete a fuego en llamas directo, ha sido muy importante para esta prueba el quemado para poder tener una realidad y resultado de lo que podría causar un verdadero incendio, no hemos obviado las normas en este caso como NTP 400.037 y ASTM C33 para uso de materiales ha sido importante para logra la fuerza requerida $Fc=210 \text{ kg/cm}^2$, concreto convencional, los datos de la resistencia en compresión sea trabajado con la norma técnica Peruana, NTP 339.034, el cual es para el método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, el estudio nos dará mayores alcances del comportamiento del concreto como datos para nuevas investigaciones.

Palabras clave: Concreto, Resistencia a compresión, Mecánica, fuego.

ABSTRACT

The present work is based on evaluating the mechanical behavior of concrete $f'_c = 210$ Kg / cm² after having been submitted to high temperatures by natural gas combustion. What is wanted to be done through the research study, is the mechanical evaluation of concrete in its structural behavior of its comprehension force in this case we have taken the force $f'_c = 210$ Kg / cm² this force is the most used in the buildings, the tests we will perform will be direct fire to the concrete, we know that every body or material has its own temperatures and permissible but when subjected to other temperatures greater than its capacity as nature changes and deficiencies begin to arise in this case presented concrete loss of strength and we are going to evaluate it, we will be asked why this study, engineering investigates and studies all the unexpected or fortuitous events that may occur in a building, which is why fires at temperatures of 800°C to 1500°C cause structural damage which first violate the concrete as a thermal insulator to convert it in this case as a temperature transmitter to the to internal structure which is formed by the skeleton composed of iron, for this investigation cylindrical specimens with the reference measurements of 4 "x 8" with a weight of 4 kilos, we have prepared three samples for the present investigation, it has been subjected to the test tubes in a time of 60 minutes and the degrees of temperature reached have been 300 ° C, 350 ° C, 400 ° C in times intervals, burned in a craft bakery oven but which is heated by gas combustion natural by means of a blowtorch to fire in direct flame, it has been very important for this test the burn to be able to have a reality and result of what could cause a real fire, we have not obeyed the standards in this case as NTP 400.037 and ASTM C33 for material use has been important to achieve the required force $F_c = 210$ kg / cm², conventional concrete, the data of the resistance in understanding is worked with the Peruvian technical standard, NTP 339. 034, which is for the standardized test method for the determination of the resistance to the understanding of concrete, the study will give us greater scopes of concrete behavior as data for new investigations.

Keywords: Concrete, Resistance to compression, Mechanics, fire.

I INTRODUCCIÓN

1.11 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Se puede mencionar diferentes puntos o problemáticas que se tiene hoy en día en nuestro ambiente local, distrito, ciudad, país o el mundo, pero uno de los grandes problemas que nos afectan son los eventos fortuitos por incendios, este tipo de siniestros afectan las infraestructuras de los edificios, casas, fabricas, depósitos y centros comerciales.

Por ello la ingeniería civil juega un papel importante en el rubro de la construcción y sobre todo en el área de la tecnología de materiales, no solo innovando nuevas técnicas para construir sino que también ahora realizando nuevos estudios de investigación experimentales para hallar el mejoramiento de los materiales para que de esta manera podamos contar con viviendas cada vez más seguras y estables, es por ello que teniendo esta problemática de eventos por incendios fortuitos se están realizando investigaciones sobre al concreto y los efectos secundarios que presentara luego de un incendio, teniendo en cuenta que el concreto cubre un buen porcentajes mayor de una edificación, sabemos que en un incendio el fuego tiene contacto directo con él concreto y que afecta de una y otra manera a su estructura molecular como concreto debilitando la edificación, lo podemos corroborar con los incendios más conocidos en el mundo y el Perú, por ejemplo las torres gemelas en los Estados Unidos que a mayor temperatura debilito el acero y colapso, en lima los incendios más con notables la de Meza Redonda y las Malvinas, se puede referir que por las altas temperaturas han dañado la infraestructura, en un evento por incendio el tiempo es importante porque dependerá a que temperatura llegara y la combustión juega un papel importante, es por ello que el problema de los incendios fortuitos juega un papel importante para poder estudiar el comportamiento del concreto y los daños que presentara luego que haya sido sometido a fuego directo por fuego directo al concreto.

1.12 ANTECEDENTES

Antecedentes Nacionales

Chauca, Cruz. (2015) con la tesis titulada “Evaluación del Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ a Altas Temperaturas” el objetivo del estudio es determinar la variación de la resistencia a la fuerza de comprensión luego que haya sido sometido a temperaturas mayores a los 400°C , 600°C y 800°C , la metodología empleada cuasi – experimental, en sus conclusiones menciona que en el quemado por fuego directo las probetas van a tener variaciones en sus dimensiones las cuales el concreto se expande y contrae por la exposición al fuego, recomendaciones manifiestan el concreto usando agregados livianos se obtiene una mejor resistencia a temperaturas altas a diferencia de los agregados de peso normal.

Huincho, Mark. (2017) con la tesis “Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Sometido a Altas Temperaturas por Incidencia del Fuego Directo” el estudio tiene como objetivo ver los cambios que tendrá el concreto cuando sea sometido a fuego directo para ver si las temperaturas altas realizaran cambios en su parte mecánica, en la parte metodológica esta direccionada como experimental ya que sean realizado pruebas de laboratorio, en sus conclusiones se puede manifestar que hay cambios en la disminución de su resistencia afectado su parte mecánica, en las recomendaciones se tiene que tener en cuenta que los ensayos tienen que estar controlados con referencia a las temperaturas.

Villalva, Alex. (2018) título de la tesis “Resistencia Térmica y Mecánica de un Mortero al Sustituir al Cemento en un 16% de Polvo de Cáscara de Arroz y Polvo de Conchas de Abanico” el objetivo de la tesis es determinar su resistencia térmica y en sus propiedades mecánicas del mortero el cual será sustituido con cenizas de cascar de arroz y polvo de conchas de abanico para ser parte del agregado para el concreto, la metodología usada es aplicada y explicativa las conclusiones en la investigación se obtuvo resultados de sus elementos químicos de la cáscara de arroz y conchas de abanico los elementos importantes hallados como el dióxido de silicio y oxido de calcio y ello fue hallado con el espectrómetro FRXDE por medio de él se pudo obtener los resultados de los elementos químicos, recomendaciones se puede usar para terrajeo de muros.

Oncoy, Jenny. (2018) Realiza la tesis denominada “Comportamiento de la Resistencia del Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ Expuesto a Cambios Bruscos de Temperaturas” objetivo principal es determinar los efectos tendrá al cambio brusco de temperatura que tendrá el concreto a la exposición de fuego directo, la metodología de diseño experimental, conclusión determina que hay cambios en su fuerza a la resistencia a compresión después de haber sido sometido a la exposición a fuego, recomendaciones realizar construir adecuadamente teniendo como referencia los aspectos adecuados de la resistencia en el diseño del concreto estructural.

Aguinaga, Giancarlos. (2019) de referencia de estudio “Mitigación de los Efectos Negativos en el Concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$ Producido por las Altas Temperaturas en la Ciudad de Tarapoto” su objetivo del estudio está en reducir los efectos negativos que presentara el concreto, por clima de altas temperaturas, la metodología es experimental y explicativa, las conclusiones se menciona que en Tarapoto el uso del agua helada para la preparación de la mezcla, se pudo lograr buenos resultados se menciona en la tesis que el uso de altas temperaturas del ambiente uso de agua helada es beneficioso en el concreto, se recomienda el uso de aditivos en este caso superplastificantes.

Antecedentes Internacionales

Valdiviezo, Grace. (2016) con la tesis “Análisis técnico Comparativo del Comportamiento a Compresión de Concreto Fabricado con Fibra Proteica (Lana de Borrego) y Fibra Celular (Algodón) Como una Alternativa Sostenible de Aprovechamiento de Recursos” los objetivos planteados en la tesis es comparar el comportamiento de la fuerza axial de los concretos realizados como componentes con fibra de lana de borrego como fibra de algodón, metodología es experimental de acuerdo con los ensayos que se trabajaran, conclusiones se menciona en el estudio que a mayor fibra de algodón pierde la resisten mecánicamente en su fuerza a la compresión, recomendaciones realizar ensayos de resistencia a flexión.

Alvarado, Giovanni. (2016) Realizo la investigación “Estudio del Comportamiento del Concreto Estructural Expuesto al Fuego” el objetivo es analizar las propiedades del concreto por medio

de la comparación frente a la exposición al fuego, metodología exploratoria de forma descriptiva las conclusiones mencionan que se pudo identificar los niveles de daños de cada probeta que han sido expuestas a fuego directo, recomendaciones realizar un proceso de secado en periodo no mayor a los 7 días.

Li, Libin, Cheliang. (2017) el título del estudio “Investigación Experimental Sobre las Propiedades a Altas Temperaturas del Agregado Grueso del Hormigón” el objetivo del estudio es determinar sus propiedades mecánicas y físicas el cual se verá en la pérdida de sección o masa, metodología experimental como conclusiones se menciona que la grava, luego de varios tratamientos presentara diferencia de grados de pérdida de la fuerza por la exposición con fuego, se recomienda trabajar con diferentes tamaños de piedras, en el diseño del concreto para poder ver y comprara las fuerzas que se obtendrá.

Le, Dao, Torrero. (2017) nombre del artículo “Efectos de la Temperatura y el Gradiente de Temperatura en el Desempeño del Concreto a Temperaturas Elevadas” el objetivo del articulo son varios todos direccionados al diseño estructural se menciona tres estados que se nombran limites el cual son considerados principales en relación al fuego la resistencia, el aislamiento y la integridad al fuego, el cual lo que pretenden en un tiempo determinado pueda contar con un periodo de resistencia al fuego, metodología experimental las recomendaciones que se pone es contar con los análisis de incendios en referencia a las estructuras de concreto.

Figuroa, Bello. (2018) con nombre de tesis “Evaluación y Diagnóstico de la Resistencia a Compresión y a Flexión del Concreto Simple Después de Expuesto a 450°C”, el objetivo que tiene la investigación es ver su comportamiento a su fuerza a la compresión y también en la flexión del elemento estructural como concreto en referencia a la temperatura alcanzada a los 450°C, la metodología aplicada es comparativo y experimental, conclusiones se menciona que la disminución de agua por aditivos para el concreto para altas temperaturas apoya en la disminución del impacto generado en los elementos estructurales por los efectos de altas temperaturas, recomendaciones tener en cuenta el módulo elástico por ser una información fundamental.

1.13 MARCO TEÓRICO

Podemos referir o mostrar los conceptos fundamentales para poder tener una opinión referente a los daños que se tiene por fuego directo al concreto en este caso por eventos fortuitos ocasionados por incendios, se menciona que el ambiente el cual será sometido el concreto estará en base al calor y temperatura, podemos enumerar los diferentes tipos de combustión ya sea solido o por solidos licuables que son químicos, en la presente investigación veremos el comportamiento mecánico del concreto a los cambios bruscos de temperatura luego que haya sido sometidos a fuego directo por combustión a gas natural a los testigos de concreto, para la presente prueba sea podido contar con un horno de panadería artesanal el cual es calentado por medio de un soplete a presión por combustión de gas natural, primero tenemos que conocer las características que transmitirá el fuego directo llegando a alcanzar temperaturas a más de 300°C, 350°C y 400°C y sobre pasar el ambiente normal como temperatura alta, es por ello que clasificaremos las diferentes formas de transmisión de calor que recibirá el concreto, luego que haya sido sometido a fuego directo en intervalos de tiempos y los grados alcanzados, se evaluar la resistencia a la compresión y se corroborara que después de ser sometido a fuego el concreto presentara las fallas mecánicas y pérdida de fuerza, la norma usada para la compresión en laboratorio se realizara bajo la norma que establece para este tipo de ensayo, norma técnica Peruana, NTP 339.034, mencionamos que el concreto tiene varias usos y sobre todo es el más empleado como material en todas las edificaciones, tanto como concreto y concreto armado, el estudio busca ver como el concreto tendrá variaciones en su estructura molecular y pérdida de fuerza en su masa los probetas de concreto son de las siguientes medidas de 4" x 8" en tres testigos tendrá cada unidad un peso aproximado de 4 kilos cada ensayo con tiempo de vida de 28 días y la fuerza $F'_{C} = 210 \text{ Kg/cm}^2$, ahora tenemos que saber que el fuego por medio del calor manifestara diferentes transmisiones y temperaturas en variedad relativa por tiempo, en el ambiente donde se pondrá a prueba el concreto, e identificaremos los conceptos básicos que influirán en la transmisión de calor directo al concreto el cual pondrán en manifiesto la debilidad que presentara el concreto después de la prueba a realizar, ahora interpretara los siguientes referencia de transmisión de calor los cuales sea identificado.

a.- Calor y energía

Se menciona que el calor es una energía que según va alcanzando altas temperaturas la emisión o transferencia de energía directa y térmica de una masa o cuerpo va transformando cambios moleculares de estructura en una masa, se puede mencionar que el calor continuamente discurre por un cuerpo de masa o sección con temperatura alta, hacia una masa o sección de menor temperatura es te fenómeno llegara constantemente a una igualdad de ambiente hasta llegar que las dos masas o secciones se han iguales en calor y temperatura de esta manera obteniendo uniformidad, entonces podemos referir que el calor que es una energía que producirá por vibración de moléculas provocara la subida de la temperatura y de esta manera la dilatación de los cuerpos en función a los sólidos y la deformación molecular en este caso del concreto.

b.- Temperatura

Podemos mencionar que la temperatura es la medición de la energía térmica que posee toda masa o cuerpo. En este caso se refiere que toda masa siempre tendrá una mayor temperatura que una masa fría, podemos mencionar también que la temperatura es una magnitud física que refiere la intensidad del calor o frio en un cuerpo, teniendo en cuenta que el calor es asociado a temperatura.

c.- Modos de transferencia de calor

Se puede mencionar que se tiene tres modos de transferencia e calos entre los cuales son conducción, convección y radiación, el cual pondremos en este caso en base a nuestra investigación a fuego directo por calor emitido por incendio en este caso se mencionara como referencia dos tipos de transmisión el cual son los más comunes.

- **Por convección:**

En este caso la transferencia de calor por convección se da a través de los movimientos de las partículas del humo aire o gases que están en el ambiente en partículas calientes, podemos referir en este caso cuando hay un incendio el cual es parte de la afección al concreto el humo y las partículas de gases calientes siempre tienden a subir desde el lugar de donde se emana el incendio asía arriba, de esta manera también el aire juega un papel impórtate en esta

transferencia de calor, el aire que circula alrededor del fuego se calienta y también se eleva así arriba o sube, de esta manera transmite calor a distancia del fuego, estos gases de partículas calientes están circulando en movimiento por el aire, generando corrientes calientes que adelantan el proceso de convección, en referencia esto ira aumentado el ambiente de calor con más rapidez por la combustión que se tenga en este caso por incendio.

- **Por conducción:**

Podemos referir o mencionar que es la transmisión de calor de transferencia de un cuerpo sólido a otro, el cual es un proceso de transferencia de calor basado en el contacto directo entre las masas o cuerpos, en referencia se puede mencionar en base a la investigación al concreto armado como transferencia de calor a los fierros ejemplo, en las columnas, vigas, tuberías de redes con PVC.

d.- Por Combustión:

Es la reacción química el cual se produce en una parte el oxígeno y un material oxidable, el cual va acompañado de desprendimiento en este caso de energía que podemos referir que habitualmente se manifiesta por la incidencia incandescente o llama de referencia a la combustión por la gasolina, la combustión del carbón, la combustión por el gas, la combustión del papel y la combustión de elementos solidos por madera, papeles, cartón, telas y otros.

e.- Por combustibilidad:

En este caso podemos referir que la combustibilidad es una medida o elemento con la que una sustancia es encendida, en este caso estamos tomando como combustible el gas natural el cual se puede configurar con varias formas y propiedades diferentes para producir fuego, teniendo en cuenta que un material combustible será parte de todo e inicio de incendio.

f.- Fuego y Temperatura:

Podemos referir ahora que fuego o calor y temperatura están relacionados mutuamente en este en este caso, el fuego o el calor a temperaturas en sus diferentes conceptos daña las estructuras de las moléculas de una masa en este caso del concreto, es por ello que se teníamos que tener de referencia estos conceptos el cual intervendrán en esta investigación.

g.- Conducta del Concreto:

Se puede mencionar que el concreto a fuego directo por medio de combustión con gas natural conllevará a la transformación y alteración de las moléculas del concreto dañando su estructura y la pérdida de masa y fuerza a la comprensión, estos cambios bruscos de temperatura en el concreto serán cambiante cada vez que se le transmita fuego directo esto dependerá del tiempo exposición y el tipo de combustión que tendrá. En este caso las temperaturas promedio serán de 300°C, 350°C a 400° C.

Todas estas pruebas de referencia nos dan un indicador la pérdida de masa y fuerza en el concreto por la acción del fuego directo, en mención nos conllevará a que cuanto más fuego o calor tenga la temperatura subirá y la concreta ira perdiendo su masa de esta manera se ira debilitando su estructura a más tiempo en exposición al fuego y alcanzando mayor temperatura. Podemos referir que en base a los datos de información un incendio convencional puede llegar a temperaturas mayores o superiores a los 800°C o 1500°C ello dependerá del tipo de combustible o material inflamable que intervendrá en un evento fortuito por incendio por combustión.

- **Agregados**

Los materiales utilizados en este trabajo de investigación se tienen como referencia que estarán compuestos por una cantidad en volumen total e importancia del uso, tipo y calidad correcta del agregado no se puede subestimar. Los agregados fino y grueso ocupan cerca del 60% al 75% del volumen del concreto como agregado y material a usar, señalar en este caso que es fundamental mencionar que mucho servirá las proporciones de las propiedades correctas para que cumpla con las características que se requiere para llegar a obtener con el concreto en este caso con una fuerza necesaria de $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Esto agregado debe cumplir con la norma de especificaciones técnicas establecidas en la norma NTP 400.037 y ASTM C33

- **Propiedades físicas y peso unitarios**

Debemos saber que parte de las propiedades del agregado están principalmente en verificar el concreto que se elaborara, supervisando que los materiales sean los adecuados y sobre todo de que canteras se tomarán estos productos para la elaboración del concreto, todas ellas estarán contempladas en las normas técnicas peruanas vigentes.

Los pesos unitarios se tomarán de acuerdo con el peso el cual se utilizará como volumen unitario en este sentido la proporción será considerada como concreto por volumen, como peso unitario podemos referir que los agregados fino y grueso estarán como estándar los cuales se ha tomado de la norma NTP 400.017 el cual podemos mencionar o referir en la tabla 1.4 y 1.

Tabla 1 Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

| | M-1 | M-2 | M-3 | Unidades |
|---|------|---------|------|----------|
| Peso del recipiente | | 1.558 | | kg |
| Volumen del recipiente (1/10 pie 3) | | 0.00283 | | M3 |
| Peso del material + tara sin compactar | 6.19 | 6.2 | 6.18 | kg |
| Peso del material suelto | 4.63 | 4.64 | 4.62 | kg |
| Peso del material + tara sin compactado | 6.73 | 6.78 | 6.73 | kg |
| Peso unitario suelto | | 1636 | | Kg/m3 |
| Peso unitario compactado | | 1833 | | Kg/m3 |

Tabla 2 Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

| | M-1 | M-2 | M-3 | Unidades |
|---|-------|---------|-------|----------|
| Peso del recipiente | | 4.9 | | kg |
| Volumen del recipiente (1/10 pie 3) | | 0.00943 | | m3 |
| Peso del material + tara sin compactar | 18.19 | 18.08 | 18.20 | kg |
| Peso del material suelto | 13.29 | 13.18 | 13.30 | kg |
| Peso del material + tara sin compactado | 20.07 | 20.04 | 20.05 | kg |
| Peso del material compactado | 15.17 | 15.14 | 15.15 | kg |
| Peso unitario suelto | | 1405 | | Kg/m3 |
| Peso unitario compactado | | 1606 | | Kg/m3 |

Datos recopilados de internet

- **Granulometría**

En este caso podemos referir que la granulometría está basado en estándares ya normados para el uso en los tamaños del agregado para el manejo del concreto como masa en un estado elástico, en este caso el agua la compactación o vibración jugaran un papel importante en la capacidad y la resistencia mecánica del concreto como estado sólido, los parámetros usados en este caso o norma es NTP 400.037 para el uso de agregados finos esta norma mantendrán los estándares solicitados para el concreto a elaborar, el cual lo podemos ver en las siguientes tablas 1.5, 1.6 y 1.7 y 1.

Tabla N°3 Granulometría del agregado fino usado.

| Malla | M-1 | M-2 | M-3 | Prom. | Ret. Prom. (%) | Ret. Acum. (%) | Acum. Pasa (%) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3/8" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| N°4 | 15.00 | 13.30 | 15.50 | 14.60 | 1.21 | 1.21 | 98.79 |
| N°8 | 127.90 | 120.80 | 122.00 | 123.57 | 10.28 | 11.50 | 88.50 |
| N°16 | 289.90 | 281.50 | 264.40 | 278.60 | 23.18 | 34.68 | 65.32 |
| N°30 | 327.30 | 300.00 | 290.70 | 306.00 | 25.46 | 60.14 | 39.86 |
| N°50 | 267.20 | 242.50 | 239.10 | 249.60 | 20.77 | 80.90 | 19.10 |
| N°100 | 154.60 | 147.30 | 141.50 | 147.80 | 12.30 | 93.20 | 6.80 |
| Fondo | 84.80 | 84.00 | 76.30 | 81.70 | 6.80 | 100.00 | 0.00 |
| Total | 1266.70 | 1189.40 | 1149.50 | 1201.87 | 100.00 | | |

Datos recopilados de internet

Tabla N°4 Límites Granulometría del agregado fino.

| Tamiz estándar (abertura cuadrada) | Porcentaje que pase |
|---------------------------------------|------------------------|
| 3/8" (9.51 mm) | 100 |
| N° 4(4.75 mm) | 95 a 100 |
| N° 8(2.38 mm) | 80 a 100 |
| N°16(1.19mm) | 50 a 85 |
| N° 30(0.595 mm) | 25 a 60 |
| N° 50(0.297 mm) | 5 a 30 |
| N° 100(0.148 mm) | 0 a 10 |

Datos recopilados de internet

Tabla N°5 Granulometría del agregado grueso usado.

| Malla | M-1 | M-2 | M-3 | Prom. | Ret. Prom. (%) | Ret. Acum. (%) | Acum. Pasa (%) |
|-------|----------|----------|----------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1" | 800.50 | 928.00 | 559.00 | 762.50 | 7.23 | 7.23 | 92.77 |
| 3/4" | 7692.50 | 7467.50 | 7571.00 | 7577.00 | 71.85 | 79.08 | 20.92 |
| 1/2" | 2234.00 | 1945.50 | 2276.00 | 2151.83 | 20.41 | 99.49 | 0.51 |
| 3/8" | 18.00 | 20.00 | 16.00 | 18.00 | 0.17 | 99.66 | 0.34 |
| 1/4" | 13.50 | 9.00 | 7.00 | 9.83 | 0.09 | 99.75 | 0.25 |
| N°4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Fondo | 24.50 | 22.50 | 31.00 | 26.00 | 0.25 | 100.00 | 0.00 |
| Total | 10783.00 | 10392.50 | 10460.00 | 10545.17 | 100.00 | | |
| | | | | | | | |

Datos recopilados de internet

Tabla N°6 - Límites granulométricos del agregado grueso

| Tamiz estándar (abertura cuadrada) | Porcentaje que pase |
|------------------------------------|---------------------|
| 1 1/2" (37.5 mm) | 100 |
| 1" (25.0 mm) | 90- 100 |
| 3/4" (19.0 mm) | 20 - 55 |
| 1/2" (12.5 mm) | 0-10 |
| 3/8" (9.51 mm) | 0-5 |

Datos recopilados de internet

- **Cemento usado**

En mención el cemento que usaremos en este caso será el Portland Tipo 1 Andino, el cual tiene el requerimiento que las normas establecen como NTP 334.009 y ASTM C 150.

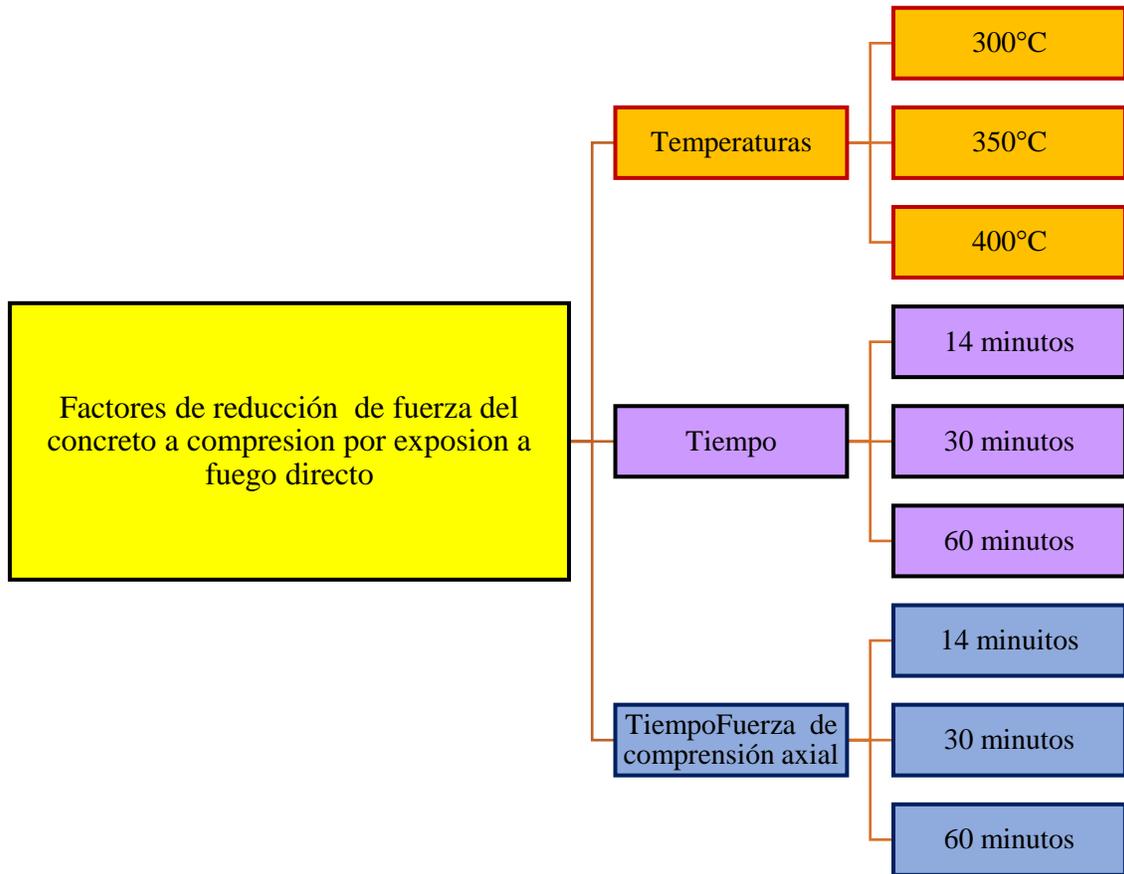
- **Agua.**

Para este trabajo utilizaremos agua potable para contar con un líquido limpio y libre de impurezas para poder realizar los trabajos de investigación, el cual está sujeta a las normas NTP 339.227.

1.14 Teorías o enfoques

Podemos ver en este caso que las teorías y enfoques en este trabajo están basadas en un enfoque cuantitativo ya que se busca tener resultados con valores, en base a la formulación del problema y los conceptos, contado con una hipótesis y una variable, en este caso se menciona como hipótesis está basada evaluar al concreto luego que haya sido sometido fuego directo y como afecta a sus estructuras y las variables nos darán resultados de la resistencia del concreto a $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y tendremos a la vez los resultados de la fuerza a la compresión luego que haya sido sometida al fuego ello nos dar un indicador del daño que es causado el concreto por exposición al fuego.

Figura N°1 Factores fallas mecánicas del concreto



Fuente propia

1.15 Formulación del Problema

Se menciona que en un evento fortuito por incendio a temperaturas altas por tiempo prolongado de fuego habrá daños en las estructuras moleculares del concreto cristalizando su masa el cual severa la dificultad al someterlo al concreto a la compresión en este caso perderá su fuerza para la cual fue diseñada $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en base a ello realizaremos dos preguntas, una general y la otra específica.

- **Problema General**

¿Qué cambios mecánicos presentara el concreto en su fuerza de compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ después de haber sido sometido en temperaturas mayores a los 300°C , 350°C , 400°C por fuego directo?

- **Problema Específico**

¿los tiempos de quemado por temperaturas altas influirá en la pérdida de la resistencia mecánica del concreto a su $F'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$?

1.16 Justificación del Estudio

La investigación está justificada en poder servir como alcance de información para estudios sobre el concreto y mejora de nuevos materiales estructurales, de esta manera poder contar con viviendas y edificaciones habitables y seguras en servicio de nuestra comunidad, se tiene como información que en nuestro país hay un gran índice de eventos o incidentes por incidentes fortuitos por combustión el cual dañan las infraestructuras de toda edificación luego de haber tenido el incidente, el concreto como elemento estructural tiene más participación y mayor porcentaje en ser usado como material en una vivienda o edificio y frente a un incendio es el que enfrenta directamente la transmisión de calor directa, se sabe que por naturaleza el concreto es un aislante térmico cual una de sus funciones es proteger al acero estructural en una edificación frente a cualquier evento por incendio, es por ello que el estudio tratara de ver esos

cambios mecánicos y mucho tiene que ver la combustión y el elemento combustible en conjunto con el tiempo de exposición de quemado para ver la dimensión del daño del cual soportar el concreto estructural y los peligros que afrontara, el aporte de la investigación nos llevaran a resultados experimentales el cual no solo será sometido a fuego sino que también a tiempo de quemado y el tipo de combustión a gas natural, estos resultados nos servirán para que los estudios posteriores a esta investigación por ingenieros sirvan en mejora del concreto estructural y poder utilizar otros agregados que se sumaran al concreto para mejora su estructura mecánica y pueda ser más resistentes en tiempo y al fuego estos nuevos materiales estructurales servirán en bienestar de una sociedad y contar con vivienda estables y habitables.

1.17Objetivos

- **Objetivo General:**

Determinar Qué cambios mecánicos presentara el concreto en su fuerza de compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ después de haber sido sometido en temperaturas mayores a los 300°C , 350°C , 400°C por fuego directo

- **Objetivo Específico:**

Determinar si los tiempos de quemado por temperaturas altas influirá en la perdida de la resistencia mecánica del concreto a su $F'C = 210 \text{ Kg} / \text{cm}^2$.

1.18Hipótesis

La exposición de fuego por combustión de gas natural con temperaturas mayores a 300°c , 350°c , 400°c afectará la estructura molecular del concreto, en su fuerza a compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

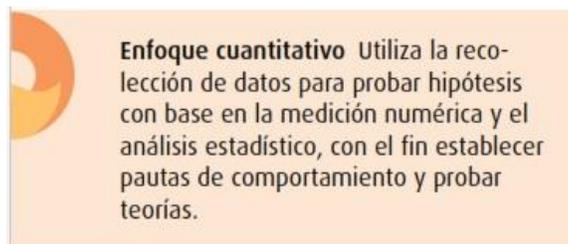
II MÉTODO

2.1 Tipo de diseño de investigación

El método o diseño usado en el presente estudio de investigación es cuantitativa, en este caso pertenece al grupo de investigación experimental porque en el presente trabajo estaremos determinando los efectos y resultado que se obtendrá numéricamente.

Hernández, Fernández y Baptista (2010) en la página N°4 donde se menciona lo siguiente:

Figura N°2 Hernández, Fernández y Baptista



Metodología de investigación tipo y diseño

| Metodología Diseño | |
|----------------------------|--------------------------|
| Investigación Cuantitativa | Diseño Cuasiexperimental |

2.1.1 Variables de Operacionalización

La operacionalización de las variables me pudo dar la facilidad para la investigación en definir los conceptos a estudiar y analizar las variables de la investigación las cuales son:

- **Variable Dependiente**

El fuego directo por combustión agás natural

- **Variable Independientes**

Concreto, fuerza a la comprensión $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

2.1.2 Operacionalización de las Variables Tablas

Con los siguientes conceptos se planteará las siguientes tablas las cuales serán tres:

Tabla N°7 - Matriz de Variable Dependiente

| EVALUACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO A COMPRESIÓN $f'c=210\text{KG}/\text{CM}2$ LUEGO DE HABER SIDO SOMETIDO A FUEGO DIRECTO POR COMBUSTIÓN AGÁS NATURAL | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|
| Conceptualización | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Fuentes | Instrumentos |
| La resistencia a compresión $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ del concreto dependerá del diseño a seguir y de la fuerza final que obtendrá a los 28 días de vida | <ul style="list-style-type: none"> * Diseño de concreto. * Propiedades mecánicas del concreto. * 28 días de vida | <ul style="list-style-type: none"> * Norma NTP 400.037 * Norma NTP 339.084 * Norma NTP 339.033 | <ul style="list-style-type: none"> ¿El concreto alcanzara a los 28 días de vida $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$? ¿El concreto mantendrá su resistencia inicial de fuerza luego que es sometido a fuego directo? | Testigos o probeta para el concreto de 4" x 8" | <ul style="list-style-type: none"> Equipo de ensayo de compresión máquina de ensayo uniaxial Proeti certificado de calibración CMC 067-2019. |

Fuente: Propia

Tabla N°8 - Matriz de Variable Independiente

| EVALUACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO A COMPRESIÓN F' C=210KG/CM2 LUEGO DE HABER SIDO SOMETIDO A FUEGO DIRECTO POR COMBUSTIÓN AGÁS NATURAL | | | | | |
|---|---|---|--|-----------------------|--|
| Conceptualización | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Fuentes | Instrumentos |
| ¿El fuego afectará las moléculas del concreto al llegar a temperaturas mayores de los 300° C, 400°C y 450°C, al alcanzar dichas temperaturas perderá fuerza por temperaturas altas? | <p>*combustible gas natural.</p> <p>*Temperatura en relación al tiempo de quemado</p> | <p>*Apariencia del concreto.</p> <p>*Perdida de propiedades mecánicas</p> | ¿El concreto mantendrá su fuerza inicial a la compresión luego de haber sido sometido a temperaturas mayores a los 300°C, 400°C y 450°C? | Horno semi industrial | <p>Termómetro bimetálico reloj para hormo</p> <p>Equipo de ensayo de compresión máquina de ensayo uniaxial</p> |

Tabla N°9 - Matriz de Consistencia

| EVALUACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO A COMPRESIÓN $f'c=210\text{KG}/\text{CM}2$ LUEGO DE HABER SIDO SOMETIDO A FUEGO DIRECTO POR COMBUSTIÓN AGÁS NATURAL | | | | |
|--|--|--|--|--|
| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variables | Indicadores |
| <p>Problema General ¿Qué cambios mecánicos presentara el concreto en su fuerza de compresión $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ después de haber sido sometido en temperaturas mayores a los 300°C, 350°C, 400°C por fuego directo?</p> <p>Problema Específico ¿los tiempos de quemado por temperaturas altas influirá en la perdida de la resistencia mecánica del concreto a su $F'c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}2$?</p> | <p>Objetivo General Determinar Qué cambios mecánicos presentara el concreto en su fuerza de compresión $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ después de haber sido sometido en temperaturas mayores a los 300°C, 350°C, 400°C por fuego directo</p> <p>Objetivo Específico Determinar si los tiempos de quemado por temperaturas altas influirá en la perdida de la resistencia mecánica del concreto a su $F'c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}2$.</p> | <p>La exposición de fuego por combustión de gas natural con temperaturas mayores a 300°c, 350°c, 400°c afectará la estructura molecular del concreto, en su fuerza a compresión $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$.</p> | <p>Variable independiente</p> <p>El fuego directo por combustión agás natural</p> | <p>Temperaturas 300°C. Temperaturas 350°C. Temperaturas 400°C. Tiempo de quemado.</p> |
| | | | <p>Variable dependiente</p> <p>Concreto, fuerza a la compresión $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$.</p> | <p>Dosificación de los agregados del concreto.</p> <p>Resistencia a la fuerza a compresión.</p> |

Fuente: Propia

2.1.3 Población, muestras y muestreos

En este el trabajo la población la conforman las probetas de concreto en este caso los tres testigos como muestra a trabajar con una resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ de referencia de vida a los 28 días, el cual será sometido a cambio de temperaturas que llegaran a los 300°C , 350°C , y 400°C , por fuego directo a combustión de gas natural, en este caso sea considerado la recomendación del tesista (Arias, 2006, p.83)

“Los tesistas e investigadores en formación que no cuenten con financiamiento, deben estudiar poblaciones finitas y accesibles. Esto facilitará la determinación de un tamaño de muestra adecuada y justado a la disponibilidad de tiempo y recurso” (Arias, 2006, p.83)

- **Muestras**

Se han realizado tres muestras de probetas de concreto de medidas 4” x 8” con un peso aproximado de 4 kilos cada uno, estos testigos serán sometidos a fuego directo en un horno de panadería a combustión por gas natural por soplete, ingresaran los tres al horno a un mismo tiempo y serán retirados cada uno por uno, en un inervalo de tiempo y de temperatura cuando llegue los 300°C y se retirar el primer probeta y cuando se incremente 350°C se retira el segundo probeta y el ultimo retiro del probeta de concreto será retirado a los 400°C .

2.1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

- **Técnica de Gabinete:** En este caso se utilizará la técnica del fichaje, en el cual las fichas serán: ficha bibliográfica textual, está considerado como resumen, lo que nos servirá para coger información y nutrir el marco teórico de la presente investigación y tener mayor alcance sobre la investigación a realizar.

- **Técnicas de laboratorio:** Se usará los ambientes de un laboratorio para los estudios pertinentes sobre los ensayos respectivos a la compresión resultados de ficha técnica.

- **Técnicas de ambiente para exposición al fuego:** Se contó con un horno de panadería por combustión de gas natural por fuerza de soplete para la llamarada de esta manera se obtendrá las temperaturas deseadas para comprobar los daños que afectar el fuego directo a las estructuras del concreto cuando sea sometido a compresión.

- **Instrumento de Recolección de Datos:** los instrumentos que se tomarán para obtener los resultados como información sobre el estudio de investigación serán dos de referencia, una de ellas será para medir la fuerza de comprensión y el otro instrumento para medir la temperatura al cual llegar los cuales son:

- a) Equipo para la comprensión, máquina de ensayo uniaxial PROETI con certificado de calibración CMC – 067- 2019
- b) Termómetro Bimetálico, en este caso este termómetro que se encuentra empotrado en el horno nos dará la información de los grados que se obtendrá a determinado tiempo.

2.1.5 Procedimiento.

El procedimiento realizado en esta investigación ha tenido diferentes etapas desde la recopilación de datos información el sistema globalizado informativo de internet como libros tesis y antecedentes a estudiar sobre el tema para posterior tener los ambientes adecuados e instrumentos que ayudarían a la presente investigación de referencia sobre la *EVALUACIÓN MECÁNICA DEL CONCRETO A COMPRESIÓN LUEGO DE HABER SIDO SOMETIDO A FUEGO DIRECTO POR COMBUSTIÓN AGÁS NATURAL*, han sido tres etapas importantes para este trabajo de investigación los cuales son:

- a) Tener los moldes deseados para las probetas de concreto y se tendrá que tener las siguientes características de medidas y peso de la probeta a trabajar en este estudio 4" x 8" peso.
- b) Dosificación adecuada de diseño del concreto.
- c) Ensayo de comprensión axial.

2.1.6 Dosificación adecuada de los Agregado

Podemos referir que para obtener las cantidades adecuadas el agregado grueso y fino ayuda la metodología empírica el mejor encaje y de esta manera tener el menor vacío en la masa del concreto, por el cual tener el diseño de concreto adecuado a la resistencia solicitada 210 kg/cm².

Tabla N°10 - Diseño para la resistencia del concreto 210 Kg/cm²

| Resistencia (fc) | | Proporción | Materiales | | | | Utilización |
|------------------|--------------------|------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|-------------|
| PSI | Kg/cm ² | | Cemento (bolsa) 42.5 kg | Arena (m ³) | Grava (m ³) | Agua(L) | |
| 3000 | 210 | 01:02:03 | 8.24 | 0.56 | 0.84 | 180 | conc-reforz |

Datos recopilados de internet

- **La consistencia**

Podemos referir las mezclas de concreto estarán basadas según las normas NTP 339.045 y ASTM 143-08 el cual podemos considerar la consistencia de la mezcla adecuada de concreto.

- **Herramienta para la preparación de la probeta.**

- a) Para el molde sea contado con el material de acero, el cual debe de ser recubierto con aceite mineral para servir de aislante y separador de encofrado a la hora del secado del concreto.
- b) Se tiene que tener una varilla de fierro liso de diámetro de 5/8" de 60 cm de largo con extremos boleados los golpes que se dará para evitar los vacíos que tendrá el concreto.
- c) También se contará con un mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 kg para los golpes en el molde de acero.
- d) Los quipos que se tiene adicionales están compuestos como, plancha de metal, badilejo y una carretilla.

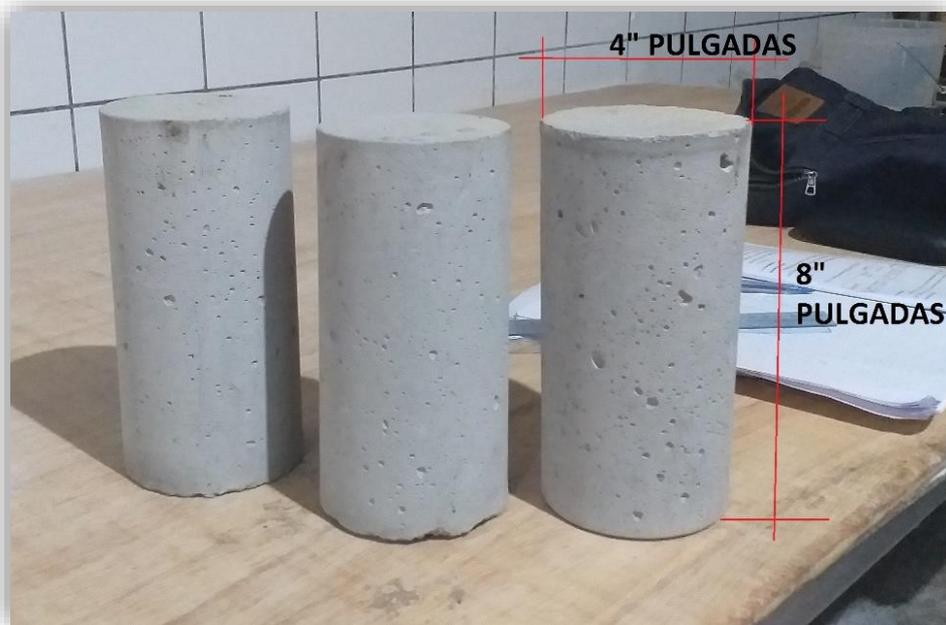
- **Desmoldado**

En este caso sea retirado los desmoldes entre las 20 y 24 horas luego del encofrado, el retiro se está realizando de manera por desprendimiento ya que el molde cuenta con tornillos de presión para el cierre circular del molde.

- **El curado**

Ahora después de realizar el desmoldado de las probetas, se tiene que realizar el curado para que la probeta de concreto esté en condiciones adecuadas de humedad ahora se le pondrá a reposar a los tres testigos de ensayos en agua en una tina a temperatura de 23°C y 25°C.

Figura N°3 Probetas después del curado



Fuente propia

- **Tiempo de vida de las probetas**

El tiempo de vida que sea considerado en este caso son 28 días de vida de la probeta de concreto, sea realizado tres nuestras para el trabajo de investigación de las medidas mencionadas de las probetas en referencia de dimensión de 4”x 8” el cual han estado en curado en remojo de agua por 7 días.

2.1.7 Quemado de la probeta en horno

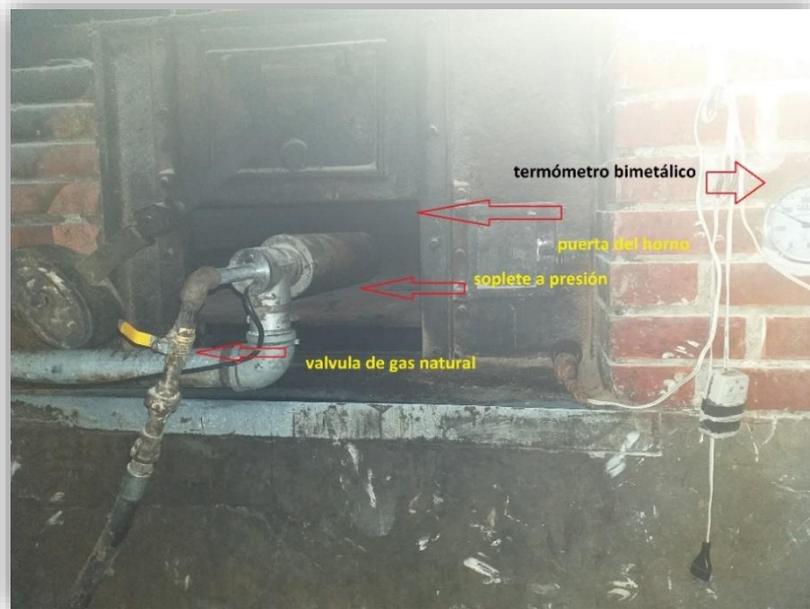
En este caso sea conseguido un horno de panadería artesanal con una puerta de 0.70 centímetros por un alto de 0.80 cm, en el cual se colocarán las tres probetas de la puerta del horno a una distancia de un primer quemado de 1.50 cm de fondo cada probeta tiene la siguiente dimensión 4” x 8” con un peso por cada probeta aproximado de 4 kilos cada uno. La temperatura estará controlada por el termómetro bimetálico el tiempo de quemado de los tres probetas será de 1:00 hora legando a los 400°C, por medio de combustión de gas natural el horno está a una temperatura inicial de 160°C el primer probeta será retirado a los 300°C con intervalo de retiro del primero de 14 minutos, el segundo retiro del probeta con un intervalo de 30 minutos a 350°C y el tercero retiro del probeta con un intervalo de 60 minutos a una temperatura 400°C las temperaturas al cansadas han dependido mucho de la combustión del gas natural a la presión de soplete con fuerza de impacto en el mimos concreto ya que a partir del segundo retiro la distancia entre el soplete y el probeta era de un metro de la puerta al probeta de concreto, como se verá en las imágenes.

Figura N°4 Termómetro Bimetálico



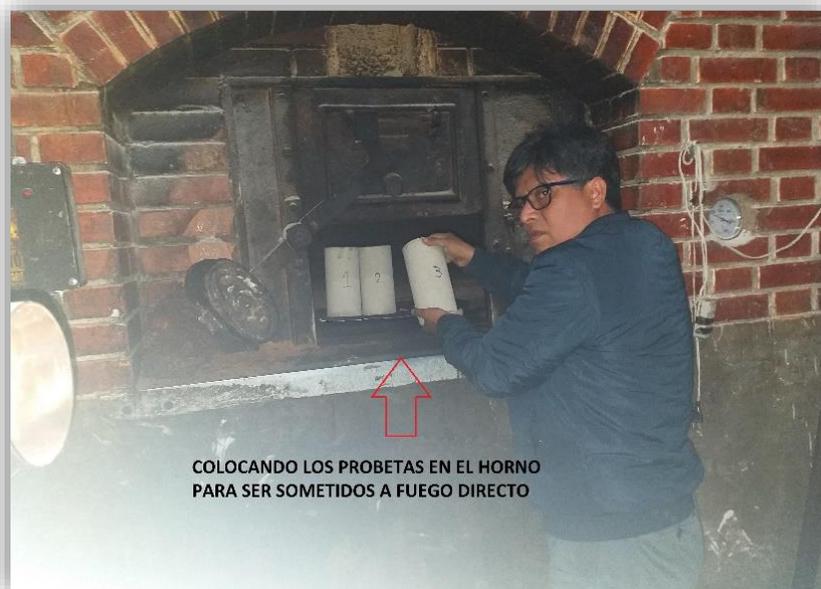
Fuente propia

Figura N°5 Horno donde serán sometidos las probetas a fuego directo



Fuente propia

Figura N°6 ingreso de los Probetas al horno



Fuente propia

Figura N°7 Probetas sometidas a fuego directo por combustión de gas natural



Fuente propia

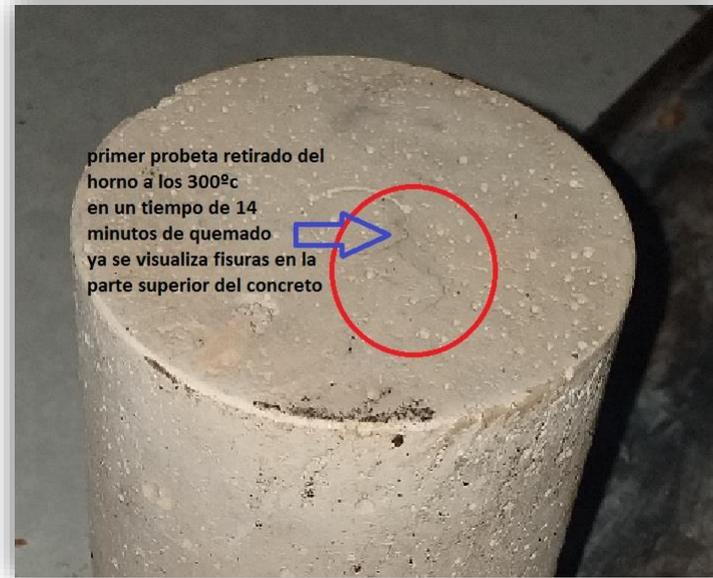
2.1.8 Retiro de las probetas del horno

El tiempo de inicio del quemado empezó a las 7:20 p.m. de fecha 02/07/19 el termómetro bimetálico ya marcaba el horno con una temperatura de 180°C el primer probeta fue retirado a las 7:34 p.m. de intervalo de 14 minutos el horno alcanzo una temperatura de 300°C y el segundo probeta fue retirado 7:50 p.m. de intervalo de 0.30 minutos del inicio del quemado llegando a una temperatura de 350°C, el tercer probeta fue retirado 8:20 p.m. con un intervalo de 60 minutos legando a una temperatura de los 400°C.

2.1.9 Daños de fisuras visibles en las probetas de concreto

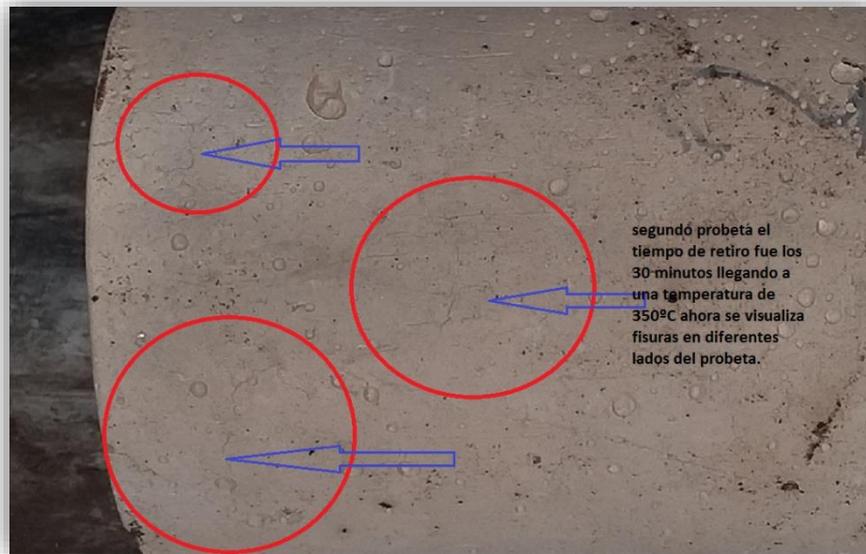
Podemos referir que los retiros de las probetas de concreto en los diferentes tiempos y grados de temperatura han ido dañando progresivamente las paredes del concreto con fisurar que se pueden visualizar sobre todo cuando la probeta de concreto alcanzo los 350°C en 30 minutos en el horno a fuego directo y al retiro del tercer probeta fue más notorio las fisuras que presenta en las paredes del probeta de concreto, el cual estuvo a exposición a fuego a 60 minutos llegando a 400°C en el horno, en las imágenes veremos los daños que han causado las temperaturas altas dejando fisuras fuertes en los probetas de concreto.

Figura N°8 Primer probeta retirado alcanzó los 300°C presenta fallas por fisuras



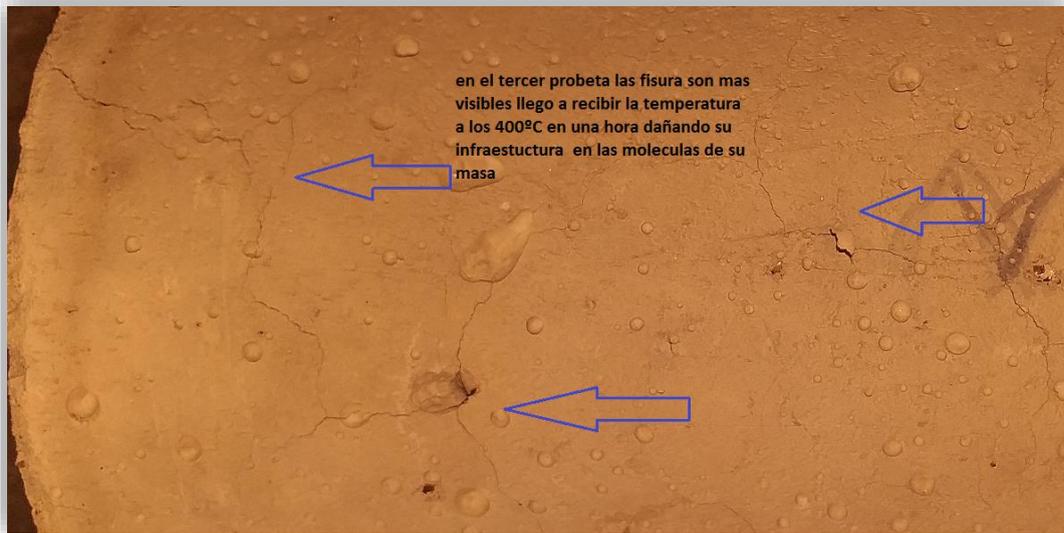
Fuente propia

Figura N°9 Segundo probeta retirado a los 350°C presenta también fisuras



Fuente propia

Figura N°10 Tercer probeta retirado a los 400°C presenta también fisuras



Fuente propia

2.1.10 Ensayo a la compresión

Se procedió a realizar el ensayo de fuerza a compresión a las probetas de concreto en el laboratorio del LEM la UNI,

Figura N°11 Ensayo de rotura de las probetas $F'c=kg/cm^2$



Fuente propia

2.1.11 Método de análisis de datos

Se menciona que el trabajo presente es un grupo de métodos de análisis el cual se tienen el diseño del concreto, lectura de temperatura, lectura del tiempo y los ensayos de comprensión, estos procesos nos darán los resultados para poder describir los resultados por medio de tablas o gráficos de esta manera dar resultados y conclusiones el cual nos arrojará estos resultados por medio del muestreo.

2.1.12 Aspectos éticos

La investigación nos lleva a tener aspectos éticos como intelectuales es un conjunto de principios que todo profesional debe manejar, se menciona que las nuevas leyes y normas actuales en el País por medio de la institución SUNEDU, nos piden a todo los estudiante universitario tenga principios éticos y que justifiquemos la investigación como primer cumplimiento del protocolo que orienta en todo el proceso de la investigación, de esta manera el trabajo que se realiza estará sujeta bajo las normas establecidos por la Universidad Cesar Vallejo, se puede mantener y resaltar en referencia que la investigación presentada, es por ello que gracias a la ciencia ligada a nuevos programas ahora se puede contar con el sistema Turnitin, de esta manera el investigador o tesista está obligado que cumpla en realizar un buen trabajo direccionando a los alumnos a indagar, leer, analizar y estudiar sobre lo que investigara de esta manera convirtiendo la investigación en un trabajo rico en nuevos datos que aporten a la sociedad estudiantil a ciencia y para ello la ética es fundamental ya que nos conlleva a un real trabajo de investigación.

Podemos referir que hay una lista sobre las referencias de los aspectos éticos no solo en el país también en el exterior, el cual se describe en siguiente recordando que estos aspectos éticos ya son fomentados y es por ello que citaremos una referencia para tener más claro lo mencionado.

Universidad Científica del sur, (2017) cita en la página 4 menciona lo siguiente:

- “El fin último de la investigación, independientemente del área del conocimiento, es que los resultados puedan contribuir para mejoras en la sociedad”.
- “Los investigadores son responsables de sus actos durante el proceso de investigación y de todos los productos suscritos bajo su autoría”.
- “En toda investigación prospectiva, los participantes en estudio deben manifestar de forma voluntaria e informada, su deseo de colaborar en el mismo y autorice el uso de la información y/o muestra para los fines específicos del proyecto”.
- “Orientar la búsqueda y aplicación de su conocimiento en asuntos de trascendencia social, económica, política, tecnológica o científica”.
- “Los investigadores estudiantes y colaboradores que realicen actividades de investigación mostraran un comportamiento totalmente opuesto al fraude, el cual se configura cuando se inobservan el principio de honestidad o se violan los derechos de autor”.
- “Tratar con confidencialidad y sigilo la información obtenida y no utilizarla para el lucro personal ilícito o para otros propósitos distintos de los fines de la investigación”.
- “Estar siempre dispuestos a compartir sus conocimientos y su experiencia investigativa con sus colegas, con sus estudiantes y con toda comunidad científica”.
- “Cumplir con la legislación nacional e internacional vigentes, así como los precios éticos declarados por la Universidad en este documento”.

III RESULTADOS

Los resultados obtenidos es en base a la investigación que se está trabajando como título “evaluación mecánica del concreto a compresión luego de haber sido sometido a fuego directo por combustión agás natural”, estos resultados no hubieran sido objetivos si no seguía los procedimientos correctos y sobre todo respetando las normas establecidas para los diferentes ensayos tanto en elaboración del concreto que fue lo primordial para poder tener la fuerza adecuada a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que era lo queríamos probar y somete a fuego para ver los daños que causarían al concreto, también a este trabajo ha dependido de los instrumentos necesarios para tener las pruebas uno de ellos es el horno con soplete de combustión a gas natural fue uno de los importantes factores para poder en este caso tener la similitud de exposición de fuego directo y ver los cambios del concreto, también se menciona que el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería facilito poder ver presencial las roturas de los ensayos de probetas de concreto y tener fotos de los gráficos reales de la evolución en la rotura del concreto tomar las fotos respetivas de los daños que debilito y la forma de rotura del probeta, todo ello asido evaluado bajo las diferentes normas desde los agregado los tiempos de curado y todo procedimiento que nos pueda dar la fuerza del concreto que se buscó en este caso $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para luego someterlo a fuego directo y tener como resultado las que ahora presentaremos, la evaluación ha sido en referencia tres probetas de concreto con las siguientes características que iremos refiriendo en cada resultado obtenido por el laboratorio.

Figura N°12 Las probetas que serán sometidos a temperaturas altas



Fuente propia

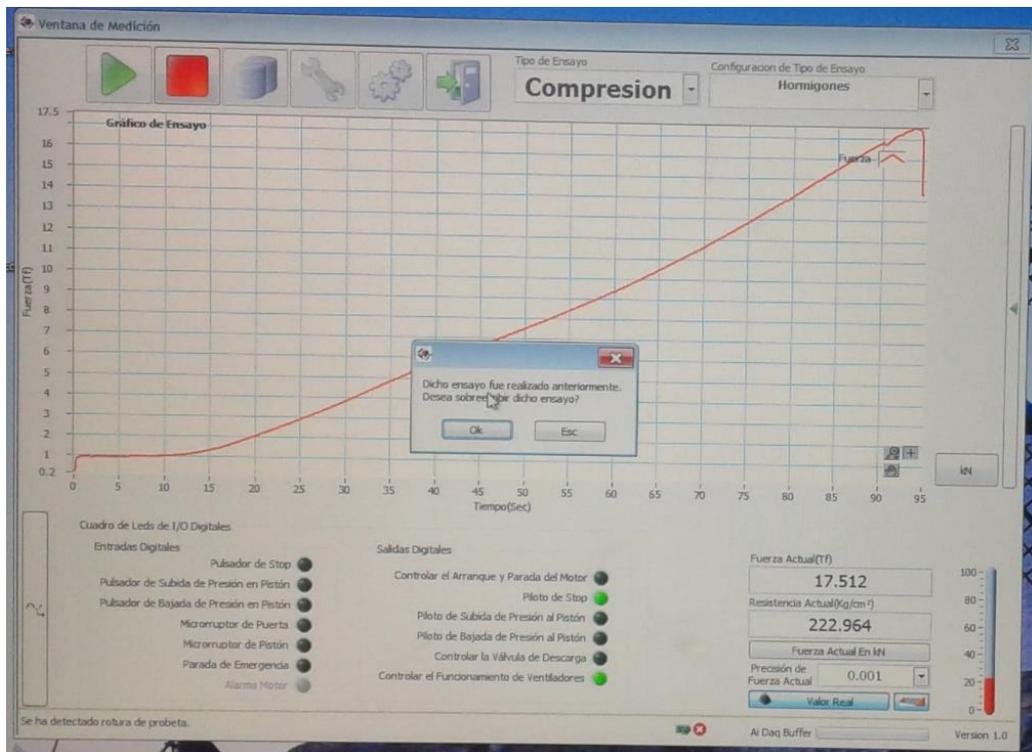
1) Primer resultado obtenido es del probeta número 1 ha sido sometido a fuego directo por combustión de gas natural, en un tiempo de 14 minutos en el horno llegando a una temperatura de 300°C podemos mencionar que el horno ya contaba con una temperatura conservada de 180°C y posterior a ello se alcanzó en 14 minutos la temperatura de 300°C en este caso los daños que se muestran en las paredes del probeta son pocas es por ello que su resistencia es de $f'c = 222 \text{ kg/cm}^2$ como se muestra en la tabla y gráfico.

Tabla N°11 – Resultado del primer ensayo a compresión de la probeta

Tabla Resultado de Compresión.

| N° | Identificación de muestras | fecha de Obtención | Fecha de Ensayo | ÁREA (cm ²) | Carga Máxima (Kg) | Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) | Tipo de Fractura |
|----|--|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
| 1 | Probeta sometida a Compresión 210 Kg/cm ² | 03/06/2019 | 03/07/2019 | 78.8 | 17.512 | 222 | tipo 2 |

Figura N°13 Grafico del ensayo a compresión de la primera probeta



Fuente propia

Figura N°14 – Tipo de rotura de la primera probeta.



Fuente propia

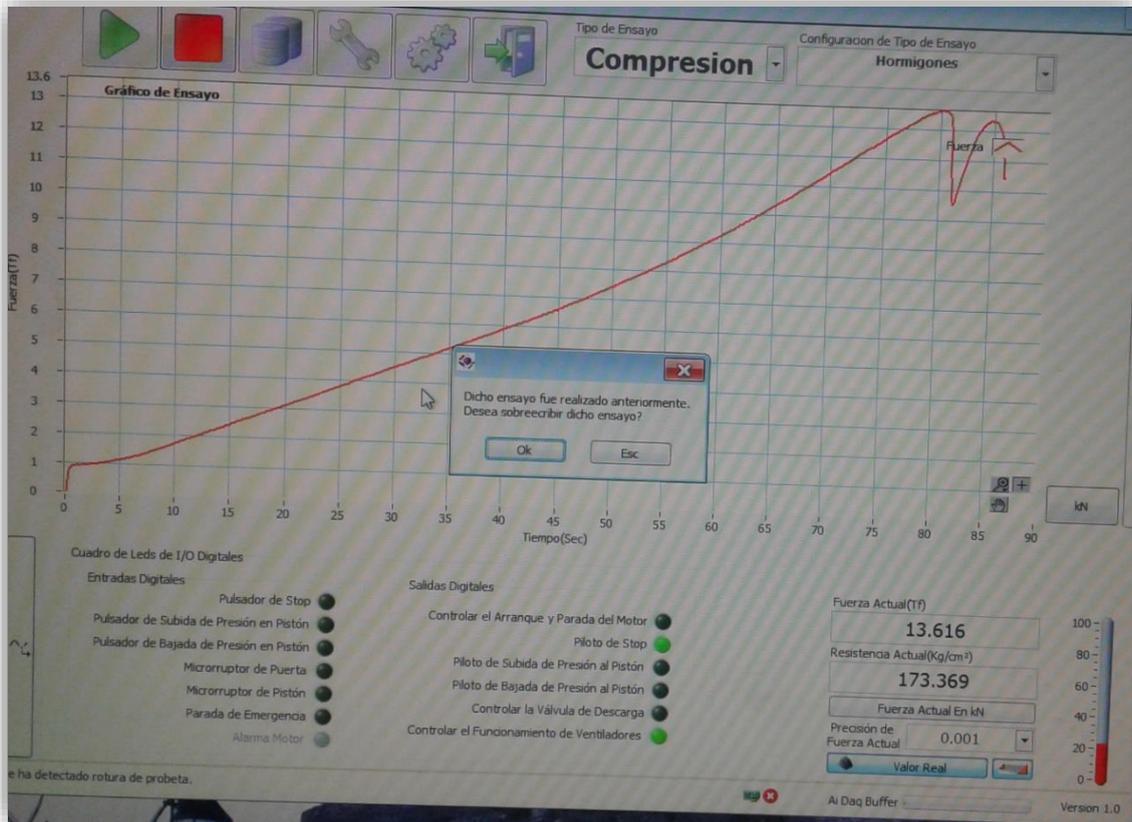
2) Segundo resultado obtenido es del probeta número 2, en este caso ahora el probeta tiene mayor tiempo en el horno un promedio de 30 minutos alcanzando una temperatura de 350°C en este caso mencionamos de nuevo, que el horno ya contaba con una temperatura conservada de 180°C y posterior a ello se alcanzó en 30 minutos la temperatura de 350°C ahora si se presentan las dificultades en la estructura del concreto se visualizan mayores fisuras por todo el cuerpo del probeta su fuerza fue menor $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y solo alcanzo una $f'c = 171 \text{ kg/cm}^2$ como se muestra en la tabla y gráfico.

Tabla N°12 – Resultado del segundo ensayo a compresión de la probeta

Tabla de Resultado de Compresión.

| N° | Identificación de muestras | Fecha de Obtención | Fecha de Ensayo | Área (cm ²) | Carga Máxima (Kg) | Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) | Tipo de Fractura |
|----|--|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
| 2 | Probeta sometida a Compresión 210 Kg/cm ² | 03/06/2019 | 03/07/2019 | 79.6 | 13.616 | 171 | tipo 3 |

Figura N°15 Grafico del ensayo a compresión de la segunda probeta



Fuente propia

Figura N°16 Tipo de rotura de la segunda probeta.



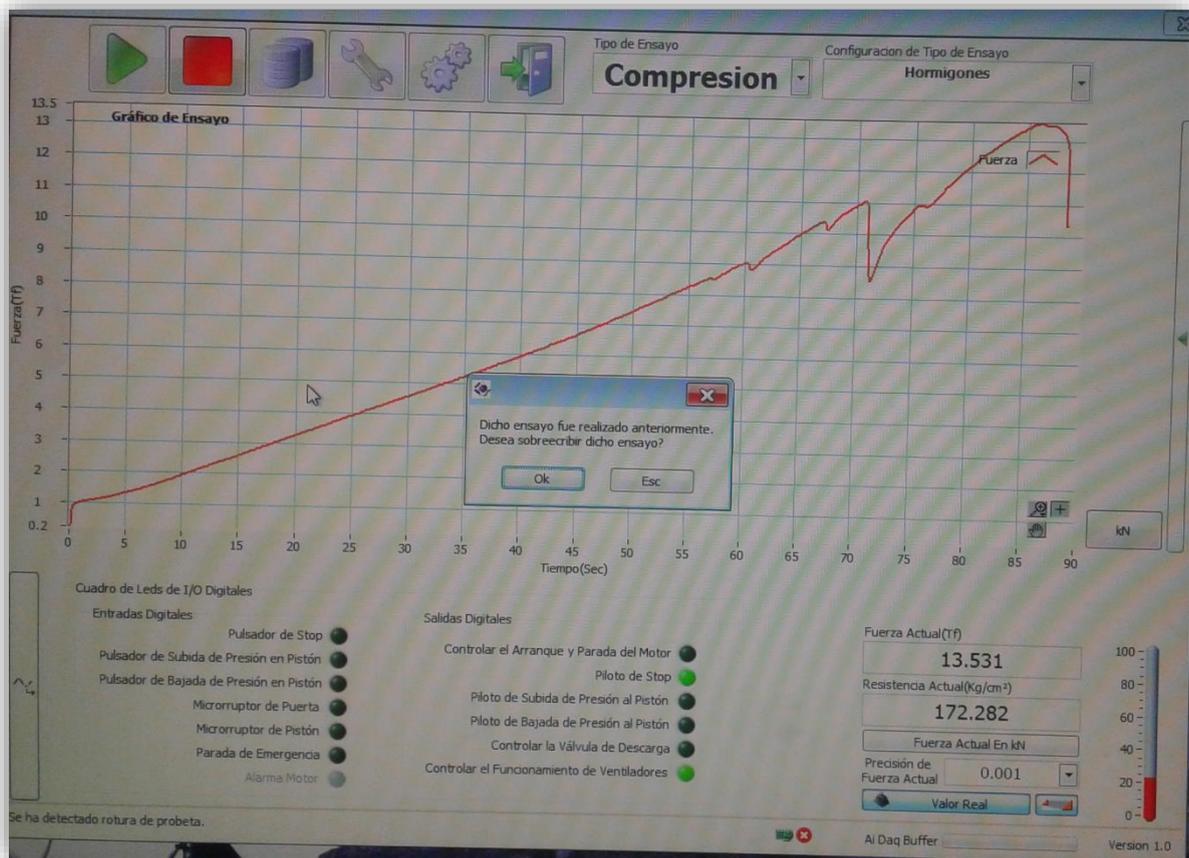
3) Tercer resultado obtenido es del probeta número 3, en este caso ahora se presenta más daños en el probeta tiene mayor tiempo en el horno un promedio de 60 minutos alcanzando una temperatura de 400°C en este caso mencionamos de nuevo, que el horno ya contaba con una temperatura conservada de 180°C y posterior a ello se alcanzó en 60 minutos la temperatura de 400°C ahora si se presentan las dificultades mayores en la estructura del concreto se visualizan más fisuras en el segundo probeta por todo el cuerpo de su masa su fuerza fue menor $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y solo alcanzo una $f'c= 169 \text{ kg/cm}^2$ como se muestra en la tabla y gráfico.

Tabla N°13 – Resultado del tercer ensayo a compresión de la probeta

Tabla de Resultado Compresión.

| N° | Identificación de muestras | fecha de Obtencion | Fecha de Ensayo | ÁREA (cm ²) | Carga Máxima (Kg) | Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²) | Tipo de Fractura |
|----|--|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
| 3 | Probeta sometida a Compresión 210 Kg/cm ² | 03/06/2019 | 03/07/2019 | 80.00 | 13.531 | 169 | tipo 3 |

Figura N°17 - Grafico del ensayo a compresión de la probeta



Fuente propia

Figura N°18 Tipo de rotura de la segunda probeta.



Fuente propia

- 4) Podemos referir que en los dos últimos gráficos de la fuerza de compresión varían el resultado del informe como se visualiza en el grafico del ensayo de fuerza de compresión, entonces se puede mencionar que la exposición de fuego directo por tiempo prolongado a afectado la estructura mecánica del concreto debilitándolo en su estructura.

IV DISCUSIONES

Se puede mencionar dos puntos importantes en esta investigación el nivel de temperatura alcanzada y el tiempo prolongado estos factores cumplen importancia en los resultados obtenidos, en este caso la tesis presentada por el Ing. Huincho Mark en su cuadro de muestras de concreto a exposición de las muestras cilíndricas a fuego directo refiere en un periodo de exposición de 3 horas a fuego homogéneo, los resultado su resistencia a la

compresión kg/cm^2 como informe en referencia de resultado CPO1-3 ha llegado a una fuerza de $f'c = 102.1 \text{ kg/cm}^2$ con muestras cilíndricas de 4 x 8 pulgadas de edades de 42 días, alcanzando una temperatura 426°C , en estos valores, tiempos y temperatura empiezan a presentar variaciones de fuerza, es un resultado difieren a lo que se obtiene con el trabajo realizado en este caso en esta investigación de la tesina, nuestra diferencias con un probeta de menor de edad en este caso de 28 días y con las mismas dimensiones de 4" x 8" pulgas y puesta en el horno a fuego directo y a un tiempo de 30 minutos en este caso tomando el segundo probeta, ya la fuerza de nuestro concreto empezó a fallar teniendo como resultado una resistencia $f'c = 171 \text{ kg/cm}^2$ y con un menor tiempo, en este sentido podemos ver que los valores son diferentes por el sentido de la combustión de fuego al cual fueron sometidos los probetas del Ing. Huincho Mark en este caso adecuo un horno casero con combustión de madera el fuego fue homogénea en la parte inferior pero tuvo que esperar más tiempo en el horno para poder obtener daños moleculares de estructura del concreto cilíndrico, en este caso la presente investigación tuvo otros resultado porque trabajamos el quemado en el horno con el probeta de concreto a fuego directo por combustión de gas natural y por presión de fuego por medio del soplete calentador del horno, por esta variación de diferencia de quemado se obtuvo otros resultado tanto en la variación de los tiempos y la temperatura.

Ahora se puede mencionar que mucho dependerá del tipo de combustión y la fuerza del fuego el cual transmita el calor y no un fuego homogéneo y pasivo en su fuerza como transmisión de calor, en este caso también comparamos los resultados obtenidos por la Ing. Oncoy Jenny en su tesis de cambios bruscos de temperatura, sus resultado también son diferentes, sus probetas cilíndrico tienen las edades de 28 días pero las fuerzas a la que fueron sometidas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en su testigo de concreto 4 al que refiere en su tabla 8 alcanzó los 350°C y su resistencia que obtuvo fue de $f'c = 227.59 \text{ kg/cm}^2$, podemos mencionar que ambos casos de las diferentes tesis en comparación, dependerá mucho del tiempo y sobre todo la fuerza que presente la combustión por fuego a este tipo de pruebas, en un incendio dependerá podemos referir que influirán muchos factores como por ejemplo, el movimiento y el recorrido del aire como elemento para impulsar fuerza a la transmisión de fuego al contacto del material o cuerpo solido a quemar.

V CONCLUSIONES

En base a los resultados que hemos obtenido en la presente investigación podemos mencionar que en cualquier tipo de evento por fuego directo tendrá variaciones de daños, esto dependerá del tipo de combustión con el cual se presente el fuego o quemado, en ello se puede referir que en el presente trabajo arrojado información de los cambios moleculares y estructurales del concreto en muestras de probetas en tiempo variado y corto a una fuerza de referencia de compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con las dimensiones de 4" x 8" a fuego por combustión de gas natural por fuerza de quemado por presión de soplete, todo ello tendrá variaciones importantes en menor tiempo y llegando a temperaturas altas 400°C en un tiempo no mayor a dos horas, se puede referir que la fuerza que mantendrá el concreto dependerá de la fuerza del quemado por el fuego y esto a su vez a la combustión que tendrá como quemado, todo ello ha sido en este caso medido la temperatura con el termómetro bimetalico, que en este caso fue aumentando progresivamente de 300°C , 350°C , 400°C en un tiempo de 60 minutos como en exposición del concreto a fuego directo, arrojando como información en las pruebas de compresión disminución de fuerza en el concreto en este caso como referencia la muestra tres que alcanzo $f'c = 169 \text{ kg/cm}^2$ a una temperatura de 400°C .

VI RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener un buen diseño de concreto para contar con sus dosificaciones correctas para poder llegar a la resistencia requerida.
- Para el quemado de las probetas es mejor contar con un horno semi industrial para poder alcanzar las temperaturas deseadas.
- Se tiene que tener en cuenta las normas vigentes para el diseño del concreto y los ensayos de fuerza a compresión para obtener buenos resultados.
- Tener un medidor láser para poder medir el cuerpo de la probeta del concreto y no solo guiarse por el termómetro bimetalico del horno ya que solo es una referencia de la temperatura del horno alcanzado mas no de la probeta.

Referencias

Huincho, M. (2017) Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Sometido a Altas Temperaturas por Incidencia del Fuego Directo. Lima, Perú: laboratorio de la UNI

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/6158/1/huincho_sm.pdf

NTP 400.021. (2002) Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso. [aut. libro] INDECOPI. Norma Técnica Peruana. Lima.

https://www.academia.edu/26938679/NORMA_T%C3%89CNICA_NTP_400.021_PERUANA_2002

NTP 400.012. (2001) Análisis granulométrico del agregado. [aut. libro] INDECOPI. Norma Técnica Peruana. Lima.

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/norma_tecnica_peruana_dos.pdf

Manzo, N. (2018) El Insignia. El Insignia. [En línea] El Insignia, 2 de diciembre de 2016. [Citado el: 24 de Julio de 2018.] <http://blog.elinsignia.com>.

Arthur, H. (2001) Diseño de Estructuras de Concreto, Profesor Estructuras Universidad Cornell Nueva York. Junio del 2001

[https://www.ucursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi_blog/r/32988036-Nilson-Diseno-De-Estructuras-De-Concreto_\(1\).pdf](https://www.ucursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi_blog/r/32988036-Nilson-Diseno-De-Estructuras-De-Concreto_(1).pdf)

Sanchez, J. (2009) Construcción y Tecnología, un Mundo de Soluciones en Concreto, Ejemplar núm. 256 Septiembre 2009

<http://www.revistacyt.com.mx/images/portada/2009/pdf/SEPTIEMBRE.pdf>

Alvarado, G. (2016) Estudio del Comportamiento del Concreto Estructural Expuesto al Fuego, Tesis – Ambato Ecuador 2016

<file:///D:/TESIS%20%20METODOLOGÍA%20DE%20LA%20INVESTIGACIÓN%20CIENTÍFICA/modelos/Tesis%20internacional%202016%20%20Alvarado%20Aguirre%20Giovanni%20Josué.pdf>

Zorrilla, C. (2018) Estudio de la Influencia del Curado Acelerado del Concreto para un $F'_{C} = 280 \text{ Kg/cm}^2$, Tesis – Cajamarca Perú 2018

http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2075/TESIS_ESTUDIO%20DE%20LA%20INFLUENCIA%20DEL%20CURADO%20ACELERADO%20DEL%20CONCRETO%20PARA%20UN%20FC%20280kg-cm2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Núñez, Campos. (1987).” Incendios en edificios de gran altura.” Informes de la Construcción.

<http://informesdeconstrucción.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstrucción/article/viewFile/1623/1816> [Ene. 20, 2016].

Castillo, E. (2006) “Efectos del fuego en las estructuras de hormigón”

[https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-MA-ASIG/PD-ASIG-200637/TAB42359/Efecto%20del%20fuego%20en%20las%20estructuras%20de%20hormigon%20\(Eilin%20Castillo\).pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PD-MA-ASIG/PD-ASIG-200637/TAB42359/Efecto%20del%20fuego%20en%20las%20estructuras%20de%20hormigon%20(Eilin%20Castillo).pdf)

Ermco. (2005). Directrices Europeas para el Hormigón Autocompactante. Capítulo 5: Propiedades estructurales.

<http://www.hormigonfihp.org/directrices.pdf> Obtenida el 02 de Enero 2008.

Lamont, S. (2001). The Behavior of Multi-storey Composite Steel Framed Structures in Response to Compartment Fires.

<http://911research.wtc7.net/mirrors/guardian2/fire/SLamont.htm#2.5.2> Obtenida el 20 de Enero 2008

Demirdag, S. Gunduz, L. (2008). Strength properties of volcanic slag aggregate lightweight concrete for high performance masonry units.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6V2G-4MFJJ61-1K&_cdi=5702&_user=885393&_orig=search&_coverDate=03%2F31%2F2008&_sk=999779996&view=c&wchp=dGLbVzzzSkWA&md5=4c307b22d1e736184e65a181a58554f5&ie=/sdarticle.pdf Obtenida el 20 de Enero 2008.

Arioz, O. (2007). Effects of elevated temperatures on properties of concrete. http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6V37-4NBRFS9-1K&_cdi=5723&_user=885393&_orig=search&_coverDate=11%2F30%2F2007&_sk=999579991&view=c&wchp=dGLbVtbzSkWW&md5=34a9e47b4002c4fd3b6412b215bdb3e1&ie=/sdarticle.pdf Obtenida el 20 de Enero 2008.

Dehn, F. (2004). Comportamiento frente a la temperatura del UHPC. International Symposium on Ultra High Performance Concrete. Kassel, Alemania. <http://www.upress.uni-kassel.de/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf> Obtenida el 26 de Enero 2008

Gosselin, G. (1987). Structural Fire Protection - Predictive Methods. http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/bsi/87-5_e.html Obtenida el 25 de Enero 2008. Optimización et Simulation des Systèmes Industriels. <http://mocad.cstb.fr/simulations.htm> Obtenida el 26 de Enero 2008.

Lamont, Susan (2001). The Behavior of Multi-storey Composite Steel Framed Structures in Response to Compartment Fires. <http://911research.wtc7.net/mirrors/guardian2/fire/SLamont.htm#2.5.2> Obtenida el 20 de Enero 2008.

Engineering (2006). Spalling in concrete. <http://www.phys.tue.nl/nfcmr/Restop30.html> Obtenida el 25 de Enero 2009

Llanos, Luján, Ponce. (2016). Viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano (tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Calle, J. (2015). Estudio comparativo del concreto convencional y concreto reforzado con fibras de caucho sintético reciclado (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú.

ACI 318S-05. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05). (Comité ACI 318, p.96)

Maldonado, Blanco. (2016). Análisis de la influencia del uso de caucho reciclado tratado con NaOH usado como adición en concreto normal.

https://www.researchgate.net/publication/303485821_Analisis_de_la_influencia_del_uso_de_caucho_reciclado_tratado_con_NaOH_usado_como_adicion_en_concreto_normal_Analysis_of_the_influence_of_the_use_of_recycled_rubber_treated_with_NaOH_as_an_admixture_i

Terreros, Rojas, (2016) Análisis de las propiedades Mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de Cáñamo, Universidad Católica de Colombia (Tesis Profesional), Bogotá, Colombia.

Euclid Group Toxement, (2018). Guía para el uso de fibras sintéticas de Toxement en el concreto, Perú.

Riera, (2015). Pérdida de la Resistencia Mecánica del Hormigón paraguayo debido a la acción del fuego, congreso nacional de Ingeniería Civil, Paraguay.

Días, (2017). Diseño de mezcla de concreto permeable elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno para uso en pavimentos, en la ciudad de Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca (Tesis Profesional), Cajamarca, Perú.

Herrera, Lazarte. (2017) “estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica”

Cifuentes, Ríos. (2017) “influencia del tiempo de exposición a altas temperaturas en el comportamiento en fractura de hormigones autocompactantes reforzados con fibras”

Azang, J. (2017). Análisis comparativo de concretos fabricados de acuerdo a la técnica de diseño”

Gonzales M. (2017). “Análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto convencional utilizando muestras cilíndricas y cubicas”

Gutiérrez, H. (2017). “Variación de la temperatura y su influencia en la fisuración en concretos masivos”

Llamo, R. (2018). “Evaluación de la eficiencia de los aditivos Sikament Tm-140 y Chemament 440 en la elaboración de concreto para zonas de clima cálido- desértico en Chiclayo – Lambayeque”

Mendoza, E. (2017). “Diseño de concreto de alta resistencia $f'c=900$ kg/m², usando agregados del río Huallaga par la ciudad de Tarapoto, Provincia de San Martín, Región de San Martín”

Palomino, M. (2017). “ Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante”

Saavedra, H. (2014). “Influencia de la temperatura del agua en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²”, utilizando agregados del río Cajamarquino”

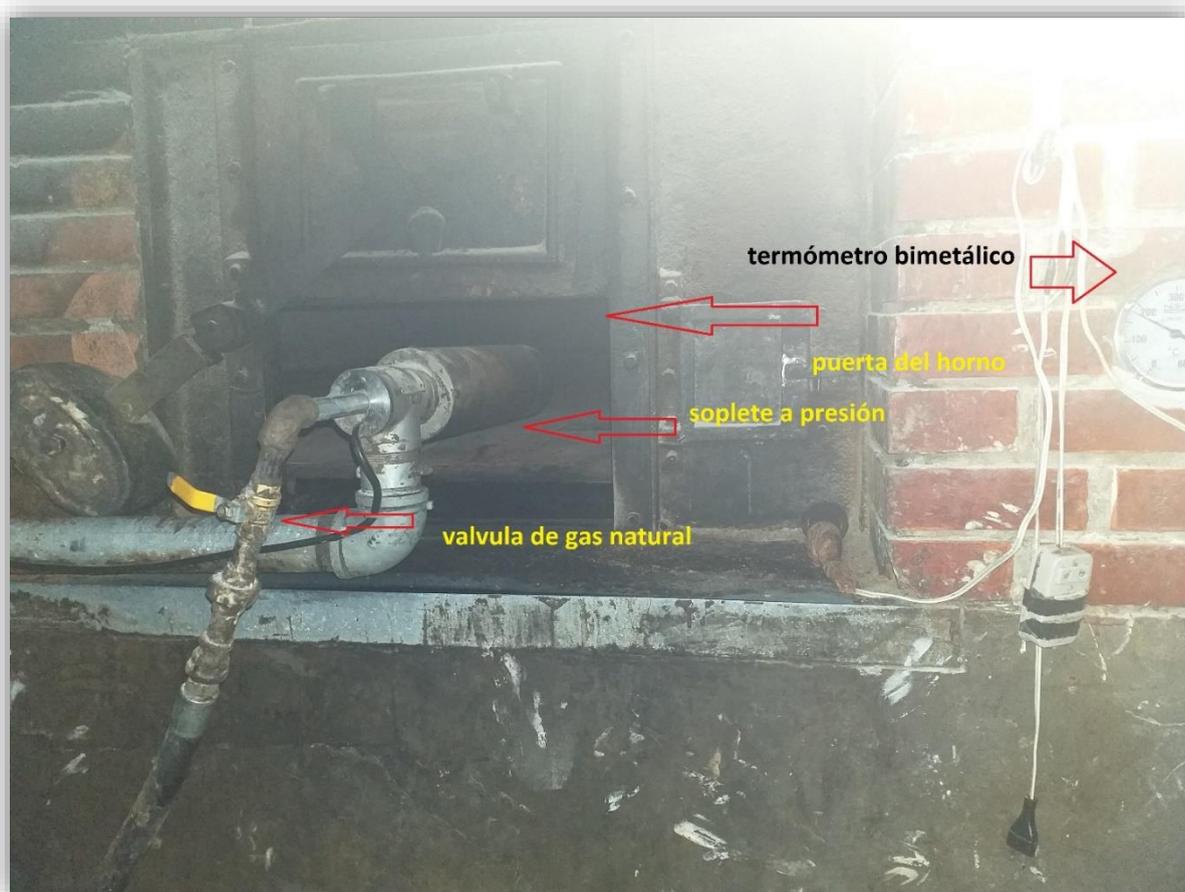
Portugal B. (2017). “ Tecnología del Concreto de Alto Desempe

ANEXOS

Anexo1 - Máquina de prueba de ensayo a fuerza de compresión



Anexo 2 - Horno semi industrial para quemado de las probetas de concreto



Anexo 3 - Combustión gas Natural en Horno semi industrial

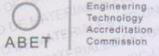


Anexo 4 - Informe del Laboratorio de la Universidad la Nacional Ingeniería.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

ABET
Accreditation Board for engineering and Technology

ABET
Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

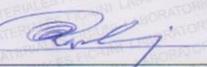
Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : PERCY RODOLFO LOPEZ PADILLA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 19-2703
Recibo N° : 66595
Fecha de emisión : 03/07/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 probetas cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial PROETI.
 Certificado de Calibración CMC - 067-2019
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.
4. RESULTADOS :

| N° | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS | FECHA DE OBTENCIÓN | FECHA DE ENSAYO | ÁREA (cm ²) | CARGA MÁXIMA (Kg) | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²) | TIPO DE FRACTURA |
|----|--|--------------------|-----------------|-------------------------|-------------------|---|------------------|
| 1 | PROBETAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN 210/KG/CM ² | 03/06/2019 | 03/07/2019 | 78.8 | 17,512 | 222 | Tipo 2 |
| 2 | PROBETAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN 210/KG/CM ² | 03/06/2019 | 03/07/2019 | 79.6 | 13,616 | 171 | Tipo 3 |
| 3 | PROBETAS SOMETIDAS A COMPRESIÓN 210/KG/CM ² | 03/06/2019 | 03/07/2019 | 80.0 | 13,531 | 169 | Tipo 3 |

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. L. O. R.
 A.S.V.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

