



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
expuesto al fuego – Lima, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Herrera Polino, Virgilio Edgar

Celis Ibáñez, James Jack

ASESOR(ES)

Mg. Ing. Henry Saúl Delgado Ortega

Dr. Ing. María Ysabel García Álvarez

Ing. Andrés Eduardo De La Cruz Herrera

LINEA DE INVESTIGACION

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERU

2018

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 44 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **HERRERA POLINO, VIRGILIO EDGAR**

Cuyo título es: **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM2 EXPUESTO AL FUEGO-LIMA, 2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **13 (número) TRECE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 06 de Diciembre de 2018



Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE



Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL
 SECRETARIO



Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 22 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CELIS IBAÑEZ, JAMES JACK**

Cuyo título es: **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM2 EXPUESTO AL FUEGO-LIMA, 2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **13 (número) TRECE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 06 de Diciembre de 2018

9.06

.....
 Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE

[Signature]

.....
 Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL
 SECRETARIO

[Signature]

.....
 Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

A Dios, guía y luz sobre nuestro existir, sobre la sabiduría que nos brinda cada día.,

A mis padres, Ponciano Herrera Falcón y Martha Polino Echevarría, las personas más importantes en el acontecer de mis días, dándome paciencia, tolerancia, cariño, amor y fuerzas, para poder levantarme y me dan sus manos cuando caigo para poder seguir adelante.

A mi esposa Yesica Luz Estrada Suarez, que me da todo su amor, paciencia, cariño, compañía día a día para estar a mi lado.

A mi hija Dafne Yesica Martha Herrera Estrada, que todos los días con solo verla me da más fuerza para salir adelante y poder cumplir mis sueños anhelados.

A mis hermanos quienes, con su amor y apoyo moral me ayudan a darme fuerzas para poder seguir adelante.

A mi cuñado Mario Ambrosio Serrano por el apoyo incondicional.

Herrera Polino Virgilio Edgar

Dedicatoria

En primera instancia, a Dios, por mi salud, por derramar su bendición y generarme energía e inteligencia. A mis queridos progenitores Don Daladier Celis Rojas y Doña Maribel Ayme Ibáñez Guedes, gracias por su confianza, el apoyo0 incondicional que depositaron en mí, que impulsaron siempre en mi deseo de querer estudiar esta carrera profesional, así mismo, a mi hermana Lucero Jhasmin Celis Ibáñez, quien siendo tan pequeñita se convirtió en una motivación fundamental para mí al escuchar sus tiernas palabras.

También, a mis tíos Ramiro Celis Rojas y Doris Maribel Rivera López, por ser una familia ejemplar y por brindarme y permitirme formar parte de su hogar como un hijo más convirtiéndose así, en apoyo fundamental para que yo lleve adelante mis estudios con las mínimas dificultades, junto a ellos también dedico esta tesis a sus hijos; mis primos que, aunque no mencione sus nombres, también son muy importantes para mí, y a toda mi familia por el apoyo eficaz.

Celis Ibáñez James Jack

Agradecimientos

Queremos plasmar nuestros verdaderos agradecimientos:

A Jehová mi Dios por bendecirnos la salud y la vida, por ser nuestra guía y por fortalecernos en todos los momentos de debilidad y estrés.

A vuestros adorados y queridos padres por ser el apoyo incondicional y los primeros en darnos todo su apoyo para poder cumplir nuestros sueños y depositando la confianza con nuestros logros, e inculcándonos siempre mediante sus consejos, valores y principios.

A la Universidad, (CV), a nuestros profesores quienes se esmeraron siempre en brindarnos lo mejor de sus enseñanzas y conocimientos buscando siempre nuestro crecimiento profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, amistad y apoyo incondicional.

A la Ing. María Isabel García Álvarez por su actitud para la realización de nuestra tesis del inicio hasta fin del desarrollo del proyecto de investigación.

Herrera Polino Virgilio Edgar

Celis Ibáñez James Jack

Declaratoria de autenticidad

Nosotros, Virgilio Edgar Herrera Polino Identificado con DNI. N. ° 42288811 y James Jack Celis Ibáñez con DNI. N. ° 47395580, con el objetivo de efectuar con las disposiciones validos consideradas en el estatuto de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, manifestamos bajo compromiso que todo el informe que juntamos es legítimo y original. Asimismo, exponemos también bajo compromiso que todos los documentos e información que se entrega en el actual tesis son originales y veraces. En tal sentido, asumimos la responsabilidad que nos compete ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los informes como de indagación aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en los reglamentos de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 de diciembre de 2018



Virgilio Edgar Herrera Polino

DNI: 42288811



James Jack Celis Ibáñez

DNI: 47395580

Presentación

Señores jurados, en cumplimiento de la norma de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo expongo ante ustedes la tesis titulada “Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Expuesto al Fuego”, cuyo objetivo es definir el comportamiento mecánico de un hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ después de ser sometido al fuego y que someto a nuestra apreciación y aguardo que cumpla con los requisitos de aceptación para lograr el título profesional de Ingeniero Civil. El estudio constituye de seis secciones (capítulos). Capítulo primero se justifica la existencia problemática del tema de indagación, los estudios realizados tanto a nivel mundial como nacional, acerca del tema de investigación, los conceptos y teorías relacionadas al tema, así mismo, se formula el problema de investigación, se justifica las razones de la investigación y por último se plantean las Hipótesis los Objetivos que se esperan obtener mediante la presente indagación; capítulo segundo se muestra la metodología trabajada para desarrollar el presente estudio, lo que permite que en este capítulo se pueda identificar el diseño, las variables directas e indirectas y su operacionalización, la población y las muestras, análisis de datos encontrados como también los éticos encontradas en las indagaciones, se determinan técnicas encontradas e herramientas de recolección de notas, confiabilidad y autenticidad, los aspectos éticos y los normativa de estudio de datos del tema de estudio de investigación; capítulo tres se explica las muestras del tema de estudio de indagación. Capítulo cuarto se explica la polémica; capítulo quinto se presenta el desenlace final; capítulo sexto se explica las sugerencias del estudio de indagación.

Atentamente.

Los autores.

Índice general

PAGINA DEL JURADO.....	II
PAGINA DEL JURADO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRDECIMIENTOS.....	VI
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	VII
PRESENTACION.....	VIII
INDICE GENERAL.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	XII
INDICE DE FIGURAS.....	XIV
INDICE DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
ABSTRACT.....	XIX
I. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1 Realidad problemática	23
1.1.1 Investigaciones Anteriores.....	25
1.1.2 Internacionales.....	25
1.1.3 Nacionales.....	29
1.2 Teorías relacionadas al tema	32
1.2.1 Teorías relacionadas al fuego	32
1.2.2 Teorías relacionadas al concreto	39
1.3 Formulación del Problema.....	53
1.3.1 Problema General	53
1.3.2 Problemas Especificos.....	54
1.4 Justificación del Estudio	54
1.4.1 Justificación Teórica	56
1.4.2 Justificación Práctica	56
1.4.3 Justificación económica	57
1.4.4 Justificación metodológica.....	57
1.5 Hipótesis.....	58
1.5.1 Hipótesis General.....	58

1.5.2	Hipótesis específicas	58
1.6	Objetivos	58
1.6.1	Objetivo General	58
1.6.2	Objetivos Específicos.....	58
II.	METODO	60
2.1	Diseño de la Investigación	61
2.2	Variables y operacionalización de variables	62
2.2.1	Variables.....	62
2.2.2	Operacionalización de variables	63
2.2.3	Matriz de Operacionalización de las Variables de la Investigación	64
2.2.4	Población y Muestra	66
2.2.5	Población.....	66
2.2.6	Muestra.....	68
2.2.7	Pasos para determinar las muestras.....	70
2.3	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad	73
2.3.1	Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	73
2.4	Validez y Confiabilidad.....	74
2.5	Análisis de datos	76
2.6	Aspectos éticos	76
III.	RESULTADOS.	77
3.1	Respuesta de resistencia a la compresión para el concreto patrón.....	78
3.2	Resultados de fuerza a la tracción por compresión diametral para el concreto patrón	80
3.3	Resultados del módulo elástico de un concreto patrón	81
3.4	Resultados de resistencia a la compresión para el concreto quemado	82
3.5	Respuestas sobre fuerzas a la tracción por compresión diametral para la probeta quemada 85	
3.6	Resultados del módulo elástico para un concreto quemado	89
IV.	DISCUSION	91
4.1	Generalidades	92
4.2	Agregados.	92
4.3	Propiedades del concreto en estado fresco	92
4.3.1	Contenido de aire.....	92
4.4	Propiedades del concreto en estado endurecido	93
4.4.1	Resistencia a la compresión	93
4.4.2	Resistencia a la tracción por compresión diametral	93
4.4.3	Modulo Elástico.....	94

4.4.4	Temperaturas alcanzadas	94
V.	CONCLUSIONES	95
VI.	RECOMENDACIONES	98
VII.	REFERENCIAS	101
	ANEXOS	105

Índice de tablas

Tabla 1.1 Estadística de incendios en el Perú-----	23
Tabla 1.2 Matriz de Operacionalizacion de las Variables de la Investigación-----	65
Tabla 1.3 Cantidad de probetas para ensayos a los 7 días-----	67
Tabla 1.4. Cantidad de probetas para ensayos a los 14 días -----	68
Tabla 1.5. Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días -----	68
Tabla 1.6. Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días a 1000 °C -----	69
Tabla 1.7. Cantidad de probetas para ensayos a los 7 días -----	70
Tabla 1.8. Cantidad de probetas para ensayos a los 14 días -----	70
Tabla 1.9. Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días -----	71
Tabla 1 .10.Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días -----	71
Tabla 1.11 Resistencia a la compresión por probeta a los 7,14 y 28 días -----	79
Tabla 2.12 Promedio de resistencia a la compresión a los 7,14 y28 días -----	80
Tabla 3.13. Resistencia a la tracción por probeta a los 28 días -----	81
Tabla 4.14. Promedio de resistencia a la tracción a los 28 días -----	82
Tabla 1.15. Módulo de elasticidad del concreto a los 28 días-----	83
Tabla 5.16. Resistencia a la compresión por probeta a los 28 días para concreto luego del efecto de 1000°C -----	84
Tabla 1.17.Promedio de resistencia a la compresión a los 28 días para concreto luego del efecto de 1000°C-----	84
Tabla 6.18. Determinación de resistencia a la compresión para concreto sin efecto al fuego y luego de 1000°C -----	86

Tabla 7.19 Resistencia a la tracción por muestra a los 28 días y luego del efecto de 1000°C---	
-----	87
Tabla 1.20. Promedio de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días y luego del efecto de 1000°C -----	88
Tabla 1 .21. Comparación de resistencia a la tracción a los 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto 1000°C -----	89
Tabla 1.22. Módulo de elasticidad del concreto a los 28 días luego del efecto de 1000°C-----	
-----	90
Tabla 1.23. Comparación de módulos de elasticidad los 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto de 1000°C-----	91

Índice de figuras

Figura1.1. Tetraedro del fuego según técnicas de investigación de incendios Universidad Autónoma de Barcelona, (2007) -----	33
Figura1.2. Fases de la evolución del fuego, (www.alphacan.it) -----	34
Figura1.3. Mufla u horno-----	37
Figura 1.4. Curva ISO 834 (1975) -----	38
Figura1.5. Ensayo de resistencia a compresión (fuente propia) -----	44
Figura1.6. Estudio sobre resistencia a tracción por compresión diametral -----	45
Figura 1.7. Efectos de diferentes temperaturas en el concreto según Castillo (2006) -----	50
Figura 1.8. Esquema del ensayo de resistencia a la tracción, tracción inversa o prueba brasilera según Morales (2006) -----	52
Figura 1.9. Esquema del ensayo para determinar la resistencia a la flexión en el concreto según Norma ASTM C78-----	54
Figura1.10. Curva de resistencia a la compresión del concreto (fuente propia) -----	81
Figura1.11. Promedio de resistencia a la tracción a los 28 días (fuente propia) -----	82
Figura1.12. Promedio de resistencia a la compresión a los 28 días para concreto luego del efecto de 1000°C (fuente propia) -----	85
Figura1.13. determinación de vigor a la compresión para muestra patrón y muestra luego del efecto de 1000°C (fuente propia) -----	86
Figura1.14. Promedio de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días y luego del efecto de 1000°C (fuente propia) -----	88
Figura1.15. Comparación de resistencia a la tracción a los 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto 1000°C (fuente propia) -----	89

Figura1.16. Comparación de módulos de elasticidad los 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto de 1000°C (fuente propia) -----91

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia-----107

Anexo 2. Certificados de los resultados-----109

Anexo 3. Panel fotográfico-----115

Resumen

El actual estudio de indagación sostiene por objetivo determinar el comportamiento mecánico del concreto convencional, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego, a una temperatura controlada de 1000°C , la población y muestra de la presente tesis consiste en probetas cilíndricas y para la preparación del concreto se usó el materia llamado (cemento sol) tipo I, con el fin de que el hormigón alcance la resistencia objetivo de 210 kg/cm^2 y que además, se garantice una excelente trabajabilidad. En cuanto a los agregados se utilizó dos canteras, la cantera Gambeta y la cantera Jicamarca, y en ambos casos se determinó sus propiedades mediante los estudios y ensayos correspondientes. Para determinar y evaluar la temperatura se usó una mufla u horno con medidas digitales en un periodo existente o real del mismo equipo u mufla. Para garantizar la buena similitud de la temperatura en el desarrollo del quemado de las muestras se ha buscado un laboratorio especialista en concreto quemado que cuenta con las herramientas calibradas para este tipo de ensayo con probetas cilíndricas, la mufla funciona mediante el sistema, a eléctrico que nos ha permitido que el estudio de la investigación es real y con garantía.

En cuanto a los resultados, luego de realizados los ensayos, se pudo verificar el porcentaje de variación en las propiedades mecánicas del hormigón, observando que tanto la fuerza mecánica de lo comprimido, la fuerza mecánica a la tracción y el módulo elástico del concreto sufren una gran disminución luego de que este haya sido sometido a un evento de calor de alta temperatura. Por ello, entre las conclusiones obtenidas se sostiene que el fuego a alta temperatura produce una gran disminución y pérdida en las propiedades en el concreto, esto por ejemplo ocasionaría que es una estructura real, dicha estructura quede prácticamente al borde del

colapso, sin embargo, para futuras investigaciones se recomienda realizar el estudio de estructuras de concreto armado e inclusive se puede tomar en cuenta para hacer este tipo de estudios los muros de albañilería pero, también se debe tener en cuenta que actualmente en el Perú no hay laboratorios en los que se puedan hacer estos estudios en estructuras a escala real, por lo que antes de aventurarse a hacer una investigación de este tipo, primero se debe buscar y solucionar el lugar y la forma en la que se pretende realizar el estudio.

Palabras clave: comportamiento mecánico, propiedades, resistencia, tracción, elástico, temperaturas, mufla.

Abstract

The current research study aims to determine the mechanical behavior of a conventional concrete of, $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ exposed to fire, at a controlled temperature of 1000°C , the population and sample of this thesis consists of cylindrical test tubes For the preparation of the concrete portland type I cement was used, with the purpose that the concrete reaches the objective resistance of 210 kg / cm^2 and that, in addition, an excellent workability is guaranteed. As for the aggregates, two quarries were used, the Gambeta quarry and the Jicamarca quarry, and in both cases their properties were determined through the corresponding studies and trials. To determine and evaluate the temperature, a muffle or kiln with digital measurements used in an existing or real period of the same equipment or muffle. To ensure the good similarity of the temperature in the development of the burned samples has been sought a specialist laboratory in burned concrete that has calibrated tools for this type of test with cylindrical test tubes, the muffle works through the system, to electric that It has allowed us that the study of the research is real and guaranteed.

Regarding the results, after conducting the tests, the percentage of variation in the mechanical properties of the concrete could be verified, observing that both the mechanical strength of the compressed, the mechanical force to the traction and the elastic modulus of the concrete suffer a large decrease after it has been subjected to a high temperature heat event. Therefore, among the conclusions obtained, it is argued that high temperature fire produces a large decrease and loss in the mechanical properties of concrete, this would cause, for example, that it is a real structure, this structure is practically on the verge of collapse, however, For future research it is recommended to carry out the study of reinforced concrete structures and even the masonry walls can be taken into account to make this type of studies, but it should also be taken into account that currently in Peru there are no laboratories in

which can do these studies in real-scale structures, so before venturing to do an investigation of this type, you must first find and solve the place and the way in which the study is intended.

Keywords: mechanical behavior, properties, resistance, traction, elastic temperatures, muffle.

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de conocer más acerca del efecto del calor en el concreto por la incidencia del fuego, ha motivado y hecho posible el desarrollo de la presente investigación. Ya que en estos últimos años hemos sido testigos del incremento notorio de los eventos de incendio en nuestro medio y la gravedad de los daños materiales y no materiales que estos pueden llegar a causar. Existe información bibliográfica acerca de la consecuencia de elevadas temperaturas del concreto, pero gran parte está realizada en condiciones un poco alejadas de la realidad de un evento de incendio.

Sin embargo, la información bibliográfica es limitada en cuanto a la evaluación apropiada del efecto del fuego en el concreto y día a día, en estos últimos años se busca realizar nuevas investigaciones referentes a este problema gracias a los grandes avances de la tecnología. En este sentido el presente trabajo se centra en evaluar la consecuencia del calor en las propiedades del concreto de fuerza convencional y así aportar un nuevo procedimiento experimental más eficiente para el desarrollo y/o verificación de modelos numéricos en el efecto del fuego en el concreto.

El avance acelerado en tecnología de los instrumentos de medición en diversos campos de la ingeniería es impresionante, sin embargo el complicado proceso de registro de temperaturas así como el elevado costo de sensores que registran altas temperaturas en las muestras ha motivado el uso de un termómetro laser Infrarrojo digital para medir y monitorear la temperatura durante todo el estudio de manera más eficiente, ya que permite medir la temperatura con una buena precisión y sin necesidad de contacto con la materia en análisis.

1.1 Realidad problemática

Para comprender como afecta el fuego al concreto se debe entender según, Capote, Alvear, Lázaro, Crespo, Fletcher, Welch y Torero (2011) que cuando se examinan los efectos del fuego sobre un elemento de cualquier índole y/o material, el comportamiento de dicho elemento estará muy ligado al daño que este haya tenido por parte del fuego sobre su estructura. En ese sentido, (IDIEM) (como se citó en Pavez, 2011); sostienen que el comportamiento mecánico del concreto cae al ser expuesto al fuego, además, pierde su módulo de elasticidad y sus deformaciones admisibles aumentan; en otras palabras el concreto disminuye el rango de su comportamiento elástico al ser expuesto al fuego y aumenta su tramo plástico, debido a que sufre una pérdida de resistencia y se afectan sus propiedades mecánicas.

Desde ya hace varios años, el concreto es uno de los elementos más empleados en las construcciones por lo tanto es obligatorio conocer su tecnología (Hernández y Fuentes, 2002), es por ello que hoy en día, analizar la resistencia al fuego de un elemento es una parte fundamental si se busca seguridad contra los incendios en las construcciones.

Es por ello, que el tema de los incendios en el caso de las edificaciones no es un tema menor, ya que estos eventos advierten la seguridad de los humanos que se hallan en su interior y exterior, así que a modo que las estructuras mismas (Chauca y Cruz, 2014) y este uno de los problemas que generan el estudio de investigación, ya que acá se observara el comportamiento mecánico del concreto luego de ser expuesto al fuego, dicha observación se hará mediante la elaboración de probetas de concreto cuya fuerza mecánica estándar comprimido será de 210 kg/cm², estas probetas serán expuestas al fuego mediante la mufla a una escala de 1000 ° C y mientras un lapso de tiempo de una hora, por lo que se sostiene que

tanto el tiempo como la temperatura serán controlados, luego dichas probetas serán sometidos a los ensayos correspondientes para verificar el comportamiento mecánico del concreto luego del efecto del fuego ; todo esto se realizara con la finalidad de poder obtener resultados que estén acorde con los objetivos más abajo planteados.

Chauca y Cruz (2014) también sostienen, un siniestro tiene un dominio muy destructivo y su conmoción puede ser determinante [...], esto debido que las temperaturas elevadas que llegan en un catástrofe varían entre 1250 y 1300 ° C con un periodo para lograr dichas escalas parcialmente exponencial, por lo consiguiente, antes de media hora se alcanza a los 800 ° C, destacándose que en media hora se llega un siniestro totalmente crecido y fuegos en combustión duradero, lo cual posibilita la extensión del siniestro.

Sin duda, lo anteriormente dicho, hace pensar que el efecto del fuego sobre el concreto es un tema que debe ser estudiado de manera especializada, ya que, además, según estadísticas producidas por el (CGBVP). (2018) ponen de manifiesto que cada año se registran miles de incendios a nivel nacional (Véase Tabla 1.1)

Tabla 1.1

Estadística de incendios en el Perú

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
2013	1027	875	826	831	787	850	940	969	1072	927	1018	1142	11264
2014	991	874	793	711	752	645	762	785	749	740	711	917	9430
2015	866	739	786	701	733	687	765	861	955	752	696	932	9473
2016	1146	870	1007	805	815	867	1096	1194	1137	1060	1320	1331	12648

2017	1092	856	826	849	837	855	1039	1218	1103	1139	1008	1292	12114
2018	1272	1007	1024	701									4004
TOTAL	6394	5221	5262	4598	3924	3904	4602	5027	5016	4618	4753	5614	

Fuente. (CGBVP. propia).

En la tabla anterior se puede interpretar que, en los últimos cinco años, sin considerar el actual, el promedio anual de incendios es de 10986 incendios/año y que en el actual año si el promedio mensual de los primeros cuatro meses se mantiene, a final del presente año 2018 se habrá registrado al menos unos doce mil incendios.

LLoret (2009) especifica, que es muy importante que el conocimiento sobre el comportamiento de las estructuras expuestas al fuego como ocurre en el caso de los incendios avance y en tal sentido, en otros lugares ya se ha manifestado una instrucción con una identidad propia en el espacio de la Ingeniería de confianza en caso de catástrofe. Dicha organización es conocida en los términos estructurales como “Structural Fire Engineering” (SFE) y determina una especialidad o especialización de la ingeniería de seguridad en siniestros.

1.1.1 Investigaciones Anteriores

1.1.2 Internacionales

Alvarado, (2016) desarrollo la indagación: Estudio sobre comportamiento del concreto estructural expuesto al fuego realizada en la ciudad de Ambato (Ecuador) durante el año 2016, se propuso estudiar el comportamiento del concreto estructural, determinando que la resistencia a la flexión de cada uno de sus elementos de estudio disminuyó en función de la temperatura y tiempo de exposición alcanzados en cada intervalo de 30 minutos, presentando

cada uno de ellos características particulares, mismas que se repetían de forma progresiva con mayores efectos; además identifiqué que los diferentes niveles de afectación de cada una de las probetas expuestas al fuego, el peso del elemento fue una de las propiedades físicas que mayor variación presentó, puesto que al exponerse a temperaturas mayores a 1000 °C el peso disminuyó en 21% ocasionando resquebrajamiento del material, fisuras y agrietamientos; también determiné que la gráfica carga – deformación que sus especímenes en el transcurso de sus ensayos presentaron alteraciones en el comportamiento del material, ocasionadas por el aumento de la fuerza interior del concreto sobre el agua en los agujeros mientras el recalentamiento de los elementos, en las deformaciones obtenidas por elementos expuestos al fuego durante 3 horas disminuyeron en un 80 % produciendo en el material fallas de tipo explosiva; además como el análisis concreto estructural, verifiqué que el acero de refuerzo expuesta directamente al fuego con temperaturas mayores a 1000 °C presentó alteraciones en sus propiedades mecánicas y físicas son: descascaramiento, cambios sobre coloración y endurecimiento superficial del refuerzo longitudinal y transversal; finalmente concluí que el concreto actúa como aislante térmico protegiendo el acero de una exposición directa al evento de fuego directo, sin embargo ante exposiciones prolongadas de tiempo a temperaturas mayores a los 950 °C su comportamiento presenta alteraciones y modificaciones en su estructura interna y externa.

Hernández, (2015) realizó la investigación: Estudió el consecuencia de las elevadas temperaturas en un concreto de relación a/c=0.50 ($f'c=36.5$ MPa. $\rho=370$ kg/cm²), en la ciudad de Colombia del año 2015, hablaron de dos tipos de muestras de una forma cilíndrica donde dice que el diámetro era de diez cm y una altura de veinte cm las probetas o muestras se quemaron en un horno a convención sin controlar los tiempos en alcanzar las calorías para el análisis, esto permitió que las muestras reciben la temperatura en toda la superficie y de

una forma homogénea las muestras que obtuvieron lo sometieron al fuego directo en el horno a una sola cara del cubo, siguiendo la curva estándar ISO 334. Para las muestras aplicaron la carga-temperatura hasta que las probetas alcancen las temperaturas 200°C, 400°C, 600°C, 800°C y 1000°C, que estuvieron sometidos durante una hora. Las calorías se midieron con Termocupla, ubicadas en el lugar exacto para el análisis de la temperatura las muestras cilíndricas se ubicaron en la parte de la superficie del horno, y en las muestras cubicas se colocaron dos a dentro de la muestra, 4cm entre sí, y uno más en la superficie de quemado, centrados y amplificados a cada 4cm y el siguiente a 10cm del fondo de la superficie de quemado y otro adicional para monitorear la temperatura del medio.

Carrillo, (2011) realizo la investigación: Estudio de la consecuencia de la temperatura y del periodo de fraguado en la fuerza estimada del hormigón según la madurez obtenida en la ciudad Santiago de Chile (Chile) durante el año 2011, se plantea el objetivo de analizar el efecto que se produce por acción de la temperatura y del tiempo de fraguado en la estimación y el cálculo de la resistencia de un concreto, evaluando y sometiendo a estudio elementos masivos hipotéticos caracterizados por: temperatura de colocación del concreto, temperatura máxima y tiempo del peak de temperatura; así como, el periodo de endurecerse así poder estimar las propiedades mecánicas de un concreto de manera temprana(a temprana edad), haciendo uso del método de la madurez, basado en dicho objetivo concluyo que, en la actualidad debido a que existe especificaciones por durabilidad y resistencia del concreto, estos contienen elevadas dosis de cemento, produciendo de esta manera un importante aumento de temperatura a temprana edad en el concreto, lo cual se debe entender que no solo puede producir agrietamiento por diferencial térmico sino que también es una causal para disminuir las propiedades mecánicas a largo plazo; también concluye que, cuando se trata de temperaturas del orden de 75 °C estas pueden disminuir la resistencia del concreto, haciendo

que este alcance solo el 90% de su capacidad total sabiéndose que las muestras se comparan realizando un curado estándar; así mismo manifiesta que, el cemento posee un rol fundamental debido a sus calor de hidratación, el cual juega un rol fundamental en el concreto debido a que de él dependen no solo la tasa de ganancia de resistencia a temprana edad, sino también el máximo calor generado por unidad de material cementicio y volumen de concreto, es por esto que el uso del concreto a ido en aumento dado que además de lo antes mencionado se encuentra también su beneficio en la reducción de costo de fabricación.

Souza & Moreno, (2010) realizó la investigación “El efecto de las altas temperaturas de un concreto convencional de relación $a/c = 0.60$ ($f'c = 30.5$ Mpa. ≈ 308.5 kg/cm²), realizada en Brasil en el año 2010”, las probetas que uso para la muestra fueron sometidos a diferentes temperaturas entre 300, 600 y 900 °C; y fueron sometidos gradualmente a una proporción constante de 15°C/min. Las probetas tuvieron la forma cilíndrica de 10cm de diámetro y una altura de 20cm. Sobre a la fuerza a la compresión se lograron perdidas de un porcentaje de 12%, 14%, 92%; sobre la fuerza o resistencia a la tracción se lograron perdidas de diferentes porcentajes 21%, 40%, 98%, sobre el módulo de elasticidad se determinaron pérdidas de 50%, 70%, 97%, los porcentajes de perdidas corresponden a las temperaturas realizada para su estudio en las diferentes temperaturas 300°C, 600°C Y 900°C, respectivamente. De la misma forma se realizaron los estudios el efecto del lento y veloz enfriado de las probetas, la recuperación o restauración de la fuerza mecánica por re humedecimiento (inundado en agua y cubierto en membrana plasmática).

Pumar y Gonzales, (2008) en su tesis de grado, Comportamiento estructural de edificaciones diferentes ante la presencia del fuego y sus fallas por ruina progresiva (caso World Trade Center, New York y Parque Central, Caracas) hecha en la Universidad

Metropolitana de la ciudad de Caracas Venezuela, se plantearon analizar el comportamiento de una estructura específica ante la presencia del fuego, generador de altas temperaturas, y definir si fallaría por ruina progresiva. Para ello compararon el comportamiento estructural de los dos edificios antes mencionados y además simularon un incendio para el edificio Parque Central de Caracas y delimitaron las características de dicho incendio valiéndose de los parámetros del incendio que se presentó en el World Trade Center de New York. Finalmente concluyeron en la estructura del Parque Central de Caracas no colapsaría en su totalidad, pero si lo haría de manera parcial y esto se debería a la presencia de recubrimientos cuya función es retardar el efecto del fuego, por lo que aunque el tiempo de exposición al fuego de la estructura fue de 1 hora y 19.5 minutos y la temperatura máxima alcanzada fue de 1192 °C la estructura de dicho edificio si estaba diseñada para soportar tales efectos por causa de los incendios un tiempo de 4 horas en el caso de las columnas y un tiempo de 3 horas en el caso de las vigas y placas.

1.1.3 Nacionales

Huincho, (2017) desarrollo la indagación: Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo, realizada en la ciudad de Lima durante el año 2017, se propuso como objetivo definir la consecuencia del fuego directo en las propiedades mecánicas del hormigón convencional haciendo estudio sobre tres relaciones sobre agua – cemento (a/c) y de tres cantidades de temperatura alcanzada durante sus ensayos. Luego de realizar toda su investigación, concluyo que las fuerzas a la compresión, tracción y el módulo elástico del concreto, incrementa su pérdida si es que el concreto es quemado durante una mayor cantidad de tiempo y adicionalmente si la temperatura aumenta; así mismo, en cuanto a la influencia del tamaño de la muestra verifico que la perdida de la

resistencia a la compresión era menor en las muestras de menor tamaño para una relación de a/c de 0.60, mientras que para una relación de a/c de 0.65 la menor pérdida de resistencia a la compresión se mantuvo en el lado de las muestras de menor tamaño, mismo caso que ocurrió para el caso de la relación de a/c de 0.70; mientras que en sus análisis de pérdida de masa verifico que las muestras con la menor dimensión perdieron menor masa en relación a las muestras que tenían la dimensión mayor.

Delgado, (2016) realizó el estudio: Practicas sobre las fuerzas mecánicas del hormigón sometidas a elevadas temperaturas, desarrollada dentro de la ciudad de lima durante el año 2016”, hizo una observación directa sobre la resistencia del concreto en donde se mostró las pérdidas de peso, cambio de color fisuraciones y descascaramientos, por ende también observaron la variación de módulo de elasticidad de las probetas, para realizar las muestras se sometió a temperaturas variadas como por ejemplo a 100 °C, 200 °C, 300 °C, y 400 °C los tiempos fueron controlados de permanencia de una, dos, tres y cuatro hora. El desarrollo de quemado se llevó a cabo en un horno especial y su medida de temperatura se determinó mediante las termocuplas ubicadas en el horno. Correspondiente a las fuerzas a la compresión, para la correlación agua y cemento= (0.60) se demostraron pérdidas de 22 por ciento, 35 por ciento, 51 por ciento, 65 por ciento; y en la correlación agua y cemento (0,65) se mostraron pérdidas de 22 por ciento, 35 por ciento, 51 por ciento, 65 por ciento, todos las pérdidas se dieron con las temperaturas de 100 °C, 200 °C, 300 °C Y 400 °C respectivamente realizado en la investigación.

Chaucha y Cruz, (2014) en su tesis: Estudio del concreto $F'c=210$ kg/cm² a elevadas temperaturas, realizada entre la ciudad de Nuevo Chimbote en el año 2014, se plantean el objetivo de Determinar y evaluar la forma en la alteración de las fuerzas a la compresión de

dicho concreto después de que las muestras fueran sometidas a temperaturas variables de entre 400, 600 y 800 °C; esto permitió a los tesisistas comprobar que la falla del concreto que se debe gracias a los hechos del siniestro se relaciona primordialmente con la acción contraria entre el concreto, por ello tiene tendencia a estrecharse, y cuya acción se debe a la pérdida de humedad; esto también permite observar y comprobar luego de que las muestras fueran expuestas al fuego, el incrementar de los espesores en las probetas de concreto, y del adherido el cual de convenio a su estructura mineralógica se agranda con el aumento de los fuegos, entonces, tanto el aumento de la temperatura, la exposición prolongada de las muestras de concreto como el aumento de los diámetros en dichas muestras, ocasionan en el concreto, agrietamiento y descascaramiento, produciendo de esta manera que el concreto se desprenda de manera explosiva; en cuanto a la combinación que se forma por los agregados, el agua y el cemento determinaron que es inalcanzable contener el despiste de humedecimiento por la presentación al siniestro ya sea que este sea controlado o no, como cuando se trata de un incendio, sin embargo notaron que el tipo de agregado podría ser de mucha ayuda debido a que este asimismo tiene dominio directa sobre las fuerzas del fuego hacia las estructuras cuando se exponen a elevadas temperatura y por ende, es necesario que estos sean debidamente controlados y/o seleccionados antes de ser usados para elaborar una mezcla de concreto; así mismo, debido a los resultados que obtuvieron en sus estudios hechos en laboratorio, también concluyeron que el concreto de más resistencia, al ser sometidos a eminente calorificación debido a la acción de la llama, tienen menor resistencia a esta acción, y su deterioro inicia más temprano y con temperaturas que oscilan entre 500 °C a 550 °C, esto básicamente se debe a la relación de la cantidad de cemento y los agregados, en dicha relación se puede vislumbrar que a mayor contenido de cemento en el elemento estructural dicho elemento estructural basara su resistencia a la calidad y resistencia en las

características y propiedades mecánicas que le propone los adheridos, razón por el cual el concreto que tienen mínima fuerza proponen una resistencia alta frente a la combustión. Por otro lado, también observaron que para temperaturas superiores a los 500 °C el deterioro de las muestras es acelerado.

1.2 Teorías relacionadas al tema

El actual trabajo de investigación toma en cuenta hipótesis y planteamientos teóricos que se relacionan con el tema fundamental, buscando de esta manera enfoques que faciliten la comprensión de la variable D. (02) también de la variable I. (01). De acuerdo a Cerda (1998), es imposible hacer investigaciones sin la presencia de teorías relacionadas al tema principal, (p.170). Si no existiera un consenso entre los diferentes investigadores respecto a las teorías previas. Según Briones (1987), el marco teórico comprende la ubicación del problema a investigar.

1.2.1 Teorías relacionadas al fuego

1.2.1.1 Conceptos del fuego

La definición tal vez más sencilla sobre lo que es el fuego es la que a continuación se menciona, “el siniestro es determinada como una reacción química autoalimentada, es producida por las sustancias sólidas, líquida o gaseosa., y que una vez que comienza se puede decir que se ha consumido en algunos de sus se mantiene hasta la consumición de alguno de sus substratos intervinientes” (Ravignani, 2005). Se dice también que el fuego posee propiedades benéfico destructoras ya que este ilumina y da calor, pero también puede quemar a los elementos a los que se le somete a su efecto (Mora, 2010), entretanto se puede decir que el Diccionario de la Real sociedad Española determino el fuego se determinó, “del Latín

Focus, es el fenómeno caracterizado por la emisión de calor y de luz, generalmente con llama”.

Por ello si no se posee un adecuado control del fuego y este se descontrola como ocurre en el caso de los incendios puede ocasionar consecuencias fatales (Hitado, 2015). En ese sentido se dice que, se denomina incendio a la reacción química que es apto de agrandarse de un objeto a otro y cuyo propósito no estaba destinado a que sean quemados a través de una llama, dicho incendio se fundamenta en parámetros básicos tales como: combustible, comburente, calor o energía de activación y reacción en cadena (véase fig. 1.1). Cada incendio posee un foco de inicio en el cual tuvo su origen dicho flagelo, sin embargo, a medida que este avanza y dependiendo del material que encuentre en su propagación se puede originar focos secundarios que pueden tomar diferentes trayectorias y que igual ira consumiendo a todos los elementos que se encuentren en los ambientes donde se está desarr

olland

o el

fenóm

eno.

(Alvar

ado,

2016,

P.35)

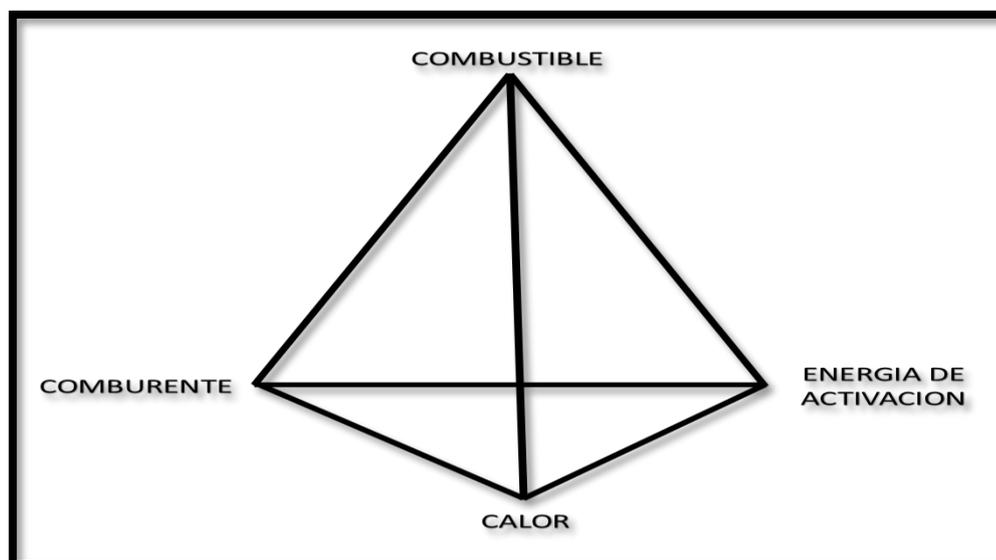


Figura 1.1. Tetraedro del fuego según técnicas de investigación de incendios Universidad Autónoma de Barcelona, (2007)

El fuego, a altas temperaturas es capaz de provocar en el concreto importantes transformaciones físicas y químicas que dependen de la escala determinada, del periodo de planteamiento y del prototipo de refrigeración que atraviesan los elementos de concreto al ser expuestos al fuego (Pavez, 2011), así mismo, el fuego daña por lo general a todos los materiales empleados en la construcción (Vega y Burón, 2007). Con lo antes dicho, cabe mencionar que un elemento de concreto sea simple o estructural sufre daños en su estructura al ser sometido a los efectos del fuego, el cual afecta tanto las propiedades físicas como las propiedades mecánicas de dichos elementos.

1.2.1.2 Fases del fuego

- PERIODO UNO. Conforme incrementa el calor del comburente se puede empezar a desatar las porciones oculto a las vistas de las personas
- PERIODO DOS. La densidad de las moléculas que se sueltan del elemento que forman hollín o niebla que ya son evidentes.
- PERIODO TRES. En apariencia del enorme ventilación para que se inhabitable todos los gases se alteran en siniestros, con avalancha de fuego y gran incremento de nieblas.
- PERIODO CUATRO. Los gases y emanaciones se desprenden, en precisos distribuciones, suelen inducir estallidos, parecidos a los vigorosos y fluido combustión pulverizados, vigente en el entorno.

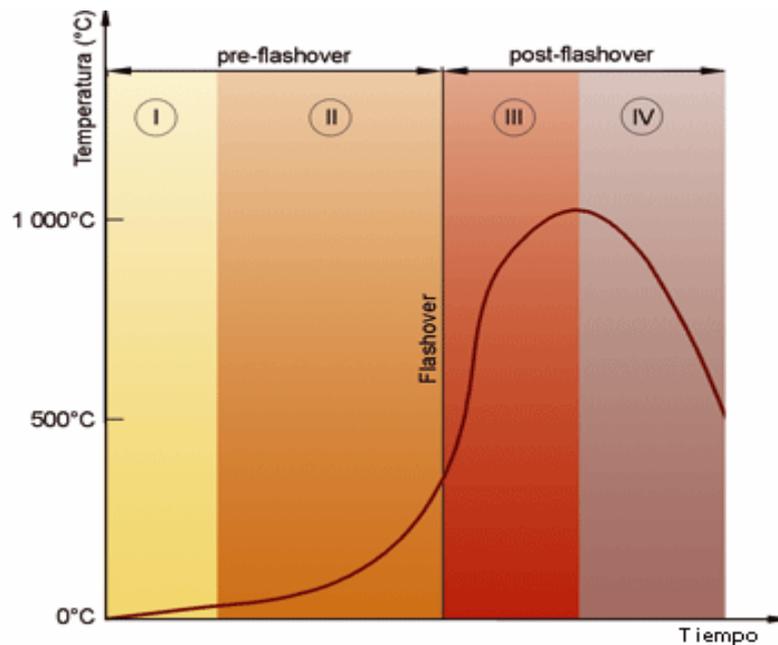


Figura 1.2 Periodos del desarrollo del fuego (www. Alphacan. It)

1.2.1.3 Concepto del incendio

Se determina por siniestro a la incineración no manipulada que puede ser de uno o diversos elementos. La incineración se determina por la oxidación de los componentes, en una resistencia conocida como exotérmica (desasir fuego) y de naturaleza invariable (los materiales afectados por esta oxidación que puede persistir alteraciones en total, que esta combinado sus propiedades físicos químicos, sin posibilidades de recuperarlas (Virgili, 2007).

1.2.1.4 Comburente

Se requiere un componente oxidante de la resistencia. El más usual que se puede determinar que dicho componente sea la ventilación del viento.

1.2.1.5 Calor

Es cuando llega al calor idóneo que dé al componente la energía de aceleración, que se puede alcanzar con un chispazo, otra incineración u calor inmenso. Al principio del fuego, este componente debe ser proporcionada de forma superficial, cuando inicia el fuego en combustión, la misma resistencia lo distribuye, al pactarse de resistencias exotérmicas (Virgili, 2007).

1.2.1.6 Incidencia del fuego sobre las muestras

A. Incidencia directa

En este estudio de investigación, se llama incidencia directa del fuego al fenómeno en el que el fuego afecta a todo el volumen de las probetas de investigación.

B. Incidencia indirecta

Por otro lado, se llamará incidencia indirecta al fenómeno en el que el fuego no afecta todo el volumen de las probetas elaboradas con la finalidad de ser ensayadas.

Ambos conceptos, ya sea la incidencia directa o la incidencia indirecta del fuego se podrán entender mejor cuando se hable de la exposición de las muestras al efecto del fuego.

1.2.1.7 Exposición de las muestras al fuego

A. Exposición total

La exposición total de las muestras será el fenómeno en el que estas son sometidas al efecto del fuego por todas sus caras para luego ser sometidas a ensayos con la finalidad de evaluar su comportamiento mecánico, dicha exposición total también se puede entender como una

incidencia directa del fuego ya que todas las caras de las probetas sufren el mismo efecto o por lo menos los hacen a la misma temperatura (Cruz, 2015).

B. Exposición parcial

Por su parte la exposición parcial de las probetas de concreto al efecto del fuego es el evento en el que las muestras a ensayar se dejan de exponer a dicho efecto en por lo menos una de sus caras, dicho evento también se podría entender como una incidencia indirecta ya que la cara o la parte no expuesta de las probetas aun recibe el efecto del fuego, pero en comparación a las demás caras esta sufrirá menor daño (Cruz, 2015).

1.2.1.8 Instrumentos utilizados para medir la exposición al fuego de las muestras

A. Termocupla o termopar de aluminio y cromo

Según Medrano (2002) “un termopar es un instrumento para calibrar la escala del calor, basado en objetivos termoeléctricos. Es un recorrido determinado por dos guías de metales desiguales, incorporado en sus exteriores y entre cuyos encuentros hay una desigualdad de calor, que determina una resistencia electromotriz denominada efecto Seebeck”.

B. Mufla u horno

Méndez (como se citó en Ortiz y Velásquez, 2016) define al horno u mufla como: se puede producir inmenso calor y se usa para caldear componentes que son sujetas a diferentes evoluciones de procedimientos cálidos. El horno se usa básicamente para el procedimiento cálido donde se determinan acaloramientos y enfriamientos inspeccionados, como por examen, en cursos de uniones, tenacidad, revenido, recalentar, etc. (véase fig. 1.3)



Figura 1.3. Mufla u horno

C. Curva estándar ISO 834

La norma ISO 834 (como se citó en Mattieu, 2007), es aceptada a nivel internacional y es una curva convencional que muestra la elevación de la temperatura en un horno que se usa para hacer el ensayo. Existe desde principios del siglo (año 1903), sin embargo, recién fue adquirida por la ASTM por los años 1918 y 1919 y luego se sumaron a ella numerosas normas de ensayos a nivel europeo e internacional. Dicha curva presenta una subida de temperatura bastante rápida al principio, fenómeno que en efecto es verdadero al momento de presentarse un incendio. Sin embargo, la finalidad inicial de dicha curva no fue reproducir las condiciones reales de un incendio cualquiera, sino que pretendía comparar el comportamiento ante el fuego de diferentes elementos que son usados para la construcción, de esta manera pretendía también realizar una clasificación y jerarquización de dichos materiales con relación a un fuego de referencia fácilmente reproducible en el Laboratorio (véase fig. 1.4)

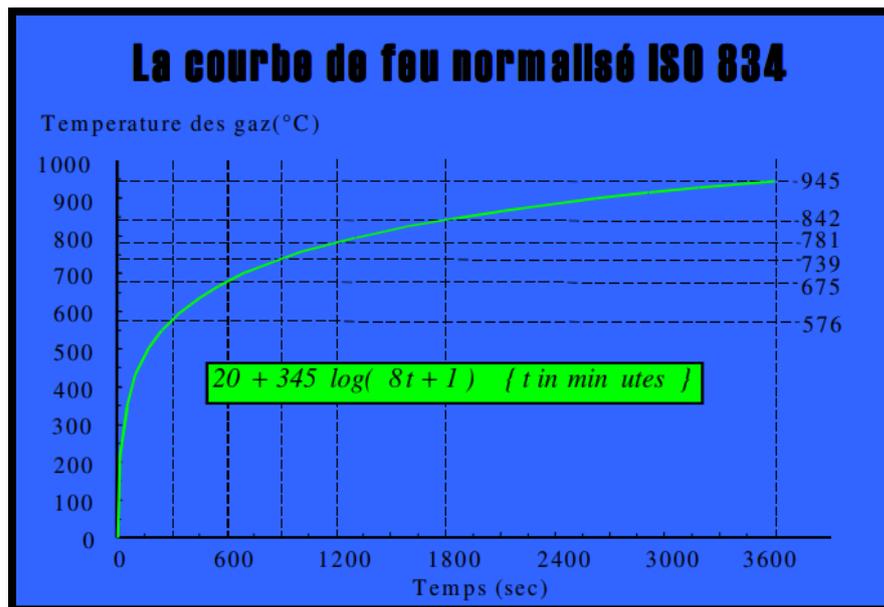


Figura 1.4. Curva ISO 834 (1975)

1.2.2 Teorías relacionadas al concreto

1.2.2.1 Conceptos sobre el concreto

Tal y como ya se dijo anteriormente, el concreto es en la actualidad, uno de los elementos más empleadas a nivel mundial en el rubro de la construcción por lo que es necesario conocer perfectamente sus conceptos. Para Polanco (2014) el concreto es una combinación conformada básicamente por agregados y pasta, por su parte Murdock (2016) define que el concreto es un componente de las cimentaciones del cual sus propiedades se pueden administrar mediante diseños cuidadosos así como, controlando sus materiales constituyentes; así mismo, Pérez (2008) define el concreto como material artificial compuesto por arena, grava o piedra chancada, cemento y agua, mientras que en las normas de las edificaciones (2016) como define el concreto en “una combinación de cemento Portland o diferente cemento hidráulico, atherido fino, grueso y agua, con o sin aditivos”.

Basado en estas definiciones, debe entenderse que la arena y la grava o piedra chancada conforman el agregado que constituye el concreto, mientras que la otra parte constituyente del concreto, a la que también se le llama pasta está conformada por el cemento y el agua. Dichos elementos constituyentes del concreto al ser combinados, [...] se endurecen y forman un todo compacto (piedra artificial) que con el paso del tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión (Ortega, 2006), además dichos elementos constituyentes del concreto, se combinan en proporciones adecuadas esto debido a que se busca encontrar propiedades evidentes prefijadas, principalmente las fuerzas mecánicas del concreto (Abanto, 2009).

Sin embargo, como bien se sabrá el concreto como uno de los componentes más usados a nivel mundial es usado para conformar por ejemplo una edificación que puede ser un edificio. Sucede que un gran número de edificios después de haber sufrido los efectos del fuego durante un incendio podría terminar desplomándose debido a la presencia de un fenómeno bastante complejo denominado Ruina Progresiva cuya presencia ocasionaría que toda la estructura del edificio colapse (Pumar y Gonzales, 2008).

1.2.2.2 Elementos constituyentes del concreto

A. Cemento Portland

Depende. Niño (2010), la piedra caliza cemento (portland) es la combinación de componentes calcáreos y terroso u otros elementos que abarcan sílice, alúmina u óxidos de acero, procesados a elevados caloríficos y combinados con lechada, se llama así por la semejanza con una roca que sobra en Portland (Inglaterra), dicho componente tiene las cualidades de fraguar y vigorizar en existencia del agua, mostrándose una etapa de resistencia química que se comprende como absorción.

Según normas técnicas (citadas por Arauco 2010) los cementos Portland se clasifican:

- TIPO UNO: universalmente utilizado donde no necesitan componentes especiales de cualquier otra muestra.
- TIPO DOS: necesariamente cuando se requiera prudente Resistencia a los azufres o mesurado temperatura para hidratar. Apropriados en estructuras en zonas combativos y/o moldeados masivos.
- TIPO TRES: es utilizado en donde se requiere elevadas Resistencias preliminares con alto caloría de hidratación. Especialmente para los climas frígidos donde se necesita fraguar rápidamente.
- TIPO CUATRO: son utilizados en zonas cálidas para controlar el fraguado del concreto minimizando el agrietamiento.
- TIPO CINCO: son cementos que se usan en zonas de alto resistencia de sales para minimizar la penetración al concreto.

B. Agregados

Según Rivva, (2000) los agregados son los elementos o moléculas inorgánicas que son originales o artificiales de donde se determinan sus mediciones mediante la aplicación de la NTP 400.011, cabe recalcar que en la elaboración de concretos comunes son los adheridos los que establecen al menos de 70% o sobre 75% del magnitud en la combinación (Nilson, 2001). Neville (como se mencionó en Chan, Solís & Romel) clasifica a los agregados en finos y gruesos, entre los primeros son agregados originales con tamaño de moléculas que están entre 5 mm y 60 mm mientras que los de a continuacion tendrán un tamaño de entre 5 mm y 125 mm.

C. Líquido (H₂O).

El líquido utilizada en la elaboración de un concreto debe determinarse con parámetros físico-químicos que cumplan con la normatividad nacional o internacional que se aplica en cada país (Bedoya y Medina, 2015). Generalmente el agua para la preparación de un concreto se debe especificar que sea tratada para esto es ciertamente conservador, pero no constituye un problema, puesto que la mayoría de concretos se elaboran próximos a reservorios de agua existentes (Santa Cruz, 2001).

D. Aditivos

Según Alonso, Pacheco, Lagos, Hernández, Abarca, Castillo, Hernández y Rivas (2007) los aditivos son aquellos que influyen en la práctica y las cualidades del concreto hidráulico, en su condición relente y vigoroso, sin embargo, estas propiedades heredan ser intervenidos y variados por diferentes agentes intrínsecos y extrínsecos. Intrínsecos se enlazan fundamentalmente con las peculiaridades de los elementos y las porciones en que estos se facilitan para preparar el concreto. Extrínsecos se pueden decir especialmente las limitaciones zonales que predominan en el momento de ,la aplicación y y colocación en el concreto, los trabajos constructivos en donde se determinan en todo sus etapas desde su preparación inclusive hasta el curado, sobre las limitaciones de exhibición y trabajo a que establece sujeto la estructura mientras su existencia útil. Por consiguiente, se determinaran los diferentes tipos de aditivos de acuerdo su competencia o función.

1.2.2.3 Comportamiento y componentes mecánicas de un concreto

Según el presente informe sobre investigación entiéndase a modo de comportamiento mecánico y propiedades mecánicas del hormigón al mismo fenómeno sobre la capacidad de

reacción que posee dicha combinación bajo determinadas circunstancias. Es así que, en la actual indagación se evaluará dichas prácticas mecánicas del concreto luego de que las muestras (probetas) sean sometidas al efecto del fuego.

Depende Sánchez, (1996), los concretos tienen distintas propiedades mientras se da el desarrollo de variación, lo cual se está determinando donde hay reducción paulatina de la elocuencia y manejabilidad, hay tres bases importantes y eficaces; se conoce que el concreto en primer lugar es un componente manejable, el concreto en segundo lugar se determina el tiempo de endurecimiento, en donde se aprecia la rigidez rápida y se dice que el concreto en el tercer lugar concierne en el fragua o endurecimiento que lo conduce a la adquisición de componentes mecánicas y de diferente naturaleza, cuyos crecimientos originan simbolizar sobre el desarrollo de la fuerza comprimida.

A. Resistencia a la Compresión.

Según Sánchez, (2001) las fuerzas mecánicas comprimidas de un concreto es lo que mejor lo caracteriza y esta se debe principalmente a que en su composición el cemento Portland tiene sobre el 7% hasta el 15% de las dimensiones sobre las combinaciones, es por eso que el reglamento de la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.034 y la “ASTM C39” (como se citó en Aspilcueta, (2015) definen las fuerzas a la compresión del hormigón (concreto) a modo de habilidad donde posee para resistir esfuerzos sin sufrir ninguna falla, sin embargo esto es casi inevitable, y en cuanto al concreto, los defectos se registran ciertos veces con las apariciones de grietas y fisuras.



Figura 1.5. Estudio de resistencia a compresión (fuente personal)

Con fines recientes sobre estudio de investigación se tomó con suma importancia que las fuerzas mecánicas a la compresión del concreto sean de 20, 59 MPa o lo que es su equivalente 210 kg/cm². Ese será del punto de partida y las fuerzas mecánicas estándar comprimido de las probetas cilíndricas de un concreto, dichas probetas serán expuestas al fuego a través del uso de un horno y finalmente, se les someterá a los ensayos correspondientes para definir las fuerzas mecánicas comprimidas que presenten las muestras después de haber sido expuestas al fuego.

B. Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.

Hablar de las fuerzas a la tracción de un concreto es lo mismo se decir vigor a la tensión del concreto y según Rivera (2009) el concreto es de bajísimo resistencia a la tensión, de este modo que ha sido muy tomada en cuenta; sin embargo, esta si tiene gran envergadura en el agrietamiento oportuno a la disminución de la retracción inducida por el oreado necesario a la minoración de la temperatura.



Figural.6. Experimento de fuerzas a la tracción por compresión diametral (f. p.)

C. Módulo Elástico

Según Morales, “se dice del módulo elástico de un concreto es un índice la rigidez del material, cuya representación se da a través de la relación de los esfuerzos a los que se encuentra sometido el concreto y las deformaciones unitarias correspondientes” [...] (2015). Sin embargo, es necesario acotar que los módulos elásticos de un concreto se puede modificar por diferentes razones como, por ejemplo, el estado de un saturación del concreto, en su compactación del concreto, las propiedades de los adheridos y la relación a/c.

Dicho módulo de elasticidad, en el caso del concreto obedece de cuantiosas variables, así por ejemplo se tiene que puede depender de la elasticidad de la mezcla del cemento. Pero un crecimiento en la correspondencia a/c incrementa los poros de la masa y esto indudablemente reduce el módulo elástico (E_c) por lo que en efecto hay subordinación entre E_c y f'_c . Así mismo, también depende de la elasticidad de los agregados, pues estos poseen un módulo de elasticidad que modifica sobre 1.5 a 5 tandas el modulo elástico de la masa, se dice que el tipo de adherido y las proporciones en las que este se concurre en la masa influirá intensamente en la importancia de E_c (Ottazzi, 2004)

Por ello, también se dice que el módulo elástico del concreto la relacion sobre el esfuerzo en donde puede estar sometido el material y su anomalía o deformación unitaria, representa una carga impuesta sobre el mismo, podemos decir que la ley de Hooke determina que el material o el concreto también tiene un comportamiento elástico.

D. Resistencia a la flexión

Si bien es cierto el concreto no se diseña para resistir tensión directa, sin embargo, abecés es necesario conocer este valor para así determinar la carga bajo la cual dicho concreto sufre agrietamiento (Mendoza, 2017). La National Ready Mixed Concrete Association (2000) sostiene que calcularlas fuerzas a la flexión de un concreto es extremadamente delicado ya que las muestras (probetas) deben ser preparadas, manipuladas y curadas a través de procedimientos adecuados.

1.2.2.4 Fallas físicas del concreto

A. Fisuración y/o agrietamiento

Cuando se presenta agrietamiento en el concreto, estas son roturas producidas debido a que en el concreto se presentaron esfuerzos (generalmente de tensión) superiores a los que el concreto puede resistir y además dichos agrietamientos pueden ser estructural y no estructural (Orozco, 2003), por eso Uribe (2000) define a la fisuración u agrietamiento como un tipo de falla en el elemento de concreto y dicha falla se presenta por separaciones parciales considerablemente mayores a las normales entre las partículas en algunas partes del elemento.

B. Cambio de coloración

Según Señas, Maiza, Priano, Marfil y Valea (2010), cuando el concreto alcanza los 300 °C comienza también un cambio en su coloración, pues el color gris tradicional que este posee, se empieza a tornar a sonrosado, a modo que a efecto de la existencia de hierro sobre los agregados como parte de su composición mineralógica. En el rango de los 600 °C y los 900°C se vuelve a un segundo gris, pero ahora presentara un conjunto de partículas rojas cuya presencia indica friabilidad con elevada sorbo de líquido. De 900 ° C a 1200 ° C la coloración del concreto se modifica a anti amarillento y esto indica por consiguiente el concreto es sinterizado y es friable.

1.2.2.5 Tipos de muestra del concreto

(RNE), (2016) establece que, para realizar estudio de fuerzas, la muestras pueden elaborarse en conformidad con la norma, (ASTM C 172).

A. Muestras Cilíndricas.

Las muestras de un concreto de tipo cilíndrico hechas para realizar pruebas de fuerzas que deben ser elaboradas y curadas en centros especialistas aplicando a la norma, (ASTM C 31 M) (RNE, 2016).

1.2.2.6 Parámetros que influirán en las muestras de concreto

A. Tiempo de exposición al fuego

El factor tiempo es muy importante cuando se evalúa el efecto que produce el fuego sobre el concreto ya que de este depende el daño que sufrirá en su composición dicha combinación, además en el caso de un incendio la temperatura en los primeros momentos de sucedido el

incendio sufre un incremento casi exponencial que luego con el transcurrir del tiempo puede dejar de incrementarse rápidamente, en todo caso depende de los materiales sobre los que esté actuando el fuego, (Cruz, 2015)

B. Temperatura inicial

Para el caso del concreto, Castillo (2006), sostiene que hay tres tipos de temperaturas denominadas críticas y que se pueden identificar para el hormigón, la primera oscila en el rango de entre 250 a 420 °C y dicha temperatura ya ocasiona desconchamiento en la superficie del concreto, sin embargo, esto depende de las características del concreto debido a sus materiales constituyentes. Bajo ese concepto, sostiene que el calor crítica al inicio de la pérdida de resistencia en un concreto silíceo se presenta a los 300 °C, pero se determina que puede ser menor a para un concreto que entre su materia constituyente posee adheridos pétreos y puede ser superior para aquellos concretos que poseen adheridos de granito como uno de sus materiales constituyentes. La tercera temperatura crítica manifiesta que oscila entre 550 a 6000 °C y a esta temperatura, el concreto por lo general ya pierde su capacidad de soportar cargas y ya no sería útil estructuralmente siempre y cuando este en estado caliente, además puntualiza que esto se da para concreto con base en el cemento Portland.

C. Variación de la temperatura

El calor colisiona sobre las estructuras de concreto en las magnitudes en la origina secreciones de fuego, es decir se presenta una diferencia de calor entre dos cuerpos diferentes que se encuentran en el mismo ambiente. En el área expuesta de un concreto, comienza a producirse gradientes de calor, humedecimiento y empuje que ocurren principalmente por una variación rápida de la temperatura que como sucede en el caso de un incendio en su etapa inicial puede ascender rápidamente y el calor se propaga rápidamente por los orificios sobre

la masa de un concreto. Fuerzas cálidas, rigidez y cortes logran desarrollarse en un concreto caliente. El desconchamiento por estallido de un concreto puede acontecer (Castillo, 2006). Ciertamente la variación de la temperatura produce diversos efectos en el concreto, que se indican a continuación (véase fig. 1.5)

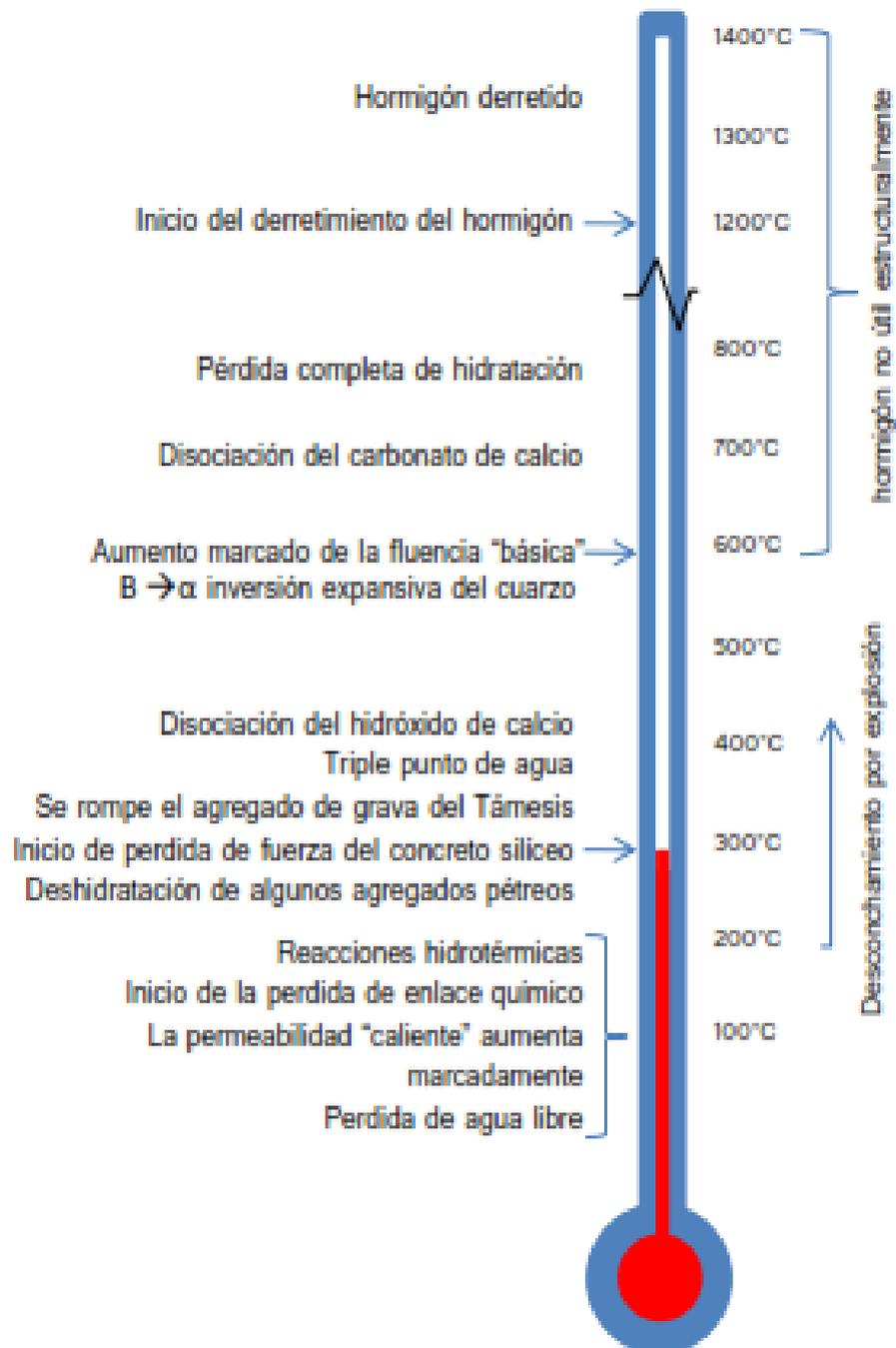


Figura 1.7. Efectos de diferentes temperaturas en el concreto según Castillo (2006)

D. Temperatura máxima

Como cuando se detalló la variación de la temperatura, se puede observar que el efecto de la temperatura cuando esta alcanza los más de 1300 °C el efecto en el concreto es que este inicie a derretirse, lógicamente hay otro factor que influye en dicha reacción del concreto, y este es el factor tiempo de exposición que tenga el concreto ante el efecto de dicha temperatura (Castillo, 2006).

Luego de haber explicado estos factores de los que depende los posibles daños que vaya a sufrir el concreto ante un evento de incendio, a continuación, se especifica que, para los fines de esta investigación, la temperatura a la que se someterán los testigos de concreto será de 1000 °C, temperatura a la que los testigos fueron sometidos por un tiempo de 1 hora, y además en este periodo de tiempo la temperatura fue constante. Por ello si se tiene en cuenta los criterios antes mencionados, esta temperatura está muy próxima a los 1200 °C, y según estos criterios, cuando el concreto alcanza estas temperaturas, este ya inicia a derretirse, lo que ya implicaría fallas estructurales.

1.2.2.7 Experimentos Para Determinar las Propiedades Mecánicas Y Físicas

A. Ensayo sobre probetas cilíndricas u ensayo de compresión

Se dice del ensayo sobre probetas cilíndricas u ensayo de compresión que consta en adaptar un lastre de aplastamiento axial a los concretos llenados en moldes cilíndricos o cubicas o extracciones firmes a una rapidez organizada sobre un rango devengado durante sucede el defecto o falla. Las fuerzas comprimidas de las probetas son determinadas por fragmentación

de la carga última adecuada durante el experimento, entre el lugar de la sección recta de la probeta. El parámetro que se alcanza es un elemento principalmente mecánica y es repetidamente utilizado en el bosquejo de estructuras, se determina en (kg/cm^2) o en mega pascales (MPa). (Valencia y Ibarra, 2013)

Cabe acotar, que este tipo de ensayo será uno de los que se realizará en el presente trabajo de investigación con el propósito de poder hacer cumplimiento sobre los propósitos proyectadas, en los que se requiere experimentar las propiedades sobre el concreto, después de haber sido sometido al efecto del fuego.

B. Ensayo de tracción indirecta

Según sostiene Morales (2006), para estudiar las fuerzas a la tensión de un concreto se usa el ensayo de tracción indirecta o también llamada como la prueba brasilera, que en esencia consiste en someter una probeta de concreto a compresión lineal diametral (véase figura 1.7)

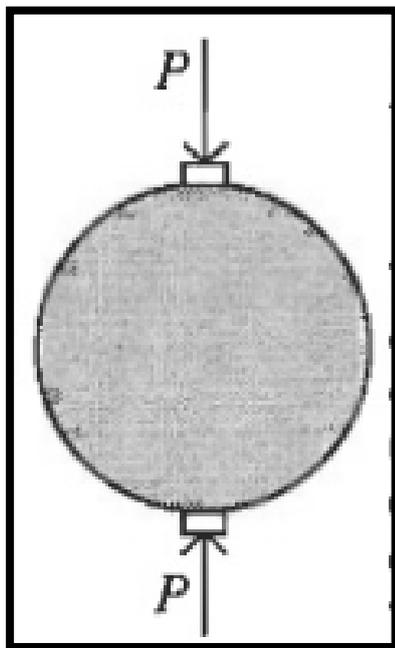


Figura 1.8. Esquema de las pruebas de resistencia a la tracción, tracción inversa o prueba brasilera según Morales (2006)

Sin embargo, según Pérez, Barbera, Galván, Curras, Balash y Moscardo (1985) para calcular los esfuerzos a la tracción de un concreto, se dice disponer sobre las relaciones fiables sobre las fuerzas a tracción y la determinación sobre las fuerzas a compresión lo contrario se puede determinar directamente mediante ensayos

C. Pulso ultrasónico

Se explica a continuación, este modo de estudio consiste en decretarla rapidez del pulso electrónico a dividir de las procreaciones de pulsos sobre ondas de rigidez longitudinales propalados por un transductor auditivo que sé que se establece en contacto del superficie de un concreto bajo ensayo. Luego de peregrinar la muestra de un concreto, los pulsos son obtenidos y transformados en energía eléctrica por un posterior transductor establecido a un alejamiento o distancia de la transferencia del transductor primero; la etapa de transito se calcula electromecánicamente y la rapidez del pulso ultrasónico se determina partiendo el alejamiento de los transductores sobre la etapa del tránsito. La velocidad del pulso ultrasónico está sindicado a los elementos de un concreto y su densidad; por lo consiguiente, accede pronosticar la circunstancia de naturaleza del igual en estado adherido, que se manifiesta, (metros sobre segundos)”. (Aguirre, 2014).

D. Ensayo Para Determinar la Resistencia a la Flexión.

Esta NTP 339.078, (2012) establece el modo que se usa para analizar las fuerza a la flexión de muestras específicos y curados según lo establece esta, (NTP 339.033 o NTP 339.183). Continúa estableciendo que las respuestas se determinan y se presenta como patrón de rotura

del concreto y dicha resistencia cambiara por ejemplo los especímenes tienen diferente tamaño, de acuerdo a su preparación, a sus condiciones de humedad o a si el espécimen ha sido moldeado o cortado según el tamaño requerido. Para el presente trabajo de investigación no se requiere realizar este tipo de ensayo para lograr los objetivos planteados, sin embargo, a continuación, se muestra el esquema de dicho ensayo (véase fig. 1.9)

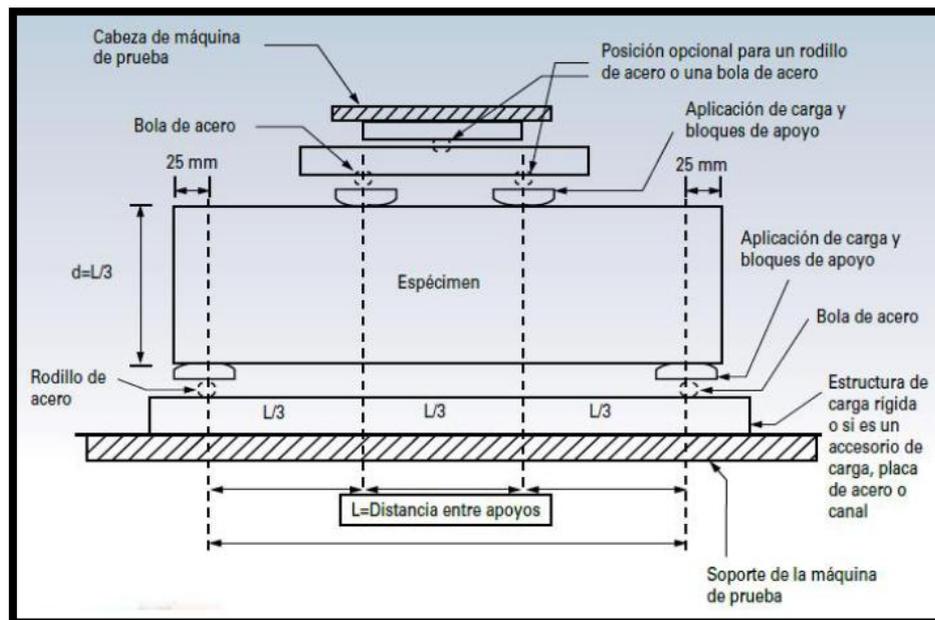


Figura 1.9. Esquema del ensayo para determinar la resistencia a la flexión en el concreto según Norma ASTM C78

1.3 Formulación del Problema

Sobre el fundamento presentado se determinó los sucesivos problemáticas de indagación:

1.3.1 Problema General

¿Cómo afecta la exposición al fuego, el comportamiento mecánico de un concreto de $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$?

1.3.2 Problemas Especificos

PE1: ¿Cuál es el efecto del fuego sobre la resistencia mecánica a la compresión en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

PE2: ¿Cuál es el efecto del fuego sobre la resistencia mecánica a la tracción del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

PE3: ¿Cuál es el efecto de fuego sobre el módulo de elasticidad en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

1.4 Justificación del Estudio

Actualmente a nivel de todo el mundo se han realizado y se vienen realizando estudios enfocados principalmente a analizar el comportamiento del concreto expuesto a altas temperaturas, ejemplo de estos estudios son los realizados en Alemania, en el que se investigó forjados de hormigón armado de un espesor de 12 cm [...] (Zioleck, 2012), el mismo Zioleck (2012) continua diciendo que los polacos también realizaron estudios de este tipo sobre paneles aligerados de hormigón con acero especial trenzado en forma de cables. Cabe aclarar que en el actual estudio se investigara muestras de probetas de concreto hechas mediante probetas y sin ningún tipo de acero en su conformación. Otro de los países que registra estudios en cuanto a este tema es España (Chauca y Cruz, 2014), esto debido a que allá, bajo la denominación de patologías del concreto, se viene estudiando los efectos dañinos internos y externos que podría producir un incendio en el concreto.

Sin embargo, para realizar el presente trabajo de investigación se ha buscado información en el ámbito sudamericano y se ha podido constatar que este tipo de información es muy limitado a nivel de Sudamérica y se cree que una de las razones fundamentales es

que es muy difícil simular un incendio real y a la vez controlado que ayude a la manipulación de las variables con el fin de ser analizados de manera correcta; esto mismo sucede en el ámbito nacional peruano, sin embargo se han presentado algunos trabajos en los que se detalla el comportamiento mecánico del concreto sometido a altas temperaturas bajo la manipulación de determinadas peculiaridades de un concreto parecidos, como por ejemplo sobre relación de a/c, el tamaño de los especímenes de muestra, los diferenciales del tiempo y temperatura a la que se sometió las muestras, entre algunas otras cosas.

Es por ello que se ha decidido realizar la presente investigación y para ello primero se ha determinado cuales son las características del concreto que no han sido manipulados por otros investigadores para estudiar el comportamiento mecánico del concreto sometido a altas temperaturas en el ámbito nacional. Todo esto se está realizando con la finalidad de contribuir a la cantidad de información que existe en el territorio peruano en relación al comportamiento mecánico del concreto tras haber sido expuesto al fuego, algo que también ha motivado la elaboración del actual proyecto de estudio es la ocurrencia elevada sobre eventos de incendio en los años posteriores de la ciudad (Lima), como por ejemplo los ocurridos en Meza Redonda, Discoteca Utopía, Galería Nicolini, etc. (El Comercio, 2017). Dichos fenómenos han dejado a manera de la consecuencia la pérdida de las vidas de las personas y también estructuras bastante deterioradas después de que los incendios hayan sido controlados, sin embargo, el deterioro de las estructuras se ha determinado por simple inspección y de manera cualitativa debido a que todavía en el país no existe información cuantitativa que ayude a cuantificar los daños internos y externos que haya sufrido el concreto después de haber sido sometido al fuego por un evento de incendio.

1.4.1 Justificación Teórica

El efecto sobre fuego en una molécula de concreto es un problema complejo y se debe a que este es un material compuesto y los distintos componentes no reaccionan de la misma forma ante las temperaturas elevadas (Charreau y Luna, 2005). Sin embargo, hay que rescatar el hecho de que, el hecho de que el hormigón es incombustible y tiene una baja velocidad de transmisión del calor por lo que en la mayoría de estructuras el concreto puede utilizarse sin ninguna protección adicional frente a los incendios (Plataforma Tecnológica del Hormigón, 2008).

El actual indagación se realizó con el propósito de aportar conocimientos sobre lo que respecta al comportamiento mecánico del concreto después de haber sido expuesto al efecto del fuego, dicha investigación se realizara sometiendo probetas de concreto al fuego, luego estas serán sometidas a los ensayos correspondientes para comprobar sus componentes mecánicas, así se constatará los resultados que se obtenga de dichos ensayos y se verificara como afecta el fuego las propiedades mecánicas del concreto.

Lo anterior se hace basados en que según Méndez (1995), la justificación teórica de un estudio de investigación tiene el propósito de generar consideración y confrontamiento académico del saber existente, además esta puede comparar un estudio, constatar respuestas o determinar teorías del saber real.

1.4.2 Justificación Práctica

Esta indagación le ponemos en conocimiento porque tenemos la necesidad de conocer el efecto del fuego en el concreto, para lo cual se requiere especialistas para determinar la resistencia del fuego con equipos de última generación para diseñar con normas que sustenta

con respecto al concreto expuesto al fuego y eso nos ayudaría para aumentar la resistencia de la estructura.

1.4.3 Justificación económica

Al resolver los estudios de investigación de los concreto con fuerzas de (210 kg/cm²) sin refuerzo sobre las probetas muestras, deben tener en cuenta las probetas dañadas para poder crear los aumentos de los recubrimientos sobre los refuerzos y aplicar los aditivos según norma que se puedan añadir al concreto para su resistencia al fuego; para que no sigan dañándose, para que al final después de lo ocurrido para no estar pensando en el cambio de la estructura después del incendio, porque al hacer el cambio de la estructura se genera mucho mayor en el tea del costo; lo que significa el presente estudio experimental tiene por objetivo interesante, presentar métodos de reforzamiento con amentos en el recubrimientos y aplicando aditivos.

1.4.4 Justificación metodológica

Para concluir el estudio de las resistencias de las probetas patrón y probetas quemadas es necesario realizar en un laboratorio con certificaciones de calibraciones para la seguridad para a conocer con exactitud los resultados y también se harán investigaciones importantes sobre los textos estudiados sobre el tema que esto nos servirá que los futuros investigadores e ingenieros deberán tener en cuenta las normas y los resultados para diseñar con seguridad y confiando también en ,los equipos de última generación para el mejoría de la comunidad.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

El comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se ve dañado al ser expuesto al fuego.

1.5.2 Hipótesis específicas

HE1: La resistencia mecánica a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se ve afectada por el efecto del fuego.

HE2: La resistencia mecánica a la tracción del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se ve afectada por el efecto del fuego.

HE3: El módulo de elasticidad del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es menor luego del efecto del fuego.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Determinar el efecto del fuego en el comportamiento mecánico de un concreto convencional de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ después de ser sometido al fuego.

1.6.2 Objetivos Específicos

OE1: Analizar cuantitativamente el efecto del fuego, en la resistencia mecánica a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

OE2: Determinar cuantitativamente el efecto del fuego, en la resistencia mecánica a la tracción del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

OE3: Analizar cuantitativamente la variación del módulo elástico en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

II. METODO

2.1 Diseño de la Investigación

En el actual estudio se puede decir que es manipulable donde estudiara el comportamiento del concreto $f'c= 210$ expuesto al fuego con la finalidad de ver su comportamiento mecánico. En otras palabras, el fuego será la variable independiente para realizar el vigente estudio de indagación, donde determina el comportamiento mecánico del concreto será la variable dependiente. Bajo este precepto, el fuego será manipulado de manera intencionada por los investigadores y a continuación se evaluará cual es el efecto que tiene en el comportamiento mecánico del concreto, sin embargo, a continuación, se avala lo anteriormente dicho.

Bernal, (2010) definió el diseño de indagación que está situada en el modo de estudio donde se realizara y por su proposición que se va a comprobar mientras el proceso del estudio. Por ello, se especifica el diseño en el tiempo que se determina un estudio experimental, que consiste en determinar las modificaciones de las variables para lo que se tiene en cuenta que, la variable independiente origina una alteración predecible sobre la siguiente variable (dependiente). Por eso también sostiene que un estudio experimental se realiza a través de un conjunto de procedimientos cuyo uso se hace para poder manipular una o más variables independientes con el propósito de llegar a los objetivos especificados con relación de variable dependiente se puedan calcular y medir. (P. 56)

Además, según (Hernández, Fernández y Baptista, 2006) “en su indagación sobre el experimento [...] las muestras son manipuladas intencionalmente, variables independientes (Supuestas antecedentes-causas), para examinar las causas sobre la manipulación serán de dos o más variables, dependientes (Supuestos consecuentes- efectos, [...])”. (P. 99)

2.2 Variables y operacionalización de variables

2.2.1 Variables

Fernández (2014) refiere, una variable es un elemento que puede cambiar y cuya alteración es capaz de evaluarse u contemplarse. Para la presente indagación las variables son las siguientes que se mencionarán a continuación:

A. V. Independiente:

V1: Exposición al fuego

Este fenómeno se presenta como ya lo analizare en la transmisión del mismo, como el producto de la incineración que es posiblemente el mayor causante de la transmisión de las llamas. La exhibición al fuego de una incineración daña a las estructuras en relación directa a la distancia de la exhibición y las escalas de las llamas. (Trujillo, 2012, p.189). El variable independiente es todo, situación, aspecto, rasgo, etc. Se denomina en como “el principio” entre las consecuencia de los variables.

B. V. Dependiente:

V2: Comportamiento mecánico de un concreto, ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

Se propone sobre estructuras se diseñan con referencias a estados límites. Los estados límites más importantes son: Resistencia bajo carga máxima, deflexión y ancho de grietas bajo cargas de servicios. (Morales, 2006, p.1)

2.2.2 Operacionalización de variables

Se indica la forma en cómo se va a determinar las variables y así mismo en cómo se va a definir las dimensiones e indicadores del diseño, así por consiguiente se detallan los problemas, objetivo e hipótesis, en donde se demostrará en el siguiente cuadro.

2.2.3 Matriz de Operacionalización de las Variables de la Investigación

Tabla 1.2

Matriz de Operacionalización de las Variables de la Investigación

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
V 1: variable independiente			Exposición al fuego	Tiempo de exposición al fuego	Mufla u horno	Intervalos
Exposición al fuego	El fuego, a altas temperaturas es capaz de provocar en el concreto importantes transformaciones físicas y químicas que dependen de la temperatura obtenida, del periodo de exhibición y sobre tipo de enfriamiento que atraviesan los elementos de concreto al ser expuestos al fuego (Pavez, 2011)	El fuego, a altas temperaturas es capaz de provocar en el concreto importantes transformaciones físicas y químicas que dependen de la temperatura obtenida, del periodo de exhibición y sobre tipo de enfriamiento que atraviesan los elementos de concreto al ser expuestos al fuego (Pavez, 2011)	Variación de la temperatura	Temperatura inicial	Mufla u horno	Intervalos
				Temperatura Media	Mufla u horno	Intervalos
				Temperatura máxima	Mufla u horno	Intervalos

	El comportamiento mecánico del concreto	El comportamiento				
Variable2: variable dependiente	es la forma en la que este se desempeñara durante su vida útil, pudiendo este disminuir debido a factores externos y deterioros en sus materiales constituyentes (Souza y Ripper, 1998)	mecánico del concreto no puede probarse en condición plástica por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en		Compresión	Prensa hidráulica Fichas de evaluación	Intervalos
El comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	El comportamiento mecánico del concreto no puede probarse en condición plástica por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales se someten a pruebas de compresión, se hace esto durante el mezclado las cuales se basados en que si se someten a pruebas de compresión, se mejora esta propiedad hace esto basados en que si se mejora mecánica del concreto, entonces las otras propiedades como la resistencia mecánica a la tracción y módulo de elasticidad también mejoraran (Abanto, 2009, p.)	tomar muestras durante el mezclado las cuales se someten a pruebas de compresión, se hace esto basados en que si se mejora esta propiedad mecánica del concreto, entonces las otras propiedades como la resistencia mecánica a la tracción y módulo de elasticidad también mejoraran (Abanto 2009, p.)	Propiedades mecánicas	Tracción por compresión diametral Módulo de elasticidad	Prensa hidráulica Fichas de evaluación Prensa hidráulica Curva esfuerzo deformación	Intervalos Intervalos

2.2.4 Población y Muestra

2.2.5 Población

Los residentes conformante sobre actual indagación está constituida de todas las probetas hechas de concreto, los de patrón y los que serán sometidas al efecto del fuego y que luego serán sometidas a los ensayos correspondientes para calcular su comportamiento mecánico. Bernal (2010) afirma en su libro: “la comunidad es el total de los individuos o elementos existentes que son de similares cualidades y sobre ellos se quiere determinar una inferencia” (P. 160). Para esta investigación se está considerando tres tipos de ensayos que se determinara en tres edades al respecto del concreto y cada ensayo será en diferentes horas de quemado, mire las tablas a continuación.

Tabla 1.3

Cantidad de probetas para ensayos a los 7 días

Ensayo de resistencias			
Probeta	Ensayo a	Ensayo a	Módulo
Patrón	Tracción	Compresión	Elástico
(7 días)	0.00	3.00	0.00

Tabla 1.4.

Cantidad de probetas para ensayos a los 14 días

Ensayo de resistencias			
Probeta Patrón	Ensayo a	Ensayo a	Módulo
	Tracción	Compresión	Elástico
(14 días)	0.00	3.00	0.00

Tabla 1.5.

Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días

Ensayo de resistencias			
Probeta Patrón	Ensayo a	Ensayo a	Módulo
	Tracción	Compresión	Elástico
(28 días)	3.00	3.00	2.00

Tabla 1.6.

Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días a 1000 °C

Ensayo de resistencias			
Quemado	Ensayo a	Ensayo a	Módulo
(temperatura)	Tracción	Compresión	Elástico
(1000 °C)	3.00	3.00	2.00

2.2.6 Muestra

La muestra conformante de la presente investigación consiste en 22 probetas de concreto, las cuales están conformados por 22 probetas de tipo cilíndrico y Luego de la aplicación de los ensayos correspondientes se evaluará las resistencias.

Bernal (2010) afirma: “la muestra es una porción de la comunidad (población), de ello se obtendrá las investigaciones o resultados para el estudio que se tendrá que medir los objetos para el estudio de la investigación” (P. 161).

Tabla 1.7.

Cantidad de probetas para ensayos a los 7 días

Ensayo de resistencias			
Probeta patrón	Ensayo a	Ensayo a	Módulo de
	Tracción	Compresión	Elasticidad
(7 días)	0.00	3.00	0.00

Tabla 1.8.

Cantidad de probetas para ensayos a los 14 días

Ensayo de resistencias			
Probeta patrón	Ensayo a	Ensayo a	Módulo de
	Tracción	Compresión	Elasticidad
(14 días)	0.00	3.00	0.00

Tabla 1.9.

Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días

Ensayo de resistencias			
Probeta patrón	Ensayo a Tracción	Ensayo a Compresión	Módulo de Elasticidad
(28 días)	3.00	3.00	2.00

Tabla 1 .10.

Cantidad de probetas para ensayos a los 28 días

Ensayo de resistencias			
Quemado (temperatura)	Ensayo a Tracción	Ensayo a Compresión	Módulo de Elasticidad
(1000 °c)	3.00	3.00	2.00

2.2.7 Pasos para determinar las muestras

Bernal (2010) afirma: “los pasos para determinar las muestras se eligieron aleatoriamente, para poder manipular en el caso que sea experimental” (P. 162). A continuación, mencionaremos los pasos:

- Determinar la población.

- Reconocer el cuadro muestral.
- Definir la dimensión sobre muestra.
- Seleccionar una técnica sobre muestreo.
- Elegir el modelo.

A. Ensayos del comportamiento mecánico del concreto

- Fuerzas a la compresión del concreto
- Fuerzas a la tracción del concreto
- Módulo elástico

B. Fallas físicas del concreto

- Medición de fisuras y/o agrietamiento en el concreto
- En tanto que para determinar las fuerzas mecánicas del hormigón y la falla física mencionada, se realizaran ensayos que a continuación se mencionan:
- Ensayo sobre probetas cilíndricas o ensayo para calcular las fuerzas mecánicas a la compresión del adherido, antes de ser sometido al fuego y después de ser sometido al fuego.
- Experimento para determinar las fuerzas a la tracción del concreto, antes de ser sometido al fuego y después de ser sometido al fuego.
- Experimento para analizar el módulo elástico de las probetas, antes de ser sometido al fuego y después de ser sometido al fuego.
- Medición de fisuras o grietas después de ser quemado las probetas.

2.2.7.1 Técnicas de muestreo

Las técnicas para el procedimiento del estudio de indagación se cogieron los siguientes casos:

A. Observación directa

Se determinará en varios ensayos o diseños en el laboratorio para ver las fuerzas a la compresión, tracción y el módulo de elástico, su exposición al fuego a diferentes temperaturas como también se determinará, los ensayos de las probetas patrón, para la comprobación de la resistencia mecánica del concreto. Bernal (2010) afirma: la observación directa es un método que consta en estudiar cuidadosamente el fenómeno para estudiar la información y apuntar para sus siguientes análisis que serán evaluados y estudiados por las personas que observaron el objeto.

B. Libros y/o textos

Las fuentes utilizadas demuestran en indagaciones como investigaciones de nivel internacional y nacional con normas, tesis, revistas, libros y artículos que sustentan a los concretos sometidos al fuego o altas temperaturas para realizar una buena investigación. Para (Hernández, Fernández y baptista, 2007, P. 160). Explica sobre nuestro no pro balístico que es un propósito de proyecto de indagación que no requiere tanto la representación de componentes de una comunidad, si es aplicada y examinada selección de individuos con verdaderas cualidades establecidas. Sobre este estudio se determina la prueba directa deliberada, porque se escoge una comunidad y un muestrario aleatoriamente, considerando todos los propósitos del estudio de la indagación.

2.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad

2.3.1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

A. Técnica

Gómez (2009) refiere a la técnica que se va a determinar en el proceso del estudio de la indagación se designa experimental y observancia directa de lo constituido

- **Observación en el momento:** se determina la técnica de estar en el momento del experimento o en la exterminación de los agregados de la cantera donde se realizara de forma clara y concisa algo que es a favor del estudiante investigador. Gómez (2009) refiere que una observación puede usarse de modo cuantitativo anotando las frecuencias con que aparecen viables conductas o contenidos, que lo determina solo por conteo.

B. Instrumento de Recolección de Datos

El reciente estudio de indagación tendrá como herramientas de recaudación de antecedentes, fichas de determinación sobre comportamiento mecánico del concreto, además de los instrumentos propios que se usaran para medir cada indicador y que aparecen mencionados en la matriz de operacionalización de variables. Hidalgo (2008) afirma: “que las herramientas de acumulación de datos son aquellos objetos o elementos que son usados para la adquisición de informaciones” (P. 36). Es decir, se usarán protocolos, de los formatos normalizados, lo cual nos permitirá recoger resultados positivos y confiables de las siguientes pruebas:

B.1. Ensayos de caracterización de materiales

- Análisis granulométrico (norma ASTM C33)

- Malla 200 ASTM C117 / 400.018
- Granulometría (ASTM 136 / NTP 400.012).
- Contenido de humedad (ASTM C-566 / NTP 400.012).
- Diseño sobre mezclas (comité de diseño 211 ACI)
- Concrelisto (NTP 400.037)

B.2. Ensayos de Concreto Fresco.

- Slump (ASTM C143).
- Volumen de aire (ASTM C231).
- Hipertermia (ASTM C1064).
- Carga unitario (ASTM C138).

B.3. Ensayos de concreto endurecido.

- Experimento de resistencia a tracción, (ASTM C496).
- Análisis de fuerza a la flexión, (ASTM C293).
- Estudio de volumen de Humedad, (ASTM C566).
- Análisis de fuerza a la compresión, (ASTM C39).
- Estudio sobre módulo de elasticidad, (469).

2.4 Validez y Confiabilidad.

Todo diseño o herramienta de acumulación de antecedentes debe contener requisitos esenciales: Validez y Confiabilidad.

A. Validez

La autenticidad, en palabras habituales, se dice al grado en que un herramienta es efectivamente valido para pretender medir la variable (Gómez, 2009, P.119). Los instrumentos a utilizarse como las fichas será, (validada por juicio de expertos), como la hoja de cálculo Microsoft Excel que son muy usados por los expertos.

B. Confiabilidad.

Es una herramienta de evaluación se dice al rango en que su uso reiterado al semejante sujeto u elemento determina respuestas idénticas. Los resultados conseguidos serán a través del laboratorio y las hojas de cálculo serán analizados con programas (Gómez, 2009, P.118). Determino a la confiabilidad como la capacidad de igual instrumento para realizar respuestas coherentes en donde se determina posteriormente, en limitaciones muy idénticas como puede ser posible. Por consiguiente, la herramienta impulsa mediciones coherentes, por ejemplo, si se evalúa fenómenos o eventos repetidamente con el aparato o instrumento, se obtendrán los resultados iguales u otros muy semejantes, entonces si el resultado es concreto, se determina que el instrumento es confiable (McDaniel y Gates, 1992. P. 80). Por lo tanto, los resultados de los ensayos para la investigación serán confiables, debido a que los instrumentos que se utilizaran en el laboratorio tienen el certificado de los instrumentos ya calibrados con la fecha actualizada.

2.5 Análisis de datos

Se determina a este estudio que será del método cuantitativo, en donde se podrá utilizar graficas, porcentajes, tablas y gráficos. Que podrá determinar o explicar de una manera imparcial u objetiva las respuestas.

2.6 Aspectos éticos

Este estudio se ensayará la ética sobre lo profesional donde se determina en la escuela de la universidad; considerando la credibilidad y veracidad de respuestas analizadas, se respetará por la posesión intelectual, por las convicciones sociales, religiosas y políticas. La seguridad de la identificación de los humanos que participen en este estudio de indagación

III. RESULTADOS.

3.1 Respuesta de resistencia a la compresión para el concreto patrón.

Las respuestas alcanzadas en los ensayos de las fuerzas comprimidas para el concreto patrón realizados a los edades de 7; 14 y 28 días, son los que se muestran en la tabla 1.11, en ella se observa el incremento de la $f'c$ del concreto patrón hasta alcanzar y superar a los 28 días la $f'c$ de 210 kg/cm². Además de la tabla, se puede calcular los promedios que el concreto ha alcanzado en cuanto a su $f'c$ a los 7,14 y a los 28 días; siendo estos valores los que se encuentra en el tablero 1.12 y después figura 1.10

Tabla 1.11

Resistencia a la compresión por probeta a las edades de 7,14 y 28 días

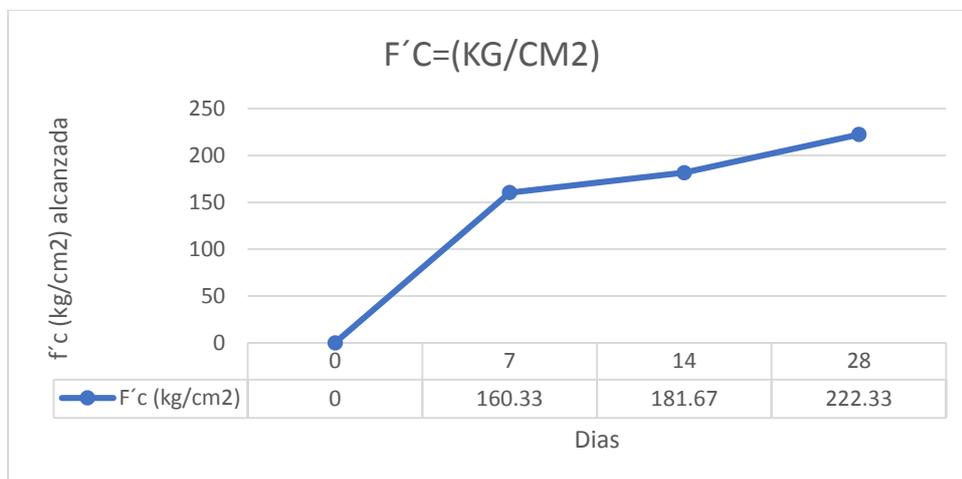
Identificación	Edad (días)	$f'c$ (kg/cm ²)	% $f'c$
PROBETA 210 – EST N°1	7	164	78.1
PROBETA 210 – EST N°2	7	159	75.8
PROBETA 210 – EST N°3	7	158	75.4
PROBETA 210 – EST N°4	14	181	86.2
PROBETA 210 – EST N°5	14	178	84.7
PROBETA 210 – EST N°6	14	186	86.4
PROBETA 210 – EST N°7	28	224	106.5
PROBETA 210 – EST N°8	28	219	104.4

PROBETA 210 – EST N°9 28 224 106.6

Tabla 1.12.

Promedio de fuerzas a la compresión entre las edades 7; 14 y 28 (DIAS)

Edad,(DIAS)	Promedios
	f'c (kg/cm²)
7	160.33
14	181.67
28	222.33



Figural.10. Curva de resistencia a la compresión del concreto (fuente propia)

3.2 Resultados de fuerza a la tracción por compresión diametral para el concreto patrón

Los resultados obtenidos sobre los estudios a la tracción por compresión diametral (prueba brasilera) realizados sobre el concreto patrono son los que se muestran en la tabla 1.13, luego el promedio de estas respuestas se observa en la tabla 1.14 y luego en la fig. 1.11

Tabla 1.13.

Resistencia a la tracción por probeta a 28 (DIAS)

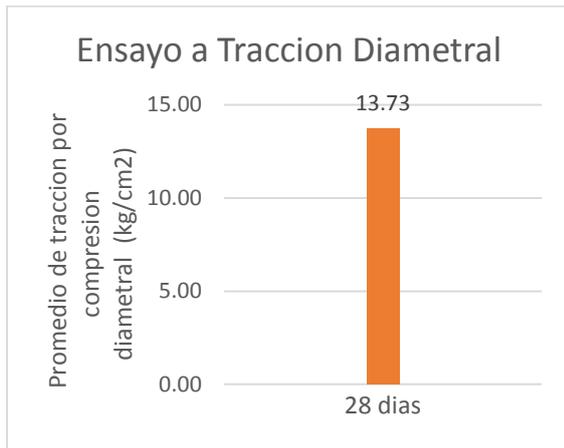
Reconocimiento	Edad (DIAS)	Tracción por compresión diametral (KG/CM2)
PROBETA N°13	28	13.8
PROBETA N°14	28	13.8
PROBETA N°15	28	13.6

Tabla 8.14.

Promedio de resistencia a la tracción a los, (28 DIAS)

Edad (días)	Promedio de tracción por compresión
-------------	--

diametral (kg/cm ²)	
28	13.73



Figural.11. Promedio de resistencia a la tracción a los 28 días (fuente Personal)

3.3 Resultados del módulo elástico de un concreto patrón

Los resultados del módulo de elasticidad del concreto patrón obtenidos a los 28 días aplicando la Norma ASTM C469 están determinadas en el tablero 1.15.

Tabla 1.15.

Módulo elástico del concreto a las edades de, (28 días).

Módulo Elástico de un (Ec)

Concreto patrón	
Módulo Ec kg/cm ²	194.031
Cte. Elás. f'c Ult.	13.077
Cte. Elás. f'c	13.389
Nomin.	

3.4 Resultados de resistencia a la compresión para el concreto quemado

Las respuestas que se obtuvieron luego de ser sometido las probetas de concreto a una temperatura de 1000 °C durante un tiempo de 2 horas y de haber dejado enfriar por un periodo de tiempo de 8 horas son los que se muestran en la tabla 1.16. Además, el promedio de estos analisis se muestra en la tabla (1.17) y luego en la figura (1.12.)

Tabla 1.16.

Resistencia a la compresión por probeta a los 28 días, para concreto luego del efecto de 1000°C

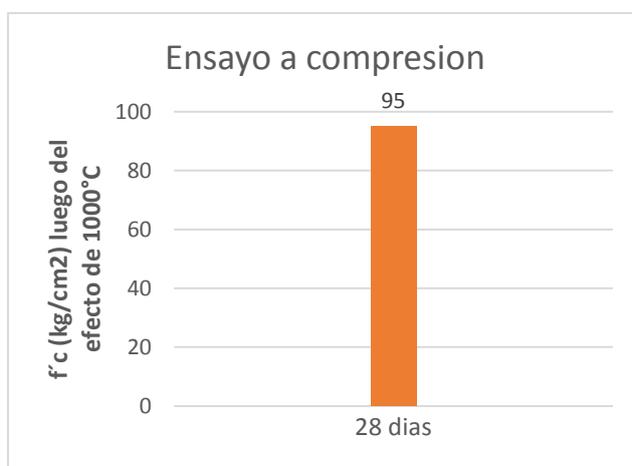
IDENTIFICACION	EDAD	f'c
	(días)	(kg/cm²)
PROBETA 210 – EST	28	97
N°10 EXPUESTO A		
1000°C		

PROBETA 210 – EST	28	93
N°11 EXPUESTO A 1000		
°C		
PROBETA 210 – EST	28	95
N°12 EXPUESTO A 1000		
°C		

Tabla 1.17.

Promedio de resistencia a la compresión a los 28 días para concreto luego del efecto de 1000°C

Edad (DIAS)	f'c (kg/cm2) luego del efecto de 1000°C
28	95



Figural.12. Promedio de resistencia a la compresión a los 28 días para concreto luego del efecto de 1000°C (fuente propia)

Luego, comparando estos resultados con las muestras logradas para la probeta patrón, se puede determinar la variación en la $f'c$ que ocurre luego de que este se haya sometido a una temperatura de 1000°C tal y como se dijo anteriormente. Estos resultados se explican en seguida, en la tabla (1.18) y luego en la figura (1.13.)

Tabla1.18.

Contrastarlas fuerzas a la compresión para muestra patrón y muestra luego del efecto de 1000°C

Descripción	Días	Resultados promedio $f'c$ (kg/cm²)	Variación numérica $\Delta f'c$	Variación porcentual (% $f'c$)
Resistencia a compresión en concreto patrón	28	222.33	127.33	57.27
Fuerza de compresión en concreto luego del efecto de 1000°C		95		

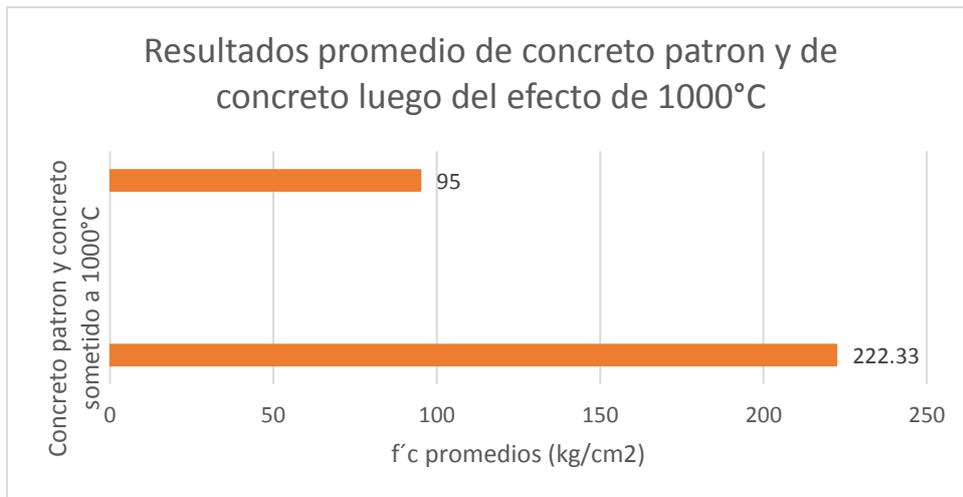


Figura 1.13. análisis de fuerzas a la compresión para probeta patrón y muestra luego del efecto de 1000°C (fuente propia)

3.5 Respuestas sobre fuerzas a la tracción por compresión diametral para la probeta quemada

Estas respuestas del experimento a tracción por compresión diametral o llamada también prueba brasilera son los que se muestran en la tabla 1.19, cabe aclarar que estos resultados son los que se obtuvieron luego de que las probetas de concreto fueron sometidas al efecto del calor a 1000°C. Así mismo, el promedio de estos análisis se muestra la tabla 1.20. Y luego en la figura 1.14

Tabla 1.19

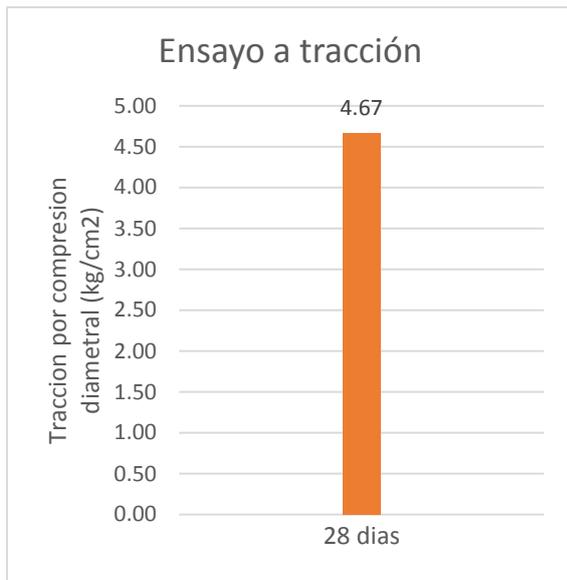
Resistencia a la tracción por probeta a los 28 días y luego del efecto de 1000°C

Identificación	Edad (días)	Tracción (KG/CM2)
PROBETA N°13 EXPUESTA A 1000 °C	28	4.5
PROBETA N°14 EXPUESTA A 1000 °C	28	4.2
PROBETA N°15 EXPUESTA A 1000 °C	28	5.3

Tabla 1.20.

Promedio de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días y luego del efecto de 1000°C

Edad (días)	Promedio de tracción (KG/CM2)
28	4.67



Figural.14. Promedio de resistencia a la tracción del concreto a los 28 días y luego del efecto de 1000°C (fuente propia)

Luego, comparando estos resultados con los que se obtuvo para el concreto patrón antes de ser sometido al efecto de los 1000 °C, se puede concluir los cambios de la resistencia a la tracción de un concreto, antes y después del efecto del fuego. Estas respuestas se detallan en la tabla 1.21, y luego en la figura 1.15

Tabla 1 .21.

Comparación de resistencia a la tracción a los 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto 1000°C

Descripción	Días	Resultados	Variación	Variación
-------------	------	------------	-----------	-----------

	promedio de tracción por compresión diametral (kg/cm²)	numérica de resistencia a la tracción	porcentual de resistencia a la tracción
Tracción por compresión diametral en probeta patrón	13.73	9.06	65.99
Tracción en muestra luego del efecto de 1000°C	4.67		

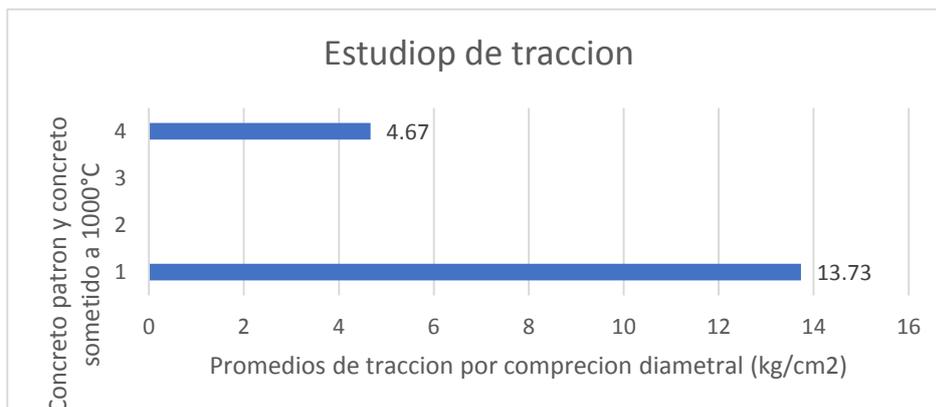


Figura 1.15. Comparación de resistencia a la tracción a las edades de 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto 1000°C (fuente propia)

3.6 Resultados del módulo elástico para un concreto quemado

Los resultados del módulo de elasticidad realizado a los 28 días y obtenidos en el concreto luego del efecto de los 1000°C son los que se muestran en la tabla 1.22, además, la diferencia que existe entre el módulo elástico de un concreto patrón y el del concreto luego de haber sido expuesto al fuego se puede observar en la tabla 1.23, así como también en la figura 1.16.

Tabla 1.22.

Módulo de elasticidad del concreto a los 28 días luego del efecto de 1000°C

Modulo Elastico (Ec) del concreto luego del efecto de 1000 °C	
Modulo Ec kg/cm2	4.33
Cte. Elás. f'c Ult.	4.35
Cte. Elás. f'c Nom	2.99

Tabla 1.23.

Comparación de módulos de elasticidad la edad de 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto de 1000°C

Descripción	Valor (kg/cm2)	Variación numérica ΔE_c	Variación porcentual (%Ec)
-------------	-------------------	---------------------------------------	----------------------------------

(kg/cm ²)		
Módulo de elasticidad (Ec) del	194.031	
concreto patrón	189.698	97.77
Módulo de elasticidad (Ec) del	4.333	
concreto luego del efecto de		
1000°C		

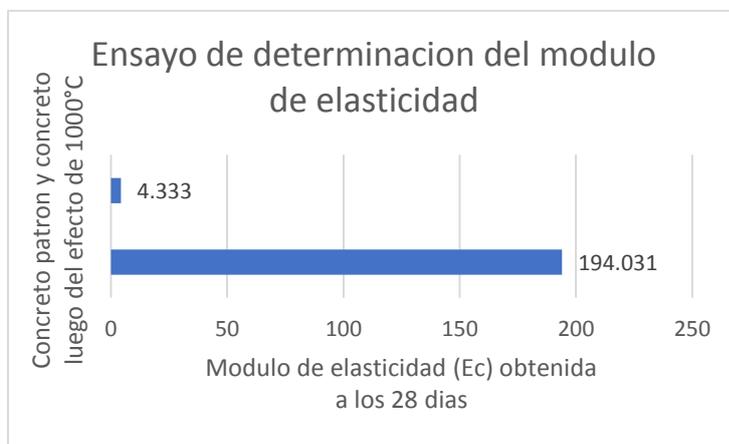


Figura 1.16. Comparación de módulos de elasticidad a la edad de 28 días entre concreto patrón y concreto luego del efecto de 1000°C (fuente propia)

IV. DISCUSSION

4.1 Generalidades

Las respuestas obtenidos sobre el estudio de la investigación son muy alentadores únicos y originales, ya que por primera vez se sometió concretos expuesto al fuego directo a una temperatura de 1000°C, la temperatura fue controlada por la digitalización de la mufla de las probetas en tiempo real. Es así que se ha logrado evaluar la pérdida de masa del concreto, las fuerzas a la compresión, las fuerzas a la tracción por compresión diametral, el módulo elástico de concreto, la influencia del tamaño de la muestra (probeta). El uso de la mufla u horno ha garantizado la determinación de la temperatura en el tiempo real. Como sabemos que todos los estudios de investigación tienen un costo económico y ambiental para eso el laboratorio Ingeocontrol cuenta con buen disciplinario.

4.2 Agregados.

Los adheridos finos proveniente de pedregal Jicamarca cumple la norma ASTM al presentar 7.4% de las cantidades fino siendo menor al 10% permisible y el adherido grueso procedente de la cantera Gambeta, cumple el uso granulométrico 5 de la norma ASTM y se determina con tener una contextura semiangular con terreno rugosa.

4.3 Propiedades del concreto en estado fresco

4.3.1 Contenido de aire

Una mezcla obtenida en relación de agua y cemento de 0.56 es el porcentaje de 1.5%, dicho resultado obtenido por el laboratorio de Ingeocontrol, según lo escrito en el ACI 211, que menciona que para agregados de TMN igual 1'', le corresponde una determinada cantidad de aire atrapada de 1.5%.

4.4 Propiedades del concreto en estado endurecido

4.4.1 Resistencia a la compresión

Se han realizados ensayos en probetas patrón cilíndricas de tamaño 6" x 12" y a la edad de 28 días y las probetas cilíndricas que fueron expuestas al fuego fueron a la edad de los 28 días. Los resultados se han evaluado para la relación a/c 0.56. Luego de analizar las tablas y figuras se han determinado lo siguiente:

La resistencia patrón máxima para el periodo de (28 días) fue en 224 KG/CM² al 100 por ciento y la mínima fuerza comprimida de la probeta expuesta al fuego fue de 93 kg/cm², la pérdida de las fuerzas sobre la probeta expuesta a 1000°C fue de 58.48% resistencia a la compresión.

4.4.2 Resistencia a la tracción por compresión diametral

Se han realizados ensayos en probetas patrón cilíndricas de tamaño 6" x 12" y a la edad de 28 días y las muestras cilíndricas que han sido sometido al fuego fueron a la edad de los 28 días. Los resultados se han evaluado para la relación a/c. 0. 56 luego de analizar las tablas y figuras se han determinado lo siguiente:

La resistencia patrón máxima para el periodo de (28 días) fue 13.8 KG/CM² al 100 por ciento y la mínima resistencia a la tracción por compresión diametral de la probeta expuesta al fuego fue de 4.5 kg/cm², la pérdida de la resistencia de la probeta expuesta a 1000°C fue de 67.39% resistencia a la compresión.

4.4.3 Modulo Elástico.

Se han realizados pruebas en probetas patrón cilíndricas de tamaño 6" x 12" y a la edad de 28 días y las probetas cilíndricas que fueron expuestas al fuego fueron a la edad de los 28 días. Los resultados se han evaluado para la relación a/c. 0. 56 luego de analizar las tablas y figuras se han determinado lo siguiente:

La resistencia patrón máxima para el tiempo en (28 días) fue 194.031 KG/CM² al 100 por ciento y las fuerzas mínimas del módulo de elasticidad de la probeta expuesta al fuego fue de 4.333 kg/cm², la perdida de la resistencia de la probeta expuesta a 1000°C fue de 97.77% resistencia al módulo de la elasticidad.

4.4.4 Temperaturas alcanzadas

Después de observar la buena aproximación de las curvas de temperatura de desarrollo se ha obtenido una curva de desarrollo de la temperatura promedio para todo el estudio, podemos decir que la temperatura alcanzada fue de 1000°C para los tres ensayos que son: ensayo a la compresión, tracción por compresión diametral y el módulo elástico.

V. CONCLUSIONES

- Las deficiencias presentadas es por el hecho de la incineración se debe especialmente al hecho contrario sobre la masa, la cual procura a reducir la resistencia oportunamente a la pérdida de agua, lo que se pudo comprobar en el incremento que tuvo las probetas cilíndricas de un concreto y el adherido el cual de alianza a su combinación mineralógica se propaga con el aumento de caloría, lo que ocasiona descascaramiento y fisuramiento, lo que hace un derrumbamiento detonante de un adherido. Aunque no se hace el estudio del acero en este informe viendo las consecuencias del descascaramiento, desprendimiento y fisuramiento exhibirían al acero de soporte al acto de las llamas.
- Para la muestra probeta cilíndrica que ha sido expuesto a una temperatura alta se vio que la fisuración ha sido severa, por lo tanto, en algunos casos desprendimientos de los componentes del concreto, este fue debido a las aberturas de las fisuras.
- Dados los resultados de los ensayos adquiridos en el centro de Ingeocontrol podemos precisar de que los adheridos de resistencia 210 kg/cm^2 sometido a elevadas calorías como se realizó a una escala de 1000°C donde se vio la pérdida de resistencia.
- Las variaciones de los diámetros que presenta el concreto de la probeta cilíndrica son de (1.005%) como mayor y de 1.0001% como mínimo se determinó al ser expuesto a 1000°C y con una edad de los 28 días desde su elaboración.

- De acuerdo a la gráfica comparativa se observó que la resistencia que tiene el concreto patrón comparando al concreto sometido al fuego disminuye un porcentaje elevado.
- Se permite determinar para el diseño de combinación de fuerza 210kg/cm^2 usado en el siguiente documento de estudio de indagación que tiene resistencia de 100% en concreto patrón y en la temperatura empleada ($1000\text{ }^\circ\text{C}$) su resistencia aminora severamente hasta un 22.6%, esto se determinó en análisis de fuerzas de un concreto comprimido.
- Durante al ser expuesto en la mufla los elementos de muestras (probetas cilíndricas) se vieron las alteraciones en sus dimensiones, cedido a lo que se propagan y adquieren por el efecto del calor inmenso.
- En el proceso de quemado también se analizaron sobre el líquido de la hidratación del adherido donde tiende a disminuirse requerido a la impregnación de la temperatura alta.
- Sobre la, masa es difícil paralizar el humedecimiento por la exhibición a la temperatura alta, pero los tipos de agregados por lo tanto tienen dominio interesante encima de la resistencia al calor de las llamas sobre las estructuras puede ser examinados o seleccionado siempre en cuando este normada.

VI. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que para la elección de agregados para un concreto se deben realizar cuidadosamente para que el concreto tenga buena resistencia y que cumpla con los estándares permitidos para los análisis granulométricos, esto influirá eminentemente para que la estructura tenga mayor resistencia y durabilidad.
- Todos los ensayos tienen que ser estrictamente supervisados y controlados, en aspectos como la humedad relativa y la temperatura de ambiente. Se recomienda realizar todos los ensayos en un laboratorio con certificación de calibración actualizada.
- Utilizar equipos de protección personal adecuados y herramientas en buen estado para la manipulación de las probetas a altas temperaturas.
- Investigar el comportamiento mecánico en concretos de altas resistencias y concretos con aditivos expuesto a fuego.
- El descascaramiento y agrietamiento oportuno a las llamas en el concreto tiene una segregación lo cual dañaría al refuerzo de la estructura y a consecuencia perdería la resistencia, por lo tanto, se recomienda tener en cuenta el espesor del recubrimiento.
- Se aconseja darles significación a las normas sobre las llamas en edificaciones, de que nos ayudara en evitar principalmente en pérdidas humanas y económicas.

- Se recomienda prevenir para almacenar todo tipo de elementos altamente inflamables para prevenir la vulnerabilidad en un incendio.

VII. REFERENCIAS

- Alvarado, G. (2016). Estudio del Comportamiento del Concreto Estructural Expuesto al Fuego (Tesis Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Anastasi, A. y Urbina, S. (1998). Tests psicológicos. México: Prentice Hall.
- Arias Galicia, F. (1991). Introducción a la metodología de la investigación en ciencias de la administración y del comportamiento. México: Trillas.
- Aspilcueta, M. (2005) Análisis comparativo de la Resistencia a la compresión del Concreto Estimada a Partir de la Utilización del Método de Madurez (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- ASTM C78, (2015). Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Carga en los Tercios del Claro), Comité C-09 Hormigón y Áridos para Hormigón: ASTM, West Conshohocken, United States,
- ASTM Internacional, ASTM C39. (2012). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. West Conshohocken, USA.
- ASTM International, ASTM E119-05^a. (2005). Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials. Standard, ASTM International. West Conshohocken, USA.
- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la investigación, administración, economía, humanidades y ciencias sociales. (3ra. Ed). Colombia: Worldcolor.
- Cánovas, M. (1988). Patología e Terapia do Concreto Armado. Ed. PINI. São Paulo. Cilíndricas. Lima, Perú.

Cruz, R. (2015) Physical and Mechanical Characterization of concrete Exposed to Elevated Temperatures by Using Ultrasonic Pulse Velocity. Rev. Fac. ing. universidad Antioquia. Colombia.

Cuerpo Central de Bomberos Voluntarios del Perú, (2018). Estadística de incendios en el Perú, consultado el miércoles 2 de mayo del 2018, de la base de datos, http://www.bomberosperu.gob.pe/portal/net_estadistica.aspx.

Delgado, C, (1996). Comportamiento de las Resistencias Mecánicas del Concreto Sometidas a Altas Temperaturas. Tesis para optar Título Profesional FIC-UNI. Lima, Perú.

Fracica, N., G. (1988). Modelo de simulación en muestreo. Bogotá: Universidad de la Sabana.

Gamarra, R. (2008). Efectos Del Perfil Del Agregado Grueso Sobre Las Propiedades Del Concreto De Baja Resistencia, Empleando Cemento Portland Tipo I

García P., R. (1994). Pequeño Larousse ilustrado. México: Ediciones Larousse

Huincho, M. (2015). Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Sometido a Altas Temperaturas por Incidencia del Fuego Directo (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Indecopi, N T P 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la

Jany E., J. N. (1994). Investigación integral de mercados. Bogotá: McGraw-Hill.

McDaniel, C. y Gates, R. (2005). Investigación de mercados contemporánea. México: Thomson Editores.

- Méndez, C. E. (1995). Metodología guía para elaborar diseños de investigación en ciencias económicas contables y administrativas. Bogotá: McGraw-Hill.
- Morales, R. (2006) Diseño en Concreto Armado. Perú: 3° Ed. Fondo Editorial ICG.
- Neville, A. (1997). Propiedades do Concreto. 2a Ed. PINI. São Paulo.
- Niño, J. (2010). Tecnología del Concreto Tomo I: Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas. (3ra. Ed.). Bogotá: Asocreto.
- Ortiz, A. (2015). Análisis y Descripción de la Producción de Concretos en Obra de Cinco Proyectos de Vivienda en Colombia (Tesis de pre grado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Ortiz, F. (2016). Metodología de la Investigación el Proceso y sus Técnicas. México: Limusa S.A.
- Rivva, E. (2000). Naturaleza y Materiales de Concreto. (1ra. Ed). Perú: Aciperú.
- Sánchez, D. (1996), Tecnología del Concreto y del Mortero. (3ra. Ed.). Bogotá: Bhandar Editores Ltda.
- Souza, A. & Moreno, A. (2010). The Effect of High Temperatures on Concrete Compression Strength, Tensile Strength and Deformation Modulus. Ibracon Structures and Materials Journal. Brasil.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Tabla

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES DE ESTUDIO
¿Cómo afecta la exposición al fuego, en el comportamiento mecánico de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	Determinar el comportamiento mecánico del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ después de ser sometido al fuego.	El comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se ve dañado al ser expuesto al fuego.	V. INDEPENDIENTE La exposición al fuego
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	INDICADORES
PE1: ¿Cuál es el efecto del fuego sobre la resistencia mecánica a la compresión en el concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	OE1: Determinar el efecto del fuego, en la resistencia mecánica a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	HE1: La resistencia mecánica a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se ve afectada por el efecto del fuego.	Tiempo de exposición al fuego Temperatura inicial Variación de la temperatura Temperatura máxima
PE2: ¿Cuál es el efecto del fuego sobre la resistencia mecánica a la tracción del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$?	OE2: Determinar el efecto del fuego, en la resistencia mecánica a la tracción del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	HE2: La resistencia mecánica a la tracción del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se ve afectada por el efecto del fuego.	V. DEPENDIENTE El comportamiento mecánico del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

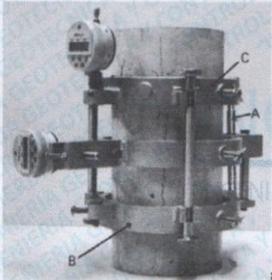
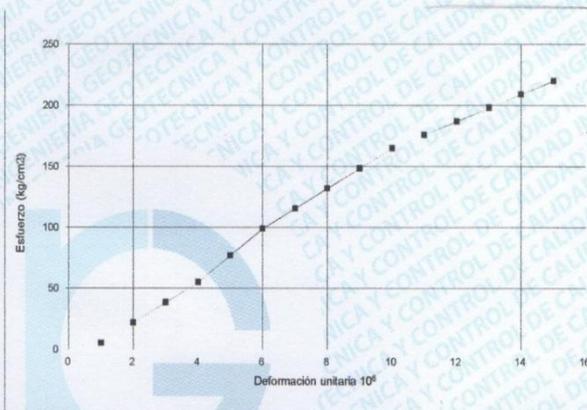
ANEXO:2

CERTIFICADOS DE LOS RESUSLTADOS

	FORMATO	Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Estudio del comportamiento mecánico de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego, Lima - 2018	REGISTRO N°:	IGC18-LEM-475-09
SOLICITANTE	: James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino	REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: —	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD	FECHA DE ENSAYO :	30/11/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 30/11/2018	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes CILÍNDRICOS DE 6" x 12"		
f_c de diseño	: 210 kg/cm^2		

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria $\text{mm/mm} \times 10^6$	Esfuerzo kg/cm^2
3.48108	5.50
5.96757	22.01
10.94054	38.53
14.67027	55.04
27.84865	77.05
50.22703	99.07
53.45946	115.58
54.20541	132.09
56.19459	148.60
59.17838	165.11
60.91892	176.12
77.57838	187.12
83.54595	198.13
109.90270	209.14
120.84324	220.15



DATOS DE LA MUESTRA:
 Identificación : PROBETA N° 16 DISEÑO PATRÓN
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 2/11/2018
 Edad : 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Módulo $E_c \text{ kg/cm}^2$	194,031
Cte. Elás. f_c Ult.	13,077
Cte. Elás. f_c Nomin.	13,389

OBSERVACIONES:

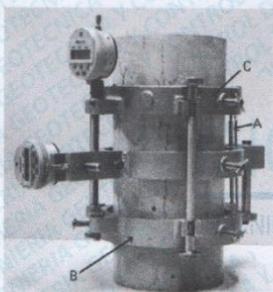
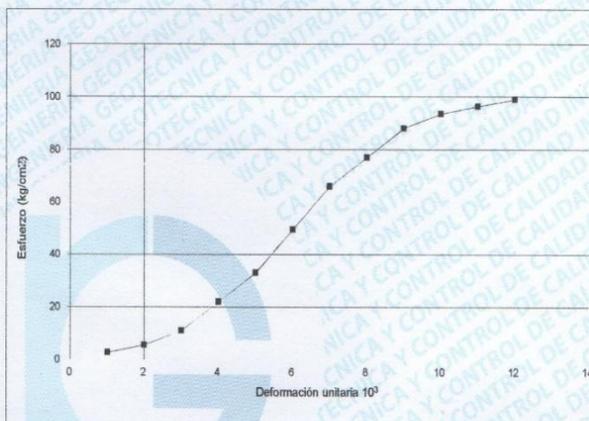
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL	A:

	FORMATO		Código	AE-FO-125
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Estudio del comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego, Lima - 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-475-10
SOLICITANTE	: James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	30/11/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 30/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes CILÍNDRICOS DE 6" x 12"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²			

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO ASTM C469

Deformación Unitaria mm/mm x 10 ³	Esfuerzo kg/cm ²
0.72	2.75
1.07	5.50
1.85	11.01
2.86	22.01
5.97	33.02
10.86	49.53
12.83	66.04
13.01	77.05
13.49	88.06
14.20	93.56
14.62	96.31
18.62	99.07



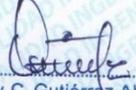
Fuente: ASTM C496

DATOS DE LA MUESTRA:
 Identificación : PROBETA N° 17 - SOMETIDA A TEMPERATURA DE 1000°C
 Método de curado utilizado : Sumergido en agua
 Fecha de vaciado : 2/11/2018
 Edad : 28 días

RESULTADOS	
MÓDULO DE ELASTICIDAD	
Módulo E_c kg/cm ²	4,333
Cte. Elás. f_c Ult.	435
Cte. Elás. f_c Nomin.	299

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	Mt.	Nombre y firma:	Mt.
	A.	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.
		CQC - LEM	D.
		Nombre y firma:	Mt.
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL	A.

	FORMATO		Código	AE-FO-124	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO			Versión	01
				Fecha	30-04-2018
				Página	1 de 1
PROYECTO	: Estudio del comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego, Lima - 2018		REGISTRO N°: IGC18-LEM-475-11		
SOLICITANTE	: James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino		REALIZADO POR :	R. Leiva	
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez	
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	30/11/2018	
FECHA DE EMISIÓN	: 30/11/2018		TURNO :	Diurno	
Tipo de muestra	: Concreto endurecido				
Presentación	: Especímenes CILÍNDRICOS DE 6" x 12"				
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²				

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 18 CONCRETO SOMETIDO A TEMPERATURA DE 1000°C	2/11/2018	30/11/2018	28 días	4.5 kg/cm ²
PROBETA N° 19 CONCRETO SOMETIDO A TEMPERATURA DE 1000°C	2/11/2018	30/11/2018	28 días	4.2 kg/cm ²
PROBETA N° 20 CONCRETO SOMETIDO A TEMPERATURA DE 1000°C	2/11/2018	30/11/2018	28 días	5.3 kg/cm ²

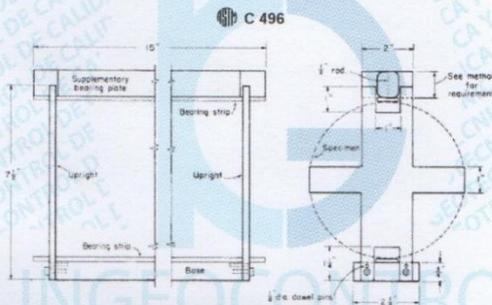
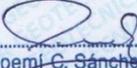


FIG. 4 Detailed Plans for a Suitable Aligning Jig

Fuente: ASTM C496

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		D:	JEFE LEM		D:
Nombre y firma:		M:	Nombre y firma:		M:
		A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		A:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.			

	FORMATO	Código	AE-FO-83
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFERENCIA ACI 211	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Estudio del comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego, Lima - 2018 REGISTRO N°: IGC18-LEM-440-03
SOLICITANTE : James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL FECHA DE VACIADO : 2/11/2018
FECHA DE EMISIÓN : 03/11/2018 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso (Piedra chancada) / Ag. Fino (Arena Gruesa) F c de diseño: 210 kg/cm²
Procedencia : Ag. Grueso Cantera Gambeta / Ag. Fino Cantera Jicamarca Asentamiento: 3" - 4"
Cemento : Andino tipo HS Código de mezcla: 210N-P

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 345 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.56

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m³ = 8.1 Bolsas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Andino HS	3150 kg/m ³	0.1094 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1930 m ³					
Aire	---	0.0150 m ³					
---	---	0.0000 m ³					
Agregado grueso	2633 kg/m ³	---	0.42%	0.75%	7.39	1506	1610
Arena Gruesa	2615 kg/m ³	---	2.80%	1.80%	2.93	1580	1720
Escoria granulada	2961 kg/m ³	---	2.40%	0.20%	3.19	1266	1569
Volumen de pasta		0.3174 m ³					
Volumen de agregados		0.6626 m ³					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 48.0% = 0.3276 m³ = 863 kg
 Arena Gruesa 52.0% = 0.3549 m³ = 928 kg
 Escoria granulada 0.0% = 0.0000 m³ = 0 kg

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.100 m³

Cemento Andino HS 34.46 kg
 Agua 18.66 L
 Agregado grueso 86.6 kg
 Arena Gruesa 95.4 kg
 Escoria granulada 0.0 kg
 Slump Obtenido 3.34"
 PUC Obtenido 2341 kg
 PUT 2352 kg
 Rendimiento 1.00

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 866 kg
 Arena Gruesa 954 kg
 Escoria granulada 0 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 187 L

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

GEM A F ESO A G AGUA
 1 : 3.2 : 0.0 : 2.5 : 23.0 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

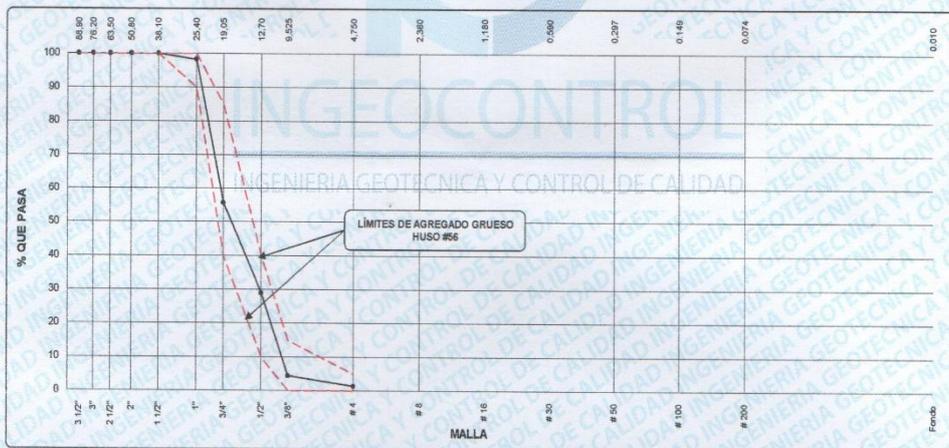
Proyecto : Estudio del comportamiento mecánico de un concreto f'c = 210 kg/cm2 expuesto al fuego, Lima - 2018 Registro N°: IGC18-LEM-475-02
Solicitante : James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino Muestreado por : N. Pizarro
Código del Proyecto : --- Ensayado por : N. Pizarro
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL Fecha de Ensayo : 29/10/2018
Material : Agregado grueso Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Gambeta
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
3"	76.20 mm					
2 1/2"	63.50 mm					
2"	50.80 mm					
1 1/2"	38.10 mm					
1"	25.40 mm	70.0	1.75	98.25	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1702.0	42.61	56.64	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1065.0	26.66	71.02	28.98	40.00
3/8"	9.53 mm	980.0	24.53	95.55	4.45	15.00
#4	4.75 mm	121.4	3.04	98.59	1.41	5.00
#8	2.36 mm					
#16	1.18 mm					
#30	0.59 mm					
#50	0.30 mm					
#100	0.15 mm					
#200	0.07 mm					
Fondo	0.01 mm	56.2	1.41	100.00	0.00	0.00

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2.633
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2.653
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2.667
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1610
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1506
Humedad de absorción (%)	0.75
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.39
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.62

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	FORMATO	Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

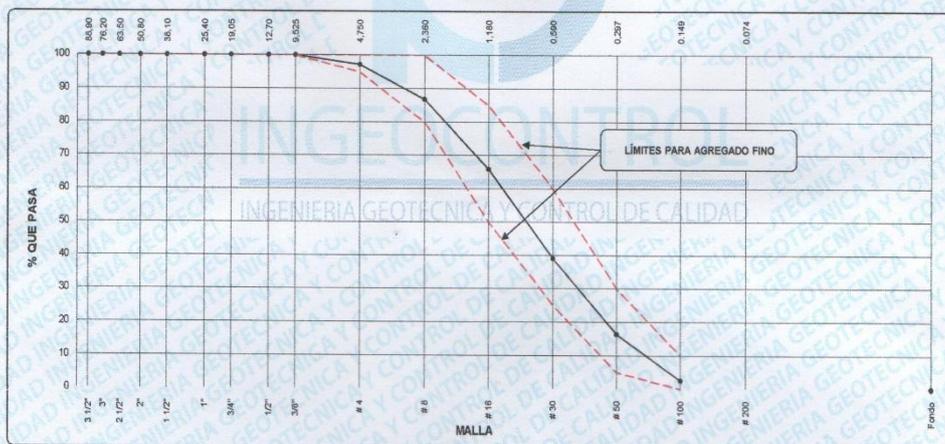
Proyecto : Estudio del comportamiento mecánico de un concreto f'c = 210 kg/cm2 expuesto al fuego, Lima - 2018 **Registro N°:** IGC18-LEM-475-01
Solicitante : James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino **Muestreado por :** N. Pizarro
Código del Proyecto : --- **Ensayado por :** N. Pizarro
Ubicación de Proyecto : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL **Fecha de Ensayo:** 29/10/2018
Material : Agregado fino (Arena gruesa) **Turno:** Diurno

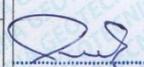
Código de Muestra : ---
Lote : Cantera Jicamarca
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"	
3"	76.20 mm						
2 1/2"	63.50 mm						
2"	50.80 mm						
1 1/2"	38.10 mm						
1"	25.40 mm						
3/4"	19.05 mm						
1/2"	12.70 mm						
3/8"	9.53 mm						
# 4	4.75 mm	27.1	2.86	2.86	97.14	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	96.4	10.38	13.23	86.77	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	198.7	20.95	34.18	65.82	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	254.3	26.81	61.00	39.00	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	215.3	22.70	83.70	16.30	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	131.2	13.83	97.53	2.47	0.00	10.00
# 200	0.07 mm						
Fondo	0.01 mm	23.4	2.47	100.00	0.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm³)	2.615
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm³)	2.682
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm³)	2.745
P. Unitario Compactado (kg/m³)	1720
P. Unitario Suelto (kg/m³)	1580
Humedad de absorción (%)	1.8
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	2.93
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	FORMATO	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO : Estudio del comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego, Lima - 2018 **REGISTRO N°:** IGC18-LEM-475-07
SOLICITANTE : James Jack Celis Ibañez / Virgilio Edgar Herrera Polino **REALIZADO POR** : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO : --- **REVISADO POR** : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD **FECHA DE ENSAYO** : 30/11/2018
FECHA DE EMISIÓN : 30/11/2018 **TURNO** : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos 6" x 12"
F'c de diseño : 210 kg/cm²

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA 210-EST N° 10 EXPUESTO A 1000°C	2/11/2018	30/11/2018	28 días	1.96	97 kg/cm ²	46.1
PROBETA 210-EST N° 11 EXPUESTO A 1000°C	2/11/2018	30/11/2018	28 días	1.96	93 kg/cm ²	44.2
PROBETA 210-EST N° 12 EXPUESTO A 1000°C	2/11/2018	30/11/2018	28 días	1.97	95 kg/cm ²	45.2
Variación					4.2%	

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table **Note 11:**

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Coefficient of Variation* Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths
 2 cylinders 3 cylinders

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Las muestras fueron sometidas a temperatura de 1000°C desde el inicio de calentamiento por un tiempo de 3 horas

INGEOCONTROL
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	FORMATO		Código	AR-PS-01
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211		Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	Estudio del comportamiento mecánico de un concreto f'c = 210 kg/cm ² expuesto al fuego. Lima - 2018		REGISTRO N°:	19018-LEM-440-03
SOLICITANTE	James Jack Celis Ibañez / Virgilio Felipe Herrera Padua		REALIZADO POR :	R. Lima
CODIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR :	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VIGENCIA :	21/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	03/11/2018		UNIDAD :	CM/CM
Agregado	Ag. Grueso (Piedra chancada) / Ag. Fino (Arena Gruesa)		F'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	Ag. Grueso Cantero Gombosi / Ag. Fino Cantero Joaquina		Absorción	3" - 4"
Cemento	Sul tipo I		Código de mezcla	210N4P

- 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F_{cd} = 284
- 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{ac} = 0.70
- 3. DETERMINACIÓN TB, VOLUMEN DE AGUA
Agua = 180 L
- 4. CANTIDAD DE AGREGADOS
A_{ac} = 1.1%
- 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 340 kg
- 6. FACTOR CEMENTO
f_{cb} = 0.81

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sul tipo I	3110 kg/m ³	0.110 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.180 m ³
ARE	---	0.000 m ³
---	---	0.000 m ³
Agregado grueso	2600 kg/m ³	---
Arena Gruesa	2615 kg/m ³	---
Volumen de agua		0.180 m ³
Volumen de agregados		0.892 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINZA	P.U. SUJTO	P.U. COMPACTADO
Agregado grueso	0.42%	2.75%	7.30	1566	1510
Arena Gruesa	2.52%	1.06%	2.40	1560	1720

- 8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECA
Agregado grueso 43.0% = 0.3270 m³ = 861 kg
Arena Gruesa 62.0% = 0.3542 m³ = 920 kg
- 9. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS CORREGIDA POR HUMEDAD
Agregado grueso 870 kg
Arena Gruesa 922 kg
Llavea granulada 0 kg
- 10. AGUA CRÍTICA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua = 187 L
- 11. VOLUMEN DE TENDR DE PRUEBA 0.100 m³
Cemento Sul tipo I 34.76 kg
Agua 18.88 L
Agregado grueso 86.5 kg
Arena Gruesa 92.2 kg
- 12. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS CORREGIDA POR HUMEDAD
Agregado grueso 870 kg
Arena Gruesa 922 kg
Llavea granulada 0 kg
- 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRERA
C/M. A/G. E/A. A/G. AGUA
1 : 3.2 : 1.10 : 7.5 : 20.0 L / 0.082

OBSERVACIONES:
 * Muestreo provisional e identificación por el solicitante.
 * Profundidad de reproducción a cargo de este documento sin el auspicio de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.			
19018-LEM	DISEÑO	D	000-LEM
A	A	A	A
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

ANEXO 3:

PANEL FOTOGRAFICO

FOTO C.1 La mufla en donde se quemó las muestras cilíndricas.



FOTO C.2 Determinando la cantidad del agua para la elaboración de las probetas.



FOTO C.3 Ensayando la muestra para la resistencia a la traccion x compresion Diametral.



FOTO C.4 Ensayando las muestras patron para la resistencia a compresion.



FOTO C.5 Pesando el cemento para el diseño requerido



FOTO C.6 Pesando el agregado fino.



FOTO C.7 Desencofrando las probetas cilíndricas de moldes plásticos.



FOTO C.8 colocando la muestra para el experimento de resistencia a compresión.



FOTO C.9 Ensayando las probetas quemadas a resistencia a tracción por compresión diametral.



FOTO C.10 cemento que se utilizó para el diseño de las probetas.



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

"Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego – Lima, 2018", del (de la) estudiante Virgilio Edgar Herrera Polino, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.2% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha..... 22 Junio 2019

Ma Os

.....
Firma

María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada

"Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego – Lima, 2018", del (de la) estudiante James Jack Celis Ibáñez, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.2% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Lugar y fecha.....22 Junio 2019.....

Ma Os.

Firma

María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1143759137&s=1&lang=es&u=1061528595

feedback studio Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ expuesto al fuego - Lima, 2018 /0 1 de 38



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ expuesto al fuego Lima, 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR(ES)
Herrera Polino, Virgilio Edgar
Celis Ibáñez, James Jack

ASESOR(ES)
Mg. Ing. Henry Saúl Delgado Ortega
Dr. Ing. María Ysabel García Álvarez

Resumen de coincidencias

12 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

12	1	Entregado a Universidad... <small>Trabajo del estudiante</small>	4 % >
F	2	Entregado a Universidad... <small>Trabajo del estudiante</small>	2 % >
v	3	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
o	4	Entregado a Universidad... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 % >
d	5	repositorio.uns.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
i	6	Entregado a Pontificia ... <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 % >

900

Página: 1 de 129 Número de palabras: 17388 Text-only Report Turnitin Classic High Resolution Activado

05:52 p.m. 14/06/2019

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Virgilio Edgar Herrera Polino identificado con DNI N° 76080556, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ expuesto al fuego – Lima, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



 FIRMA

DNI: 42288811

FECHA: 06 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 <p>UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</p>	<p>Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1</p>
---	---	---

Yo James Jack Celis Ibáñez identificado con DNI N° 47395580, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Estudio del Comportamiento Mecánico de un Concreto f'c = 210 kg/cm2 expuesto al fuego – Lima, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 DNI: 47395580

FECHA: 12 de junio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

HERRERA POLINO, VIRGILIO EDGAR

INFORME TÍTULADO:

“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE UN CONCRETO F’C = 210 FG/CM2 EXPUESTO AL FUEGO – LIMA, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 06 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 13 (Trece)



g. a. b.

ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CELIS IBÁÑEZ JAMES JACK

INFORME TÍTULADO:

“Estudio del comportamiento mecánico de un concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ expuesto al fuego- Lima, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 06 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 13 (Trece)



g.a.o.b.

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ