



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  
F'C=210KG/CM2 EXPUESTO A CAMBIOS BRUSCOS DE  
TEMPERATURAS, DEBIDO A LA EXTINCION DE UN INCENDIO**

### **TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL**

**AUTORA:**

Bach. Oncoy Vásquez Jenny Noemi

**ASESOR:**

Mg. Ing. José Miguel Berrú Camino

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: Edificaciones:**

Diseño de Edificaciones Especiales

CHICLAYO - PERÚ  
2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN



En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 a.m del día 23 de enero del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0186-2019-UCV-CH, de fecha 21 de Enero, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> EXPUESTO A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURAS, DEBIDO A LA EXTINCIÓN DE UN INCENDIO", presentada por el Bach. ONCOY VÁSQUEZ JENNY NOEMI con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mgtr. Efraín Ordinola Luna
- Secretario: Mgtr. José Miguel Berrú Camino
- Vocal: Mgtr. Wesley Amado Salazar Bravo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por Unanimitad

Siendo las 1:00 p.m del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 23 de Enero del 2019

Mgtr. Efraín Ordinola Luna  
**Presidente**

Mgtr. José Miguel Berrú Camino  
**Secretario**

Mgtr. Wesley Amado Salazar Bravo  
**Vocal**

### **Dedicatoria**

Dedico todo este trabajo a mi madre Felicita, por su apoyo y esfuerzo invaluable en mi formación como profesional.

A mi hija Rubí por contagiarme de sus ganas de vivir y aprender cada día cosas nuevas.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por sus cuidados y la fortaleza espiritual que me brindó cuando más lo necesitaba para seguir adelante, porque sin él nada hubiera sido posible.

Mi agradecimiento a mis Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UCV por sus aportes en la formación académica durante mis estudios universitarios y en especial a aquellos que participaron como asesores en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

A mis padres, a quienes les debo mis logros y ganas de salir adelante. Por su enseñanza y ejemplo de fortaleza, de quienes he aprendido a ser constante y perseverante en lo que se quiere y sueña.

A mi hija Rubí que vino a darme fuerzas para salir adelante durante mis estudios, por seguirme y acompañarme en este sueño.

A mis hermanos Tito, Lucy, Joel y Estefany, que han formado parte de mi vida como excelentes amigos.

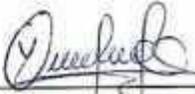
Gracias a todos ellos por su apoyo incondicional, por escucharme cuando los necesito, por motivarme y demostrarme que la distancia no es una barrera para la unidad de una familia.

A todas las personas que siempre me dieron una palabra de aliento y de quienes he aprendido lecciones importantes de la vida, ya que hay cosas que no se aprenden en el aula, sino con el paso de la vida y la convivencia con las personas que forman parte de ellas.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jenny Noemi Oncoy Vásquez, identificado con DNI 16797651, con código universitario 7000063248, estudiante del X ciclo de la facultad de Ingeniería, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, hago constar que soy el legítimo autor de la presente tesis titulada "Comportamiento de la resistencia del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  expuesto a cambios bruscos de temperaturas, como consecuencia de un incendio", desarrollado en la experiencia curricular Desarrollo de Tesis 2, perteneciente a la estructura curricular de Ingeniería Civil. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la Conceptualización del tema, recojo de información, interpretación de datos y la elaboración de las conclusiones, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente de acuerdo a las normas de redacción académica.

Chiclayo, 23 de Agosto del 2018

  
ONCOY VÁSQUEZ JENNY NOEMI

## **PRESENTACIÓN**

La presente tesis titulada como “Comportamiento de la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio” tiene como finalidad revelar el efecto del cambio brusco de temperatura en el concreto y cuán peligroso se vuelve éste como material en una edificación, ya sea de uso común como las viviendas, hoteles, oficinas, restaurantes, entre otros, hasta las más esenciales como hospitales.

La estructura de la tesis está encabezada por la parte teórica como es la introducción a la problemática, seguida de sus antecedentes, su marco teórico, planteamiento de hipótesis que serán comprobadas en el desarrollo, la metodología seguida y por último, los resultados finales para poder definir nuestras conclusiones y recomendaciones.

Los resultados me permitieron determinar que a diferencia de la exposición neta de la estructura al fuego, el cambio brusco de temperatura debido al contacto con el agua, reduce considerablemente la resistencia del concreto a mayor temperatura.

## INDICE

<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>iii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iv</b>
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	<b>v</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de Ilustraciones</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	14
1.2 TRABAJOS PREVIOS .....	15
1.3 MARCO TEORICO.....	15
1.3.1 GENERALIDADES DEL CONCRETO.....	15
1.3.2 PROPIEDADES.....	16
1.3.3 COMPONENTES .....	16
1.3.3.1 Cemento.....	17
1.3.3.1.1 Definición .....	17
1.3.3.1.2 Componentes.....	17
1.3.3.1.3 Tipos.....	17
1.3.3.2 Agregados.....	18
1.3.3.2.1 Definición .....	18
1.3.3.2.2 Clasificación.....	18
1.3.3.2.3 Propiedades .....	22
1.3.3.2.4 Ensayos de Agregados para la Dosificación de Mezclas.....	23
1.3.3.3 Agua.....	26
1.3.3.3.1 Definición .....	26
1.3.4 PROPIEDADES FRENTE A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURA .....	27
1.3.4.1 Propiedades de Resistencia del Concreto Frente al Fuego .....	27
1.3.4.2 Propiedades de Resistencia del Concreto Frente al Cambio Brusco de	vii

Temperatura .....	29
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	30
1.6 HIPÓTESIS.....	30
1.7 OBJETIVOS.....	30
<b>2 MÉTODO.....</b>	<b>32</b>
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	33
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN .....	33
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZY CONFIABILIDAD ..	37
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	38
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	39
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>4 DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>5 CONCLUSIÓN.....</b>	<b>51</b>
<b>6 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>7 REFERENCIAS .....</b>	<b>55</b>
<b>8 ANEXOS.....</b>	<b>58</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV .....</b>	<b>91</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD .....</b>	<b>92</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico .....	19
Tabla 2. Uso granulométrico para agregado fino .....	19
Tabla 3. Uso granulométrico para agregado grueso .....	21
Tabla 4. Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente .....	34
Tabla 5. Matriz de Operacionalización de Variable Independiente .....	35
Tabla 6. Matriz de Consistencia .....	36
Tabla 7. Resistencia obtenida de la rotura de probetas patrón .....	42
Tabla 8. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 350° .....	43
Tabla 9. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 450° .....	43
Tabla 10. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 550° .....	44
Tabla 11. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 650° .....	44
Tabla 12. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 750° .....	45
Tabla 13. Derivas Máximas del Concreto Patrón .....	47
Tabla 14. Derivas Máximas del Concreto Sometido a 550° C .....	48
Tabla 15. Datos generales de la edificación .....	75
Tabla 16. Resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en dirección X .....	75
Tabla 17. Resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en dirección Y .....	76
Tabla 18. Sometida a 350° C en dirección X .....	76
Tabla 19. Sometida a 350° C en dirección Y .....	76
Tabla 20. Sometida a 450° C en dirección X .....	77
Tabla 21. Sometida a 450° C en dirección Y .....	77
Tabla 22. Sometida a 550° C en dirección X .....	77
Tabla 23. Sometida a 550° C en dirección Y .....	78
Tabla 24. Sometida a 650° C en dirección X .....	78
Tabla 25. Sometida a 650° C en dirección Y .....	79
Tabla 26. Sometida a 750° C en dirección X .....	79
Tabla 27. Sometida a 750° C en dirección Y .....	80

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Emisión de vapor y fisuración debido al contacto del agua con la elevada temperatura de la probeta .....	29
Ilustración 2. Comparación entre las Resistencias obtenidas en laboratorio.....	46
Ilustración 3. Edificación simulada en ETABS .....	47
Ilustración 4. Prensa de Compresión para Rotura de Probetas de Concreto .....	59
Ilustración 5. Horno .....	59
Ilustración 6. Termómetro Infrarojo (BTMETER BT-1500) .....	60
Ilustración 7. Vista en Planta de la Edificación modelada en ETABS.....	74
Ilustración 8. Vista 3D de la estructura modelada .....	74
Ilustración 9. Ensayos de Laboratorio de Suelos .....	81
Ilustración 10. Balanza utilizada en el laboratorio .....	81
Ilustración 11. Cono de Abrahams o Slump .....	82
Ilustración 12. Probetas recién elaboradas.....	82
Ilustración 13. Curado de Probetas de Concreto .....	83
Ilustración 14. Curado de Probetas de Concreto .....	83
Ilustración 15. Medición de la temperatura inicial de los testigos de concreto .....	84
Ilustración 16. Testigos de concreto en el horno a 350° C .....	84
Ilustración 17. Testigos de concreto en el horno a 450° C .....	85
Ilustración 18. Testigos de concreto en el horno a 550° C .....	85
Ilustración 19. Testigos de concreto en el horno a 650° C .....	86
Ilustración 20. Testigos de concreto en el horno a 750° C .....	86
Ilustración 21. Procedimiento de extracción de los testigos del horno .....	87
Ilustración 22. Regulación de la temperatura de las probetas con agua .....	87
Ilustración 23. Regulación de la temperatura de las probetas con agua .....	88
Ilustración 24. Evaporación instantánea del agua debido a la elevada temperatura del concreto.....	88
Ilustración 25. Medición de las dimensiones de las probetas de concreto .....	89
Ilustración 26. Colocación de la probeta en el equipo para realizar el ensayo .....	89
Ilustración 27. Rotura de Probetas.....	90

## **RESUMEN**

La presente tesis titulada como “Comportamiento de la resistencia del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  expuesto a cambios bruscos de temperaturas, debido a la extinción de un incendio” tiene como objetivo principal “Determinar qué efectos originan el cambio brusco de temperatura en una situación de exposición al fuego del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ” del cual se obtuvo que el efecto principal fue la reducción gradual de la resistencia del concreto como consecuencia del cambio brusco de temperatura al entrar en contacto con el agua. La metodología del diseño que se empleó fue experimental, trabajando con una muestra de 18 testigos, dividiéndose en grupos de 3, siendo el primer grupo “el grupo patrón”. Los resultados fueron trabajados en un horno industrial en el distrito de La Victoria dónde la temperatura fue medida por un termómetro infrarrojo láser con certificación ISO 9001 y luego en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo de Chiclayo, dónde se procedió a romper los testigos en la prensa de compresión para rotura de probetas de concreto y dónde también se hicieron los ensayos de los agregados inicialmente.

Como resultados se tuvo que el concreto al estar expuesto al incremento de altas temperaturas originado por el fuego en una situación de incendio, y que, al pretender extinguir el fuego a  $550^{\circ}\text{C}$  con agua, la resistencia inicial obtenida a los 28 días en el concreto patrón se reduce sustancialmente haciendo a cualquier estructura insegura sísmicamente.

**Palabras clave: Concreto, cambio, brusco, temperatura, resistencia.**

## **ABSTRACT**

This thesis entitled "Behavior of the concrete resistance  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$  exposed to sudden changes in temperature, as a consequence of a fire" has as its main objective "Determine which effects cause the sudden change of temperature in the resistance of the concrete  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$  "from which it was obtained that the main effect was the gradual reduction of the concrete's resistance as a consequence of the abrupt change in temperature. The design methodology used was experimental, working with a sample of 18 concrete test tube, where they were divided into groups of 3, with the first group being the master group. The results were worked in a furnace of a restaurant in the La Victoria district, where the temperature was measured by an infrared laser thermometer and then in the Laboratory of Soil Mechanics of César Vallejo's University - Chiclayo, where the concrete test tubes were broken in the compression press for breaking concrete specimens and where the aggregates tests were also made initially.

As a result, the concrete underwent considerable damage due to the sudden change in temperature caused by the extinction of the fire at  $550^{\circ}\text{C}$  with water, expressed in the reduction of the initial resistance obtained after 28 days, making any structure seismically unsafe. In addition, the abrupt change of  $750^{\circ}\text{C}$  reduces approximately half of the initial resistance of the concrete.

**Keywords: Concrete, change, abrupt, temperature, resistance.**

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Hoy en día la población crece de manera progresiva e incesante, tanto en nuestro país como en todo el mundo. Gracias a ello, las necesidades de la sociedad se ven incrementadas en todo aspecto. La necesidad de nuevas viviendas, de más centros comerciales, hospedajes, entretenimiento, etc.

Nosotros los ingenieros civiles actuamos ante estas necesidades y abarcamos tantas áreas en el sector construcción dado que nuestro ámbito laboral es muy amplio.

Las estructuras que diseñamos los ingenieros pueden estar expuestas a diferentes eventualidades, por ejemplo: las estructuras hidráulicas están expuestas a la erosión, socavación, FEN, entre otras. Sin embargo, ubicándonos en las ciudades, las estructuras como las viviendas, centros comerciales, hospedajes, etc. Son afectadas últimamente por un fenómeno que en muchas veces es incontrolable y se propaga tan rápido que logra acabar con la vida de sus habitantes o los que se encuentran ahí en cuestión de segundos, estoy hablando de un incendio. En el Perú ya se han tenido este tipo de acontecimientos, donde la exposición de la estructura al fuego ha sido de manera parcial o total, y siempre se han observado daños en la estructura. Entre los desastres que se pueden destacar encontramos el incendio que se produjo en el Centro Comercial “Mesa Redonda” de la ciudad de Lima el 29 de diciembre del 2001, incendio que causó 277 muertes, 247 heridos y millonarias pérdidas económicas. Así mismo en California, Estados Unidos, en el año 2007 hubo un incendio que devastó el Sur del estado, entre el 20 de octubre al 09 de noviembre del mismo año, dejando así 17 víctimas y 70 heridos además de las pérdidas económicas estimadas en 1600 millones de dólares (destrucción de 1500 viviendas) sin contar los terrenos agrícolas.

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

Los trabajos que sirven de soporte a esta investigación son realizados por Chauca Rodríguez y Cruz Córdova en su tesis titulada “EVALUACIÓN DEL CONCRETO  $F'_c=210 \text{ KG/CM}^2$  A ALTAS TEMPERATURAS” egresados de la Universidad Nacional del Santa – Nuevo Chimbote, Perú en el 2014. Este trabajo nos ayudará en la comparación de resultados posteriores.

Así como también me fue de utilidad la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS POR INCIDENCIA DEL FUEGO DIRECTO” realizada por el Ing. Huincho Salvatierra egresado de la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú en el 2017.

## **1.3 MARCO TEORICO**

### **1.3.1 GENERALIDADES DEL CONCRETO**

El concreto es uno de los materiales más empleados en la construcción de diferentes estructuras (edificaciones, obras hidráulicas, pavimentos, etcétera). Pero así como todo material, presenta una composición, Chauca y Cruz (2014) nos mencionan:

El concreto es básicamente una mezcla de agregados y pasta. La pasta está compuesta de Cemento Portland y agua, la cual une los agregados fino y grueso para formar una masa semejante a una roca, pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua.

La pasta está compuesta por Cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste. (p.21).

Así cada uno de sus componentes debe cumplir con una normativa, en nuestro caso, la Norma Técnica Peruna (NTP) para asegurar la calidad del concreto, pero Harmsen nos dice que para obtener un buen concreto no solo es tener sus materiales de buena calidad o un buen diseño de mezcla, recalca que el proceso de mezclado, transporte,

colocación y curado juegan un papel muy importante en la resistencia del mismo. (Harmsen, 2002, p.29).

Y si analizamos este concepto, tiene mucha razón porque no solo los medios internos interfieren en la elaboración del producto, sino también los externos, como en nuestra realidad es la negligencia de los mismos trabajadores en el proceso de mezclado donde le adicionan más agua a la dosificación establecida, que hacen una mala colocación del concreto, un mal vibrado, etcétera.

### **1.3.2 PROPIEDADES**

Cabe resaltar que el concreto presenta tres estados, el estado fresco dónde éste nos permite la manipulación y colocación del mismo; el estado de fragua que es la pérdida de plasticidad del concreto fresco y el estado endurecido dónde ya puede resistir las cargas para las cuales ha sido diseñado. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, “Propiedades del Concreto”, 2016).

Las principales propiedades del concreto se presenta en dos de sus estados: el estado fresco y el estado endurecido.

Para el estado fresco tenemos: a trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario. Para el estado endurecido tenemos: las resistencias mecánicas, durabilidad, cambios de volumen, permeabilidad, cambios de temperatura, contracción, módulo de elasticidad y deformaciones elásticas e inelásticas. (Universidad de Piura, “El Concreto”, s.f, p.2).

Así cada una de sus propiedades serán muy importantes para poder determinar así su resistencia final del concreto.

### **1.3.3 COMPONENTES**

El concreto es la mezcla de varios componentes, y estos son: cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena, agua y aditivos, éste último se añade según las especificaciones.

### **1.3.3.1 Cemento**

#### **1.3.3.1.1 Definición**

El cemento Portland es un aglomerante hidráulico que se obtiene de la pulverización del Clinker, producto de la calcinación y la fusión de materiales calcáreos, como el yeso, y arcillosos en pequeñas cantidades. (Chauca y Cruz, 2014, p.22)

#### **1.3.3.1.2 Componentes**

Harmsen en su libro Diseño de Estructuras de Concreto Armado nos da los siguientes componentes del cemento y cómo es que influye en las propiedades que tiene el concreto.

1. Silicato tricálcico, el cual le confiere su resistencia inicial y influye directamente en el calor de hidratación.
2. Silicato dicálcico, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.
3. Aluminato tricálcico, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle yeso durante la fabricación del cemento.
4. Alumino-Ferrito Tetracálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.
5. Componentes menores: óxidos de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. (Harmsen, 2002, p.29).

#### **1.3.3.1.3 Tipos:**

La Asociación de Productores de Cemento nos dice que la tipología de cementos portland (Clinker + Yeso) está normada por la NTP 334.009 que es una copia de la normativa ASTM C 150. Entre ellos tenemos:

Tipo I: De uso general.

Tipo II: De uso general, específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos.

TIPOII (MH): De uso general, específicamente moderado calor de hidratación.

Tipo III: Cuando se requiere alta resistencia inicial.

Tipo IV: Cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para emplearse cuando se requiere una alta resistencia a los sulfatos. (ASOCEM, "Las normas técnicas de cemento y concreto en el Perú, s.f, p.16).

### **1.3.3.2 Agregados**

#### **1.3.3.2.1 Definición**

Según la Norma Técnica Peruana NTP 400.011 los agregados son el "Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP. Se les llama también áridos." (NTP, 2008, p.6).

Se dice que los agregados son la parte inerte del concreto y que constituyen entre un 65% a un 75% de la totalidad del concreto y es por eso que es muy importante.

#### **1.3.3.2.2 Clasificación**

La clasificación más usada es la clasificación por su composición granulométrica, donde tenemos una tabla que especifica los tamices normalizados que se emplean para el análisis granulométrico

**Tabla 1. Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico**

<b>Agregado</b>	<b>Tamices Normalizados</b>
<b>FINO</b>	150 um (Nº 100)
	300 um (Nº 50)
	600 um (Nº 30)
	1.18 mm (Nº 16)
	2.36 mm (Nº 8)
	4.75 mm (Nº 4)
<b>GRUESO</b>	9.50 mm (3/8)
	12.5 mm (1/2)
	19.0 mm (3/4)
	25.0 mm (1)
	37.5 mm (1 1/2)
	50.0 mm (2)
	63.0 mm (2 1/2)
	75.0 mm (3)
	90.0 mm (3 1/2)
	100.0 mm (4)

*Fuente: Tabla extraída de la NTP 400.011*

Así vemos que tenemos agregados finos y gruesos, de los cuáles, los finos son arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pasan la malla Nº 4 (4.75 mm) y los agregados gruesos consisten en grava o agregado triturado y son aquellas partículas retenidas en la malla Nº 4. (Chauca y Cruz, 2014, p.24)

**Tabla 2. Uso granulométrico para agregado fino**

<b>TAMIZ</b>		<b>% Que Pasa</b>
<b>(Pulg.)</b>	<b>(mm)</b>	
3/8	9.50	100
Nº 4	4.75	95-100
Nº 8	2.36	80-100
Nº 16	1.18	50-85

Nº 30	0.60	25-60
Nº 50	0.30	10-30
Nº 100	0.15	0-10

*Fuente: Tabla extraída de la NTP 400.037*

Además (Chauca y Cruz, 2014, 2008) nos afirman que el tamaño máximo nominal del agregado que más se emplea en la construcción son los de 19 mm o los de 25 mm.

**Tabla 3. Uso granulométrico para agregado grueso**

TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
	100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm
	4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16
3 1/2" - 1 1/2"	100	90 - 100		25 - 60		0 - 15		0 - 15					
2 1/2" - 1 1/2"			100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5					
2" - 1"				100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5				
2" - Nº 4				100	95 - 100		35 - 70		0 - 30		0 - 5		
1 1/2" - 3/4"					100	90 - 100	20 - 55	0 - 15		0 - 5			
1" - Nº 4					100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0 - 5		
1" - 1/2"						100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5			
1" - 3/8"						100	90 - 100	40 - 85	10 - 40	0 - 15	0 - 5		
1" - Nº 4						100	95 - 100		25 - 60		1 - 10	0 - 5	
3/4" - 3/8"							100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	0 - 5		
1/2" - Nº 4							100	90 - 100		20 - 55	0 - 10	0 - 5	
3/8" - Nº 8								100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5	
1/2" - 3/8"									100	85 - 100	10 - 30	0 - 10	0 - 5
Nº 4 - Nº 8									100	90 - 100	20 - 35	5 - 30	0 - 10
Nº 4 - Nº 16										100	85 - 100	10 - 40	0 - 10

Fuente: Tabla extraída de la NTP 400.037

### 1.3.3.2.3 Propiedades

Los agregados tienen propiedades que los caracterizan y que deben ser cumplidas según nuestra norma técnica para el concreto. A continuación detallaré algunas de las más importantes e influyentes:

Propiedades Químicas. Gutiérrez en su informe sobre los agregados en el concreto nos dice que “Los agregados conservan la composición mineralógica de la roca que les dio origen; generalmente son inertes ya que no reaccionan químicamente con los demás constituyentes.” (Gutiérrez, 2003, p. 16).

Propiedades Físicas. De igual manera describe las propiedades físicas que poseen los agregados siendo estos los siguientes:

- Granulometría.
- Densidad
- Porosidad y Absorción
- Peso Unitario
- Contenido de Humedad

Propiedades Mecánicas. Chauca y Cruz respaldan lo que menciona Gutiérrez en lo que respecta a las propiedades mecánicas de los agregados. Sus propiedades son las siguientes:

- Resistencia
- Tenacidad
- Adherencia
- Dureza

#### 1.3.3.2.4 Ensayos de Agregados para la Dosificación de Mezclas

**Granulometría.** Chauca y Cruz nos dicen que este ensayo nos ayuda a determinar el módulo de fineza, el tamaño máximo y el tamaño máximo nominal para ambos agregados. El ensayo está normalizado por la norma NTP 400.012

- Módulo de Fineza. Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°. 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y posteriormente dividido entre 100. El módulo de fineza típico varía entre 2.3 y 3.1, representando el valor más alto una granulometría gruesa.
- Tamaño máximo: Es la primera malla por la que pasa todo el agregado grueso.
- Tamaño máximo nominal: Es la primera malla que produzca un retenido entre 5% y 10%. (Chauca y Cruz, 2014, p.20).

Y como instrumentos tenemos:

- Balanzas: Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la aproximación de 0,1 g y exacta a 0,1 g o 0,1 % de la masa de la muestra para agregados finos y una aproximación exacta a 0,5 g o 0,1 % de la masa de la muestra para agregados gruesos.
- Tamices: Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001
- Agitador Mecánico de Tamices: Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado.

- Horno: Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . (NTP 400.012, 2001, p.7).

**Absorción.** Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de haber sido sumergido en ella por 24 horas, se expresa en porcentaje del peso seco. El agregado se considera “seco” cuando ha estado a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  el tiempo que ha sido necesario para evaporar toda el agua. Así lo menciona la (NTP 400.021, 2002, p. 3).

**Peso Específico.** Es un valor adimensional que está expresado en la división de la masa de un volumen unitario de material con la masa del mismo volumen de agua. (NTP 400.021, 2002, p. 3).

Como materiales para el ensayo respectivo son los siguientes:

- Balanza. Sensible a 0.5 g y con capacidad de 5000 g o más.
- Cesta con malla de alambre. Con abertura correspondiente al tamiz N°6 o menor.
- Depósito de agua. Un depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro.
- Tamices. Un tamiz normalizado de 4.75 mm (N° 4) o de otros tamaños que sean necesarios.
- Estufa. Una estufa que sea capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  (NTP 400.021, 2002, p. 4).

Para los agregados finos:

- Balanza. Sensible a 0.1 g y con capacidad de 1000 g o más.
- Frasco. Frasco volumétrico de  $500\text{ cm}^3$  de capacidad

- Molde Cónico. Metálico de 40 mm  $\pm$  3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm  $\pm$  3 mm de diámetro en la parte inferior y 75 mm  $\pm$  3 mm de altura.
- Barra Compactadora. De metal de 340 g  $\pm$  15 g de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm  $\pm$  3 mm de diámetro.
- Estufa. Una estufa que sea capaz de mantener una temperatura de 110°C  $\pm$  5°C (NTP 400.022, 2002, p. 5).

**Contenido de Humedad.** Se determina el peso de agua eliminada mediante la evaporación de la misma en un horno controlado a 110° C  $\pm$  5° C. El peso de la muestra seca será comparado con la inicial, es así como se halla el peso del agua. (NTP 339.127, 2013, p. 2).

#### Aparatos:

- Balanza. De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.01 g para muestras de menos de 200 g de 0. 1 g para muestras de más de 200 g
- Horno de Secado. Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110  $\pm$  5°C.
- Recipientes. Apropriados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.
- Utensilios para manipulación de recipientes. Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después que se hayan secado.
- Otros utensilios. Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc. (NTP 339.127, 2013, p. 4)

**Peso Unitario.** En este método de ensayo abarca la determinación del peso unitario suelto y compactado y el cálculo de vacíos de los agregados.

Aparatos:

- Balanza: Con aproximación: de 0.05 kg y con una exactitud del 0.1% del peso de la muestra.
- Barra Compactadora. Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipientes de medida. Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas. Estancos con tapa y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso. Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor que 150% del diámetro.
- Pala de mano. Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.
- Equipo de Calibración. Una plancha de vidrio de por lo menos 6 mm (1/4 pulg) de espesor y 25 mm (1 pulg) mayor del diámetro del recipiente a calibrar. (NTP 400.017, 1999, p. 3)

### **1.3.3.3 Agua**

#### **1.3.3.3.1 Definición**

El agua es uno de los elementos más importantes en el mundo e indispensable tanto para la vida como para muchas de las actividades humanas. En nuestro caso, es uno de los componentes del concreto y debe cumplir con ciertos requisitos para que no sea perjudicial para el mismo.

El agua debe estar dentro de los límites siguientes:

El PH del agua debe estar en promedio en 7 (estado neutro), cuando el PH < 6 (agua ácida) daña severamente al concreto (especialmente al acero) de preferencia debe usarse agua potable.

El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 ppm.

El contenido de residuo sólido no será mayor de 500 ppm. (NTP 339.088, s.f, p. 6)

#### **1.3.4 PROPIEDADES FRENTE A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURA**

##### **1.3.4.1 Propiedades de Resistencia del Concreto Frente al Fuego**

Se dice que el concreto es un material empleado en las edificaciones de carácter no inflamable, permitiendo así, de manera eficaz una mejor resistencia contra el fuego.

En el Blog 360° En Concreto recalcan los siguientes criterios para definir el desempeño del concreto: 1. La capacidad para soportar cargas. 2. La resistencia a la penetración de las flamas. 3. La resistencia a la transferencia de calor, cuando el concreto se utiliza para proteger el acero. (2012, párr. 5).

Cabe resaltar que el concreto no arde, no aumenta la carga del fuego y detiene la propagación del mismo, pero quienes sirven de combustible y permiten la propagación del fuego son las cortinas, los muebles, los aparatos eléctricos, algunos revestimientos y demás cosas presentes. La falta de paneles termoaislantes de fuego, rociadores contraincendios, puertas cortafuegos hacen que el fuego tome fuerza y crezca de manera rápida, de esta manera aunque el concreto no sea inflamable es afectado de manera directa por el fuego existente, haciendo que este pierda el vapor de agua que contiene en su interior mediante los poros o capilares de la estructura hasta producir

el desprendimiento del recubrimiento a lo que se le conoce como spalling (100°C-150°C) como resultado del impacto térmico y el cambio de estado del agua intersticial. (Asefa, “Efectos de incendios en estructuras de hormigón armado”, 2011).

Así también Asefa añade que:

A medida que el agua se convierte en vapor y debido a la densa estructura del hormigón, el vapor no puede escapar eficientemente a través de su matriz, y la presión aumenta. Cuando la presión en el hormigón es superior a su resistencia, comienza el proceso de desprendimiento o spalling. El efecto spalling es inmediato, por lo que el hormigón de recubrimiento salta durante el incendio, es decir que la superficie interior queda expuesta al humo y el hollín: las grietas y coqueas por spalling quedan ennegrecidas. Un spalling masivo puede llevar a la pérdida total del hormigón de recubrimiento o “fall of”, dejando al descubierto las armaduras. (Asefa, 2011, párr. 12-14).

Estudios previos han revelado que “El efecto del aumento de la temperatura sobre la resistencia del concreto es insignificante a menos de 300 °C, pero después de los 400 °C puede ocurrir una pérdida muy importante de resistencia, llegando a valores inferiores al 45% de f’c.” (Chauca y Cruz, 2014, p. 24). En el presente estudio, se comprobará con los ensayos realizados en laboratorio que el concreto se ve afectado considerablemente cuando al estar expuesto a altas temperaturas y al entrar en contacto con el agua, este brusco produce disminución drástica de su resistencia.

### 1.3.4.2 Propiedades de Resistencia del Concreto Frente al Cambio Brusco de Temperatura

Se ha presenciado la exposición de los testigos de concreto al fuego a diferentes temperaturas y al extraerlas y someterlas inmediatamente al agua se pudo observar la fisuración total del testigo intuyendo la disminución en la resistencia inicial, que sería comprobada posteriormente en el laboratorio con la rotura de la misma. También se observó el cambio de color, haciéndose más claro.



**Ilustración 1. Emisión de vapor y fisuración debido al contacto del agua con la elevada temperatura de la probeta**

Así también lo afirma Asefa añadiendo “[...] Por encima de los 800°C, deja de poseer una resistencia a la compresión viable, y se debilitará en mayor medida al enfriarse cuando se apague el fuego.” (2011, párr. 4)

## 1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Un incendio no controlado, daña gravemente a cualquier estructura. El problema surge al momento de someter al concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  que se encuentra a una temperatura elevada, ante la presencia repentina del agua

quién se encarga de controlar el fuego. Para eso planteo la siguiente pregunta:

**¿Cuál es el comportamiento del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  ante una variación brusca de temperatura?**

### **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El principal motivo que me impulsó a realizar esta investigación se debe a mi formación como integrante del cuerpo general de bomberos voluntarios (CGBVP), que habiendo participado en varios acontecimientos pude observar el daño que reciben las estructuras ante la presencia del fuego. También conocer qué efecto causa en el concreto el cambio brusco de temperatura que se origina al controlarlo con agua y de esta manera beneficiar a la población, también el de aportar de manera positiva y a la vez complementar a las investigaciones existentes y ser base de investigaciones futuras. Asimismo, es importante reconocer la necesidad que tienen las personas dedicadas al rescate, al estar conscientes del riesgo al que se exponen por la fragilidad de la estructura que se encuentra expuesta al fuego por un periodo determinado, siendo este aporte muy valioso y que permitirá evitar mayores pérdidas de vidas humanas.

### **1.6 HIPÓTESIS**

Lo que me he propuesto verificar es si: “El efecto del cambio brusco de temperatura originada por la extinción del fuego con el agua disminuye significativamente la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .”

### **1.7 OBJETIVOS**

#### **General**

Determinar qué efectos originan el cambio brusco de temperatura en una situación de exposición al fuego del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

#### **Específicos**

Determinar la dosificación de una muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Someter las probetas al fuego a distintas temperaturas ( $350^\circ$ ,  $450^\circ$ ,  $550^\circ$ ,  $650^\circ$  y  $750^\circ$ ).

Obtener la resistencia de cada probeta después del cambio brusco de temperatura.

Determinar a qué temperatura la resistencia del concreto disminuye por debajo de la resistencia de diseño por efecto del cambio brusco de temperatura al entrar en contacto con el agua.

Determinar a qué temperatura la resistencia del concreto disminuye haciendo inestable o insegura sísmicamente la estructura por efecto del cambio brusco de temperatura al entrar en contacto con el agua.

Análisis estadístico de los resultados del comportamiento del concreto expuesto a los cambios bruscos de temperatura.

# **CAPÍTULO 2**

## **MÉTODO**

## 2 MÉTODO

### 2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación realizada, según su enfoque, es de tipo cuantitativa, en base a (Monje, 2011, p.100) y dentro de ella, pertenece a la categoría de investigación experimental según (Arias, 2006, p.35) porque la investigación se ha planteado con el propósito de determinar las relaciones de causa – efecto. Además en un diseño experimental puro, con posprueba únicamente y grupo de control según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.179).



Dónde:

X= Variable experimental

O1 O2= Mediciones de cada grupo

A= Aleatorización

### 2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

La matriz de operacionalización de las variables me permitió analizar las variables de estudio, determinándose lo siguiente:

Dependiente:

**Resistencia del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.** Resistencia final obtenida gracias a una buena dosificación, tanto en calidad como cantidad, y un buen curado. De uso común en cualquier tipo de estructuras.

Independiente:

**Cambio brusco de temperatura originado por la extinción del fuego con el agua.** Resistencia del concreto alterada por el cambio brusco y repentino

de temperatura originado de la extinción del fuego con el agua en una estructura. Un incendio engloba todo lo descrito anteriormente.

Operacionalización de Variables

Se medirá acorde a las tablas siguientes:

**Tabla 4. Matriz de Operacionalización de Variable Dependiente**

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b>					
Variable Dependiente: Resistencia del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.					
<b>CONCEPTUALIZACION</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>	<b>FUENTES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Resistencia a la compresión $210 \text{ kg/cm}^2$ del concreto obtenida a los 28 días de haber sido vacado	Resistencia a la compresión de $210 \text{ kg/cm}^2$ concreto a los 28 días	- Apariencia del concreto	¿Tendrá el concreto una resistencia a la compresión de $210 \text{ kg/cm}^2$ ?	Testigo de Concreto	Equipo de ensayo de compresión
		- Agregado Fino			
		-Agregado Grueso			
		- Cemento			
		- Agua			

*Fuente: Elaboración propia en Excel*

**Tabla 5. Matriz de Operacionalización de Variable Independiente**

<b>MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b>					
Variable Independiente: Cambio brusco de temperatura originado por la extinción del fuego con el agua					
<b>CONCEPTUALIZACION</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ITEMS</b>	<b>FUENTES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Resistencia del concreto alterada por el cambio brusco y repentino de temperatura originado de la extinción del fuego con agua en una estructura. El problema reside ante al desconocimiento de los propietarios que por tratar de economizar, reestablecen su propiedad en la misma que ha sido afectada por el incendio, sin considerar la resistencia que ha perdido el concreto	Resistencia del concreto alterado por la disminución brusca de temperatura en la estructura	- Apariencia del concreto	¿Disminuirá significativamente la resistencia del concreto?	Testigo de Concreto	Equipo de ensayo de compresión

*Fuente: Elaboración propia en Excel*

**Tabla 6. Matriz de Consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
¿Cuál es el comportamiento del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ante una variación brusca de temperatura?	Determinar qué efectos originan el cambio brusco de temperatura en la resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	El efecto del cambio brusco de temperatura originada por la extinción del fuego con el agua disminuye significativamente la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días	Prensa de Compresión para Rotura de Probetas de Concreto
			Cambio brusco de temperatura originado por la extinción del fuego con el agua	Termómetro Infrarojo

*Fuente: Elaboración propia en Excel*

### 2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

La población de estudio lo conforman las estructuras de concreto armado en la ciudad de Chiclayo con una resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a los 28 días, que han sido expuestas al cambio brusco de temperatura.

La población definida anteriormente queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. Para Arias, éstas pueden ser finitas, infinitas y accesibles y su recomendación para nosotros los tesisistas es:

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

### Muestra:

Se ha creído conveniente tomar 15 de las 18 muestras en un intervalo de incremento de 100° C cada 3 probetas, empezando desde los 350° C hasta los 750° C.

Las tres probetas restantes denominadas probetas patrón, serán para comparar el análisis en laboratorio, por eso de acuerdo con (Arias, 2006, p.86), se considera en la presente investigación una muestra no probabilística casual, debido a que se elegirán de forma aleatoria y sin ningún criterio establecido previamente. El criterio que se ha tomado en cuenta para determinar el tamaño de la muestra es el criterio relacionado con las posibilidades del investigador, dónde (Arias, 2006, p.88) acorde con la realidad del estudiante universitario afirma que:

“[...] sólo disponen de un semestre académico (16 semanas de clase) para recolectar los datos. En este sentido, se justifica plenamente que el tesista trabaje con un tamaño de muestra ajustado a sus posibilidades, sin descuidar la representatividad de la misma.”

Y acorde a los estudios revisados, las temperaturas establecidas por la tesista para realizar los ensayos no perjudican la representatividad del objeto de estudio.

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

**TÉCNICA DE GABINETE:** Se utilizarán la técnica del fichaje, entre la las fichas a emplear tenemos: ficha bibliográfica, textual, de resumen, las que permitirán recoger información y enriquecer el marco teórico de la investigación.

**TÉCNICA DE LABORATORIO:** Se hará uso de un laboratorio para los ensayos respectivos

**INSTRUMENTO: EQUIPO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN**

La resistencia a la compresión del concreto conocida como  $f'_c$ , es una magnitud que ayuda principalmente a nosotros los ingenieros civiles a poder diseñar estructuras de concreto armado; y ésta se puede medir mediante equipos de ensayo de compresión dónde las probetas son introducidas hasta producir la rotura de la misma.

Los datos obtenidos del ensayo, revelarán mediante previo análisis e interpretación la resistencia obtenida antes y después del cambio brusco de temperatura. Éstos serán representados en tablas y gráficos mostrados en los resultados posteriores.

Cabe resaltar que todo instrumento debe tener un grado de confiabilidad y validez, como así lo establece (Monje, 2011, p.166) dónde se refiere a la confiabilidad como la capacidad del instrumento para dar arrojar datos o mediciones que vayan acorde a la realidad, en pocas palabras, la exactitud de la medición. Recalca que mientras mayor confiabilidad tenga el instrumento, menor error presentará en sus mediciones. Asimismo se refiere a la validez del instrumento como el grado en que un instrumento mide lo que tiene que se quiere medir. Todo esto se cumple debido a que el instrumento a emplear está debidamente normado y calibrado por expertos laboratoristas.

## **2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

El tipo de análisis de datos es descriptivo puesto que la información que ha sido recolectada y analizada haciendo uso de un programa, en la cual se introdujo los datos y posteriormente con los resultados, ser interpretada. El procedimiento que se realizó es el siguiente:

Elegir el programa de análisis de datos que se utilizará. (Excel y Etabs).

Excel para la representación gráfica de los resultados obtenidos en el laboratorio y el software Etabs para determinar si la estructura expuesta a un cambio brusco de temperatura es estructuralmente insegura.

Introducción de los datos a los programas.

Interpretación de los resultados de la investigación. (gráficos y tablas)  
Responder a nuestros objetivos específicos, general y al problema de investigación para generar conclusiones, discusión y recomendaciones.

## **2.6 ASPECTOS ÉTICOS**

La presente investigación ha sido elaborada por el autor en su totalidad con las normas vigentes de investigación y respetando las pautas establecidas por la Universidad César Vallejo. Cabe resaltar que la investigación realizada es netamente producto del esfuerzo y dedicación que se logró día a día en colaboración con los asesores.

# **CAPITULO 3**

# **RESULTADOS**

### 3 RESULTADOS

1) Datos del Agregado Grueso:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

1) Tamaño máximo nominal .....	1/2" pulg
2) Peso específico seco de masa .....	2521 kg/m <sup>3</sup>
3) Peso unitario compactado seco .....	1547 kg/m <sup>3</sup>
4) Peso unitario seco suelto .....	1424 kg/m <sup>3</sup>
5) Contenido de humedad .....	0.34 %
6) Contenido de Absorción .....	0.36 %

2) Datos del agregado fino

7) Peso específico de masa .....	2591 kg/m <sup>3</sup>
8) Peso unitario seco suelto .....	1581 kg/m <sup>3</sup>
9) Contenido de Humedad .....	1.17 %
10) Contenido de absorción .....	2.04 %
11) Módulo de fineza .....	2.64

3) Datos de mezcla y otros

12) Resistencia especificada a los 28 días .....	294 kg/cm <sup>2</sup>
13) Relación agua cemento .....	0.56
14) Asentamiento .....	3-4 pulg
15) Volumen unitario del agua .....	216 L/m <sup>3</sup>
16) Contenido de aire atrapado .....	2.5 %
17) Volumen del agregado grueso .....	0.57 m <sup>3</sup>
18) Peso específico del cemento Pacasmayo Tipo I .....	3080 kg/m <sup>3</sup>

4) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a. Cemento .....	387	0.126	Correccion	
b. Agua .....	216	0.216	por humedad	Agua efectiva
c. Aire .....	2.5	0.025	750	6.5
d. Arena .....	742	0.286	878	0.2
e. Grava .....	875	0.347		6.7
	2223	1		

5) Resultado final de diseño (húmedo)

6) Tanda de ensayo por probeta 0.0006 m<sup>3</sup>

CEMENTO .....	387 kg/m <sup>3</sup>	2.366 kg	F/cemento	9.1
AGUA .....	223 L/m <sup>3</sup>	1.362 L	Ra/c de diseño	0.56
ARENA .....	750 kg/m <sup>3</sup>	4.588 kg	Ra/c de obra	0.58
PIEDRA .....	878 kg/m <sup>3</sup>	5.371 kg		
	2238	13.69		

7) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

	Cemento	Arena	Piedra	Agua
En bolsa de 1pie3 P	1	1.9	2.3	24.5 Lts/pie3
En bolsa de 1pie3 V	1	1.8	2.4	24.5 Lts/pie3

4

En diseño de mezcla propuesto por el tesista es indispensable para poder obtener los resultados de las probetas que se mostrarán a posteriormente.

Los resultados obtenidos en el laboratorio han sido minuciosamente trabajados para ser posteriormente analizados, éstos han sido: Análisis Granulométrico de los Agregados Fino y Grueso, Contenido de Humedad, Peso Específico, Porcentaje de Absorción y Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino y Grueso, los cuales han sido muy importantes para poder elaborar el diseño de mezcla de concreto con resistencia a la compresión  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . Una vez elaborada la mezcla, se procedió con el vaciado del concreto a los moldes, de los cuales 3 de los 18 totales serán los referenciales, es decir que con ellos observaremos el comportamiento de los demás. Después se inició la rotura de testigos de concreto que han sido expuestos a elevadas temperaturas, simulando la exposición de la estructura frente a un incendio y luego ser sometida de inmediato al agua, generando así un cambio abrupto de temperatura. Los datos obtenidos se mostrarán en las siguientes tablas:

**Tabla 7. Resistencia obtenida de la rotura de probetas patrón.**

Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	EDAD (Días)	CARGA (Kg)	SECCION (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA	% DEL DISEÑO	PROMEDIO DE f'c
1	PROBETA PATRON	210 Kg/cm2	28	42818	186.265	229.88	109.47	232.25
2	PROBETA PATRON	210 Kg/cm2	28	43245	188.692	229.18	109.13	
3	PROBETA PATRON	210 Kg/cm2	28	44848	188.692	237.68	113.18	

*Fuente: Laboratorio de la Universidad César Vallejo – Julio del 2018*

**Análisis de la Tabla Nº 7:** De acuerdo a los resultados obtenidos, las probetas patrón nos servirán para poder comparar la disminución de la resistencia que sufre el concreto gracias al cambio brusco de las diferentes temperaturas a la que ha sido sometida.

**Tabla 8. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 350°**

Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	EDAD (Días)	CARGA (Kg)	SECCION cm2	RESISTENCIA OBTENIDA	PORCENTAJE DEL DISEÑO	PROMEDIO DE RESISTENCIA
4	PROBETA SOMETIDA A 350° C	210 Kg/cm2	28	42673	187.477	227.62	108.39	<b>227.59</b>
5	PROBETA SOMETIDA A 350° C	210 Kg/cm2	28	44170	187.477	235.60	112.19	
6	PROBETA SOMETIDA A 350° C	210 Kg/cm2	28	40896	186.265	219.56	104.55	

*Fuente: Laboratorio de la Universidad César Vallejo – Julio del 2018*

**Análisis de la Tabla Nº 8:** Las probetas que han sido sometidas a 350° después de haber sido expuestas al agua, para posteriormente en el laboratorio hacer el ensayo de rotura, se obtuvo como resistencia promedio 227.59 kg/cm<sup>2</sup> que a comparación de la probeta patrón disminuyó ligeramente.

**Tabla 9. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 450°**

Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	EDAD (Días)	CARGA (Kg)	SECCION cm2	RESISTENCIA OBTENIDA	PORCENTAJE DEL DISEÑO	PROMEDIO DE RESISTENCIA
7	PROBETA SOMETIDA A 450° C	210 Kg/cm2	28	35293	188.692	187.04	89.07	<b>175.67</b>
8	PROBETA SOMETIDA A 450° C	210 Kg/cm2	28	34776	188.692	184.30	87.76	
9	PROBETA SOMETIDA A 450° C	210 Kg/cm2	28	29373	188.692	155.67	74.13	

*Fuente: Laboratorio de la Universidad César Vallejo – Julio del 2018*

**Análisis de la Tabla Nº 9:** Las probetas que han sido sometidas a 450° después de haber sido expuestas al agua, para posteriormente en el laboratorio hacer el ensayo de rotura, se obtuvo como resistencia promedio 175.67 kg/cm<sup>2</sup> que a comparación de la probeta patrón disminuyó de manera significativa, aproximadamente 56 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 10. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 550°**

Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	EDAD (Días)	CARGA (Kg)	SECCION cm2	RESISTENCIA OBTENIDA	PORCENTAJE DEL DISEÑO	PROMEDIO DE RESISTENCIA
10	PROBETA SOMETIDA A 550° C	210 Kg/cm2	28	28457	186.265	152.78	72.75	139.66
11	PROBETA SOMETIDA A 550° C	210 Kg/cm2	28	26580	188.692	140.86	67.08	
12	PROBETA SOMETIDA A 550° C	210 Kg/cm2	28	23649	188.692	125.33	59.68	

*Fuente: Laboratorio de la Universidad César Vallejo – Julio del 2018*

**Análisis de la Tabla Nº 10:** Las probetas que han sido sometidas a 550° después de haber sido expuestas al agua, para posteriormente en el laboratorio hacer el ensayo de rotura, se obtuvo como resistencia promedio 139.66 kg/cm<sup>2</sup> que a comparación de la probeta patrón disminuyó de manera significativa, aproximadamente 92 kg/cm<sup>2</sup>. Haciendo de esta manera la resistencia del concreto para elementos no estructurales.

**Tabla 11. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 650°**

Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	EDAD (Días)	CARGA (Kg)	SECCION cm2	RESISTENCIA OBTENIDA	PORCENTAJE DEL DISEÑO	PROMEDIO DE RESISTENCIA
13	PROBETA SOMETIDA A 650° C	210 Kg/cm2	28	20954	186.265	112.50	53.57	116.10
14	PROBETA SOMETIDA A 650° C	210 Kg/cm2	28	22768	188.692	120.66	57.46	
15	PROBETA SOMETIDA A 650° C	210 Kg/cm2	28	21726	188.692	115.14	54.83	

*Fuente: Laboratorio de la Universidad César Vallejo – Julio del 2018*

**Análisis de la Tabla Nº 11:** Las probetas que han sido sometidas a 650° después de haber sido expuestas al agua, para posteriormente en el laboratorio hacer el ensayo de rotura, se obtuvo como resistencia promedio 116.10 kg/cm<sup>2</sup>

que a comparación de la probeta patrón disminuyó de manera muy significativa, aproximadamente 116.15 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la **mitad** de la resistencia inicial. Haciendo de esta manera la resistencia del concreto para elementos no estructurales, haciéndolo más inseguro ante la eventualidad de un sismo.

**Tabla 12. Resultados obtenidos de la rotura de probetas a los 750°**

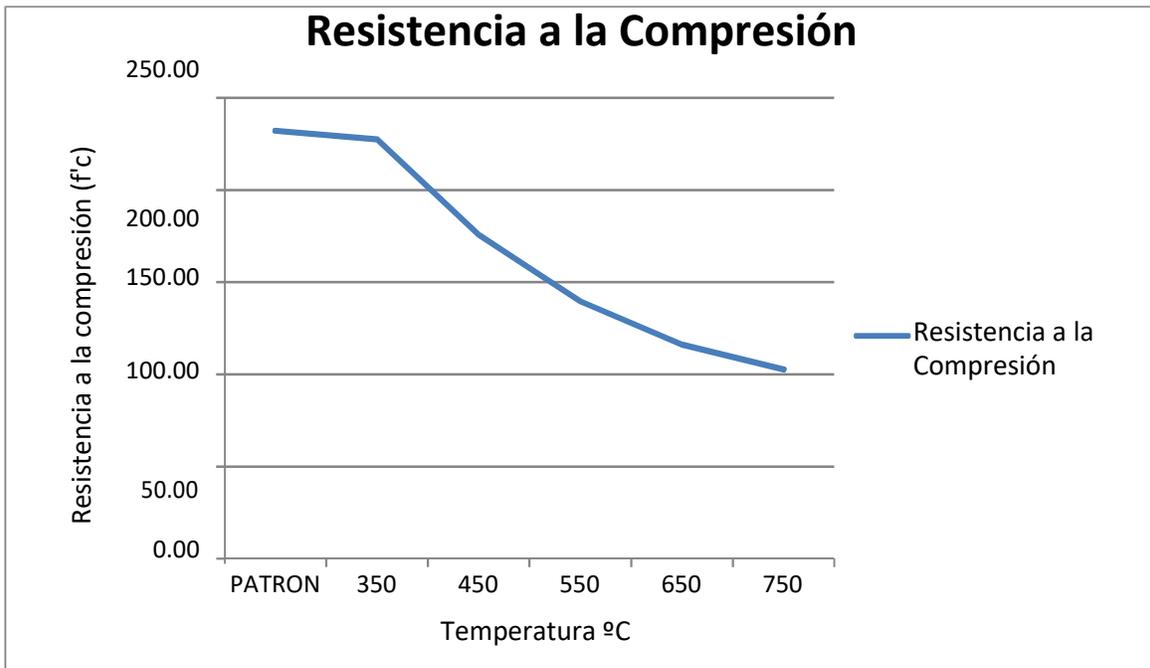
Nº DE TESTIGO	ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	EDAD (Días)	CARGA (Kg)	SECCION cm2	RESISTENCIA OBTENIDA	PORCENTAJE DEL DISEÑO	PROMEDIO DE RESISTENCIA
16	PROBETA SOMETIDA A 750° C	210 Kg/cm2	28	20538	186.265	110.26	52.51	102.67
17	PROBETA SOMETIDA A 750° C	210 Kg/cm2	28	19347	188.692	102.53	48.82	
18	PROBETA SOMETIDA A 750° C	210 Kg/cm2	28	17964	188.692	95.20	45.33	

*Fuente: Laboratorio de la Universidad César Vallejo – Julio del 2018*

**Análisis de la Tabla Nº 12:** Las probetas que han sido sometidas a 750° después de haber sido expuestas al agua, para posteriormente en el laboratorio hacer el ensayo de rotura, se obtuvo como resistencia promedio 102.67 kg/cm<sup>2</sup> que a comparación de la probeta patrón disminuyó de manera muy significativa, aproximadamente 129.58 kg/cm<sup>2</sup>, siendo la **mayor a la mitad** de la resistencia inicial. Haciendo de esta manera la resistencia del concreto para elementos no estructurales, haciéndolo más inseguro ante la eventualidad de un sismo.

A razón de poder tener una percepción más notoria, se elaboró el **gráfico Nº 2** dónde se observa el comportamiento del concreto a las diferentes temperaturas establecidas.

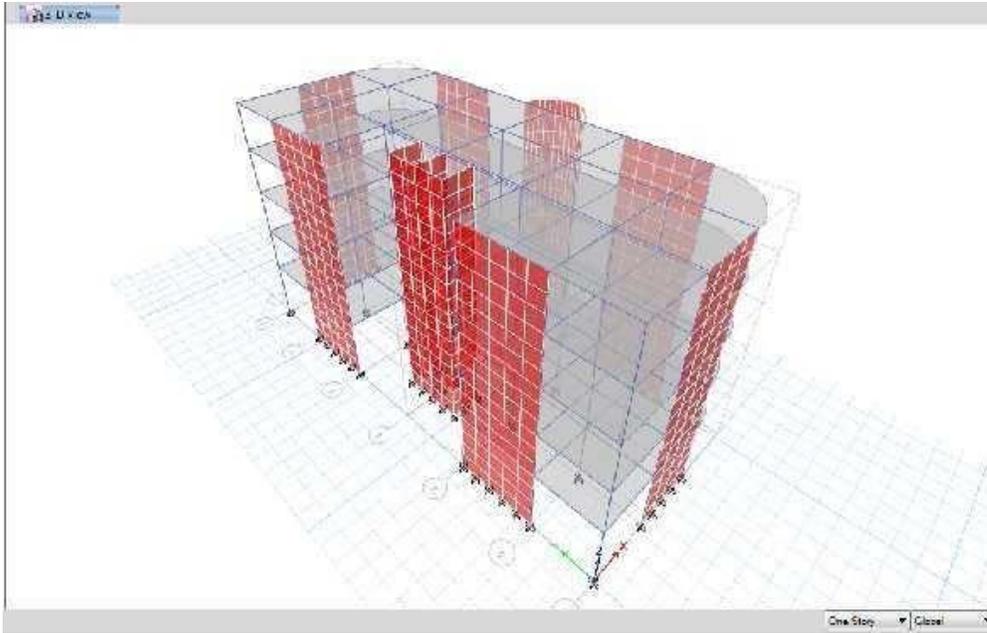
## Ilustración 2. Comparación entre las Resistencias obtenidas en laboratorio.



*Fuente: Elaboración Propia mediante Excel*

Se puede observar que entre la resistencia patrón y la de 350° no es muy notoria la disminución, pero la hay. A partir de los 350° hacia adelante, se puede observar una caída en picada de la resistencia, a razón del incremento de temperatura.

Con estas resistencias obtenidas se procedió a trabajar con el **software ETABS** una edificación de cinco niveles de uso oficinas, para determinar en qué momento la estructura se vuelve insegura sísmicamente. Cabe resaltar que el comportamiento de la estructura en el software servirá para determinar solamente el comportamiento del concreto, sin considerar la disminución en la resistencia del acero.



### Ilustración 3. Edificación simulada en ETABS

Según el RNE, para que una estructura sea segura debe cumplir con el límite para la distorsión de entrepiso, que para el caso de concreto armado no debe exceder a 0.007 (Ver Tabla N° 11 del RNE – E.030). Siguiendo este parámetro, la estructura con la resistencia promedio del concreto patrón, cumple perfectamente.

**Tabla 13. Derivas Máximas del Concreto Patrón**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	X	0.0055	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	X	0.0058	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	X	0.0057	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	X	0.0048	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	X	0.0027	<b>OK</b>
Story5	DERIVA Max	Y	0.0021	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	Y	0.0022	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	Y	0.0021	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	Y	0.0018	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	Y	0.0010	<b>OK</b>

*Fuente: Tabla obtenida en el modelamiento en ETABS*

**Análisis de la Tabla N° 13:** Haciendo el modelado de la estructura con la resistencia inicial, se tiene todas las derivas por debajo del límite, teniendo un comportamiento positivo ante un eventual sismo. Es importante recalcar que las probetas patrón no han sido expuestas a un cambio de temperatura antes de ser sometidas al ensayo de laboratorio.

En esta etapa solo se ha considerado la comparación de las derivas del concreto sometido a 550° C con el concreto patrón, debido a que es ahí donde se excedió el límite permitido. Para poder visualizar las demás tablas, que contienen el análisis de las diferentes temperaturas, ir a la Tabla N° 16 – Tabla N° 27.

**Tabla 14. Derivas Máximas del Concreto Sometido a 550° C**

<b>Story</b>	<b>Load Case/Combo</b>	<b>Direction</b>	<b>Drift</b>	<b>CUMPLE?</b>
Story5	DERIVA Max	X	0.0071	<b>NO</b>
Story4	DERIVA Max	X	0.0075	<b>NO</b>
Story3	DERIVA Max	X	0.0073	<b>NO</b>
Story2	DERIVA Max	X	0.0062	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	X	0.0034	<b>OK</b>
Story5	DERIVA Max	Y	0.0027	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	Y	0.0028	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	Y	0.0027	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	Y	0.0023	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	Y	0.0013	<b>OK</b>

*Fuente: Tabla obtenida en el modelamiento en ETABS*

**Análisis de la Tabla N° 14:** Haciendo el mismo análisis con la resistencia promedio de las demás, se obtuvo que a partir de los 550° C la estructura deja de ser sísmicamente segura debido a la reducción en la resistencia a la compresión del concreto, como se ha podido observar en la tabla.

Con los resultados obtenidos del software podemos afirmar la hipótesis que nos planteamos inicialmente, comprobando así que el cambio brusco de temperatura origina una reducción considerable en la resistencia del concreto, estamos hablando de una reducción por debajo de la mitad de la resistencia inicial cuando ha sido expuesto a una temperatura de 750° C.

# **CAPÍTULO 4**

## **DISCUSIÓN**

## 5 DISCUSIÓN

Los estudios realizados por otros autores, mencionados anteriormente en el marco teórico, nos permitirán corroborar los resultados obtenidos en esta tesis. Chauca y Cruz determinaron que a menos de 300° C los cambios en la resistencia del concreto son insignificantes, para ello en mi caso, la resistencia del concreto desciende a partir de los 350° C, aproximadamente en 5 kg/cm<sup>2</sup>, algo relativamente pequeño como para que ocasione el fallo de una estructura cualquiera.

Además Asefa establece que a partir de los 800° C la resistencia a la compresión del concreto deja de ser viable y se va debilitando en mayor medida cuando se enfría, pero en nuestro caso hemos determinado que debido al cambio brusco de temperatura a partir de 550° C la estructura deja de ser segura. Cabe resaltar que dependerá también de cómo esté estructurada la edificación, así como también de su rigidez aportada por todos los elementos estructurales en un sentido.

Por último para cualquier edificación que haga uso del concreto armado, su resistencia deja de ser viable cuando esta ha sido expuesta a un cambio brusco de temperatura cuando ha llegado a los 550° o más. Debido a que la resistencia del concreto disminuye aproximadamente a la mitad de su resistencia inicial. Es preciso señalar que la resistencia mínima del concreto estructural según nuestra RNE E.060 es de 17 MPa o 175 kg/cm<sup>2</sup> y ratifica que la temperatura máxima que puede alcanzar el concreto antes de volverse inseguro es de 450° C. Para esto Ottazzi nos dice que en general se acepta que la resistencia del concreto en la estructura real, tiende a ser menor que la resistencia  $f'_c$  obtenida en el laboratorio a partir de las probetas fabricadas y ensayadas de acuerdo a las normas. Si a esto le añadimos que la resistencia real de las estructuras es menor que las ensayadas en laboratorio, encima la reducción de la temperatura debido al cambio brusco de temperatura, la estructura es bastante insegura ante la eventualidad de un sismo.

# **CAPÍTULO 5**

# **CONCLUSIONES**

## 6 CONCLUSIÓN

- Los efectos que causa el cambio brusco de temperatura en el concreto son de carácter negativo, es decir, va reduciendo la resistencia a la compresión de manera progresiva conforme aumenta la temperatura. Se demostró que el cambio de resistencia empieza a partir de los 350° C de manera leve, llegando hasta la mitad de la resistencia original y convirtiendo el concreto estructural a un concreto simple a partir de los 550° C.
- El diseño de mezcla fue propuesta en el desarrollo y se determinó a partir de los resultados obtenidos en laboratorio con respecto a los agregados. La dosificación fue la siguiente: 1:1,9:2,3:24,5
- Las probetas fueron expuestas a diferentes temperaturas, tales como: 350°, 450°, 550°, 650° y 750°. Obteniendo una reducción de resistencia de 5 kg/cm<sup>2</sup> a los 350°, de 56 kg/cm<sup>2</sup> a los 450°, de 92 kg/cm<sup>2</sup> a los 550°, de 116 kg/cm<sup>2</sup> a los 650° y de 129.58 kg/cm<sup>2</sup> a los 750°.
- La resistencia que se obtuvo después de haberlas sometido a diversas temperaturas fueron las siguientes: El promedio de la resistencia del concreto patrón fue de 232.25 kg/cm<sup>2</sup>, después de haber sufrido el cambio brusco de 350° C fue de 227.59 kg/cm<sup>2</sup>, después de 450° fue de 175.67 kg/cm<sup>2</sup>, después de 550° fue de 139.66 kg/cm<sup>2</sup>, después de 750° fue de 102.67 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se ha demostrado que el momento en que ocurre el cambio en la resistencia del concreto después de haber sido expuesto al fuego, se da cuándo es extinguido con agua, produciéndose fisuras en toda la probeta como muestra de disminución en la resistencia del mismo. La resistencia disminuye por debajo de la resistencia de diseño a 450° C.
- Una edificación que ha sufrido un cambio brusco de temperatura, puede llegar a altas temperaturas conforme pasa el tiempo, sin embargo, se vuelve insegura a partir de los 550° C.

# **CAPITULO 6**

## **RECOMENDACIONES**

## 7 RECOMENDACIONES

- Disponer de dispositivos que controlen la temperatura interna de la estructura en caso de incendios y así poder determinar si la estructura alcanzó los 550° C o más. Además de otros dispositivos seguros en caso de incendios, tales como rociadores contraincendios, puertas cortafuegos, extintores, etc.
- Es de vital importancia hacer los ensayos correspondientes a los agregados para obtener datos bastante aproximados para poder elaborar correctamente nuestro diseño de mezcla.
- Se recomienda construir adecuadamente la edificación teniendo en cuenta todos los aspectos para obtener la resistencia de diseño de todos los elementos estructurales.
- Si se ha producido un incendio en una vivienda y ha afectado parcial o totalmente durante un determinado tiempo, no dudar en hacer los análisis respectivos para determinar en cuánto ha sido afectada la estructura .
- Crear consciencia en la población en general, también recordar que si la estructura afectada de manera parcial o total excedió la temperatura máxima que puede alcanzar el concreto antes de volverse inseguro, no dudar en demoler a fin de evitar pérdidas humanas posteriormente.
- En esta investigación solo se ha trabajado con una de las formas para controlar los incendios (agua), pueden haber otros comportamientos con espuma, polvo ABC, arena seca (casos especiales), entre otros. Además tampoco se ha tomado en consideración el acero, que en investigaciones posteriores puede ser incluido.

# **CAPITULO 7**

## **REFERENCIAS**

## 8 REFERENCIAS

**ARIAS, Fidias.** *El Proyecto de Investigación.* Caracas : Editorial Episteme, 2006.  
ISBN: 980-07-8529-9.

**CHAUCA, Deyner y CRUZ, Marco.** *Evaluación del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a altas temperaturas.* Nuevo Chimbote : Universidad Nacional del Santa, 2014.

**CLAROS, Eduardo.** 360° En Concreto. *360° En Concreto.* [En línea] ARGOS, 19 de Octubre de 2012. [Citado el: 25 de Julio de 2018.]  
<http://blog.360gradosenconcreto.com>.

**INDECOPI.** Agregados. *Norma Técnica Peruana.* Lima : s.n., 2008.

**Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.** *Propiedades del Concreto. Conceptos Básicos del Concreto.* Ciudad de México : IMCYC, 2016.

**GUTIERREZ, Libia.** *El Concreto y otros Materiales para la Construcción.* Medellín : Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2003. 958-9322-82-4.

**HARMSSEN, Theodoro.** *Diseño de Estructuras en Concreto.* Lima : PUCP, 2002.

**HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar.** *Metodología de la Investigación.* Santa Fe : McGrawHill, 2010. 978-607-15-0291-9.

**HUINCHO, Mark.** *Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Sometido a Altas Temperaturas por Incidencia del Fuego Directo.* Lima : UNI, 2017.

**MANZO, Nicolás.** El Insignia. *El Insignia.* [En línea] El Insignia, 2 de Diciembre de 2016. [Citado el: 24 de Julio de 2018.] <http://blog.elinsignia.com>.

**NTP 339.127.** Método de Ensayo para determinar el Contenido de Humedad de un Suelo. [aut. libro] INDECOPI. *Norma Técnica Peruana.* Lima : s.n., 1999.

**NTP 400.012.** Análisis granulométrico del agregado. [aut. libro] INDECOPI. *Norma Técnica Peruana.* Lima : s.n., 2001.

**NTP 400.017.** Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. [aut. libro] INDECOPI. *Norma Técnica Peruana*. Lima : s.n., 1999.

**NTP 400.021.** Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso. [aut. libro] INDECOPI. *Norma Técnica Peruana*. Lima : s.n., 2002.

**NTP 400.022.** Método de Ensayo Normalizado para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino. [aut. libro] INDECOPI. *Norma Técnica Peruana*. Lima : s.n., 2001.

**Ready.** Ready. *Ready*. [En línea] Ready. [Citado el: 24 de Julio de 2018.] <https://www.ready.gov>.

# **CAPITULO 8**

## **ANEXOS**

## 9 ANEXOS

### Instrumentos



**Ilustración 4. Prensa de Compresión para Rotura de Probetas de Concreto**



**Ilustración 5. Horno**



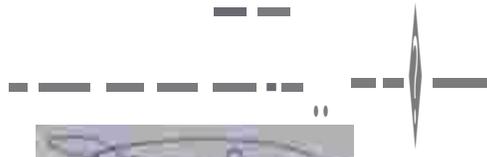
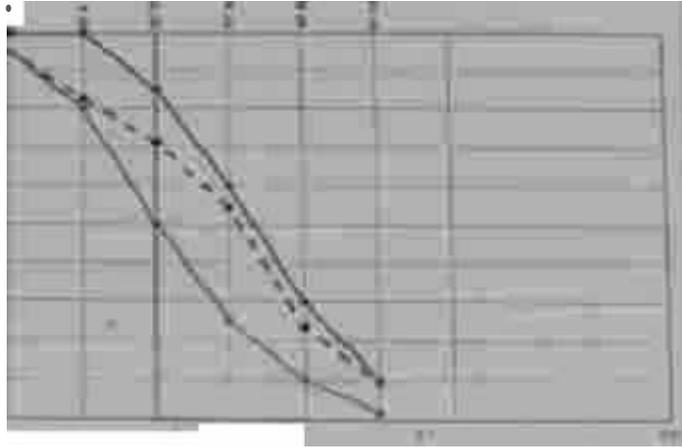
**Ilustración 6. Termómetro Infrarojo (BTMETER BT-1500)**  
**CERTIFICACION ISO 9001**



... .. r: ... ..

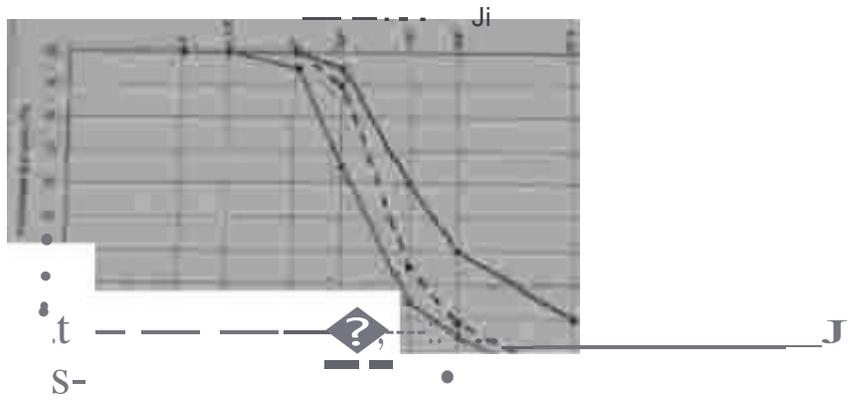
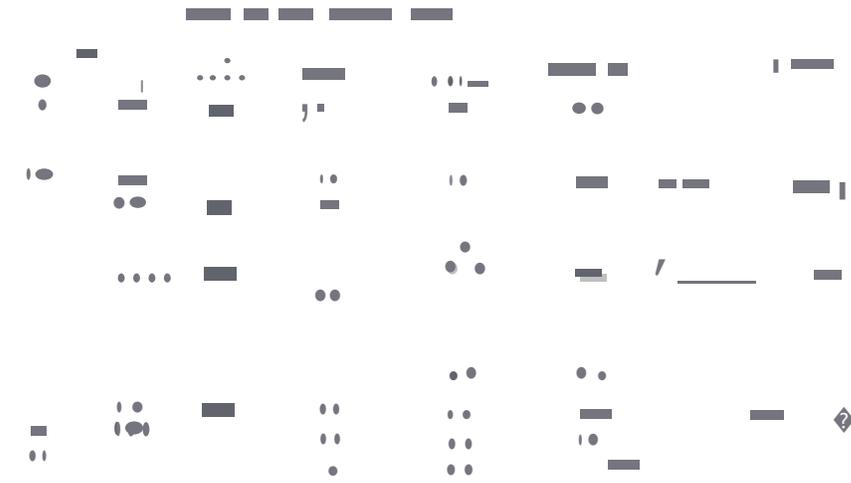
... .. J

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..



*Handwritten signature*

..... •IAI CUN va, 1 <sup>110</sup>



*Handwritten signature or name*



•



1

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is cursive and appears to read "D. J. ...".

•

A small rectangular box containing a redacted area, likely a name or title, with some illegible text in red and black.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTG E 201.0-206, ANEXO T-44.7.81)

PROYECTO: 1000 - ADMINISTRACIÓN DE LA RESERVA NACIONAL DE CONCRETOS Y ASFALTOS EMPLEADOS EN OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DE LA SIERRA

CLIENTE: OCHO REGIONES DEL NOROCCIDENTE

EMPRESA: S.C. OCHO REGIONES DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

UBICACIÓN: DISTRITO DE LAMBAYEQUE

NOVA: LAMBAYEQUE, PERÚ

MUESTRA: GRUPO (A) (CANTON - LAMBAYEQUE)

AGREGADO FINO

A	Peso del tar. Full. Seco (K) (mg) (g)	100.0		
B	Peso Pánel + agua	100.0		
C	Peso Pánel + agua + 1 gr	100.0		
D	Peso del tar. + agua en el tar. (gr)	204.0		
E	Peso arena + agua (en el tar.) (gr)	184.0		
F	Peso arena + C. A. (1 gr)	183.0		
G	Peso arena + C. A. (1 gr)	183.0		44.000%
H	Peso (Pánel arena + C)	220.0		2.200
I	Peso (Pánel arena + C)	220.0		2.200
J	Peso arena (Pánel arena + C)	183.0		2.000
K	Peso arena + C. A. (1 gr)	183.0		2.000

MUESTRA: (B) (CANTON TRESTOPAL / AGREGADO GRUESO)

AGREGADO GRUESO

A	Peso del tar. Full. Seco (K) (mg) (g)	100.0		
B	Peso del tar. Full. Seco (K) (mg) (g)	100.0		
C	Peso arena + agua (en el tar.) + A (gr)	204.0		
D	Peso arena + agua (en el tar.) + A (gr)	204.0		
E	Peso arena + C. A. (1 gr)	183.0		44.000%
F	Peso (Pánel arena + C)	220.0		2.200
G	Peso (Pánel arena + C)	220.0		2.200
H	Peso arena (Pánel arena + C)	183.0		2.000
I	Peso arena + C. A. (1 gr)	183.0		2.000

Observaciones

*[Handwritten signature]*

Utilizame CUMVAUJO

1

PERSONAL PROYECTO DE INVESTIGACION DE ALIENIGENAS

ASIGNO 3-19, AREA C-20

LA TERCERA FOLIA, COMPLETO

30.000.000

...

**PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO**

	IDENTIFICACION	
	1	2
W1	1402.8	1402.8
W2	1447.2	1447.2
W3	1729.2	1729.2
W4	1729.2	1729.2
W5	1.500	1.500
W6		

Costo del material  
 Precio del material  
 Costo del material  
 Precio del material  
 Precio del material  
 Precio del material

**PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO**

	IDENTIFICACION	
	1	2
W1	1402.8	1402.8
W2	1447.2	1447.2
W3	1729.2	1729.2
W4	1729.2	1729.2
W5	1.500	1.500
W6		

Costo del material  
 Precio del material  
 Costo del material  
 Precio del material  
 Precio del material  
 Precio del material

*Handwritten signature*





12au1 1 ,,, e...vau,-

1

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**PRUEBA UNITARIO SUELO Y COMPACTADO AGREGADO ORUEBO**  
(NORMA: AASHTO T-99, ASTM C-99)

TIPO: COMPACTACION DE LA RESERVA CALIENTE (SUELO Y TIPO 1) (MAYOR FORTALEZA Y MENOR DEFORMACION)

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA:  
MÉTODO: MÉTODO DE LA LAMINA DE SUELO  
MATERIAL: SUELO  
MÉTODO DE COMPACTACION: VIBROPLASTICO

1

**PRUEBA UNITARIO SUELO Y COMPACTADO AGREGADO ORUEBO**

	UNIDAD	RESULTADOS	
		1	2
Presión de compactación (kN/m²)	kN/m²	1000.0	1000.0
Presión de compactación (psi)	psi	144.2	144.2
Presión de compactación (kg/cm²)	kg/cm²	1.020	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	ton/cm²	0.102	0.102
Presión de compactación (kg/cm²)	kg/cm²	1.020	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	ton/cm²	0.102	0.102

**PRUEBA UNITARIO COMPACTADO AGREGADO ORUEBO**

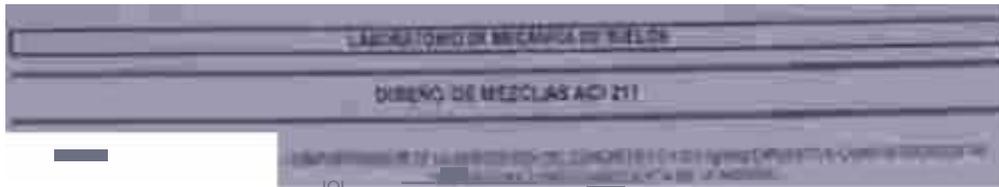
	UNIDAD	RESULTADOS	
		1	2
Presión de compactación (kN/m²)	kN/m²	1000.0	1000.0
Presión de compactación (psi)	psi	144.2	144.2
Presión de compactación (kg/cm²)	kg/cm²	1.020	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	ton/cm²	0.102	0.102
Presión de compactación (kg/cm²)	kg/cm²	1.020	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	ton/cm²	0.102	0.102

Presión de compactación (kN/m²)	1000.0
Presión de compactación (psi)	144.2
Presión de compactación (kg/cm²)	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	0.102
Presión de compactación (kg/cm²)	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	0.102

Presión de compactación (kN/m²)	1000.0
Presión de compactación (psi)	144.2
Presión de compactación (kg/cm²)	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	0.102
Presión de compactación (kg/cm²)	1.020
Presión de compactación (ton/cm²)	0.102

e 6 .,p..1.v,,



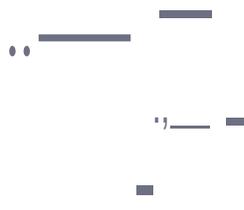


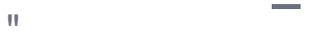
ca,eu,o

Fig. 1 211 kg/cm<sup>2</sup>



OI-IGDI — fa(I :au





0  
3



330 000000



111  
\*333\*

11





# AtNIM'Mt11

1

...? ...? ...?



The central area contains several small, mostly illegible images and text fragments. At the top right, there is a small box with the text "AtNIM'Mt11" and "2011 April 10". Below this, there are several small, dark, rectangular shapes, some of which appear to be fragments of text or images. The overall appearance is that of a collage or a set of data points.



1

1 0 — 1

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 INGENIERÍA DE OBRAS DE CONCRETO  
 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

ESPECIMEN	RESISTENCIA (MPa)	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (psi)
1	25.5	255	3687
2	25.5	255	3687
3	25.5	255	3687

DETERMINACIONES Y RESULTADOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Lima, Perú

•





•

— CZNIWDULM c:tIAI: VAWJO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL VALLE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CERTIFICADO DE NOTURIA ASTRUCIA

ALCANTARA, CONCRETO FC-400 Agrietado y Embarso a Compresión Horizontal

CONSTRUCCION DE UN BARRIO

FECHA DE EMISIÓN: 23/04/2014

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA COMPRESIÓN

Nº de muestra	Descripción	Forma de Embarso	Forma de Agrietamiento	Valor	Observaciones
1				0.11	
2				0.11	
3				0.11	
4				0.11	
5				0.11	
6				0.11	
7				0.11	
8				0.11	
9				0.11	
10				0.11	
11				0.11	
12				0.11	
13				0.11	
14				0.11	
15				0.11	
16				0.11	
17				0.11	
18				0.11	
19				0.11	
20				0.11	
21				0.11	
22				0.11	
23				0.11	
24				0.11	
25				0.11	
26				0.11	
27				0.11	
28				0.11	
29				0.11	
30				0.11	
31				0.11	
32				0.11	
33				0.11	
34				0.11	
35				0.11	
36				0.11	
37				0.11	
38				0.11	
39				0.11	
40				0.11	
41				0.11	
42				0.11	
43				0.11	
44				0.11	
45				0.11	
46				0.11	
47				0.11	
48				0.11	
49				0.11	
50				0.11	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL VALLE

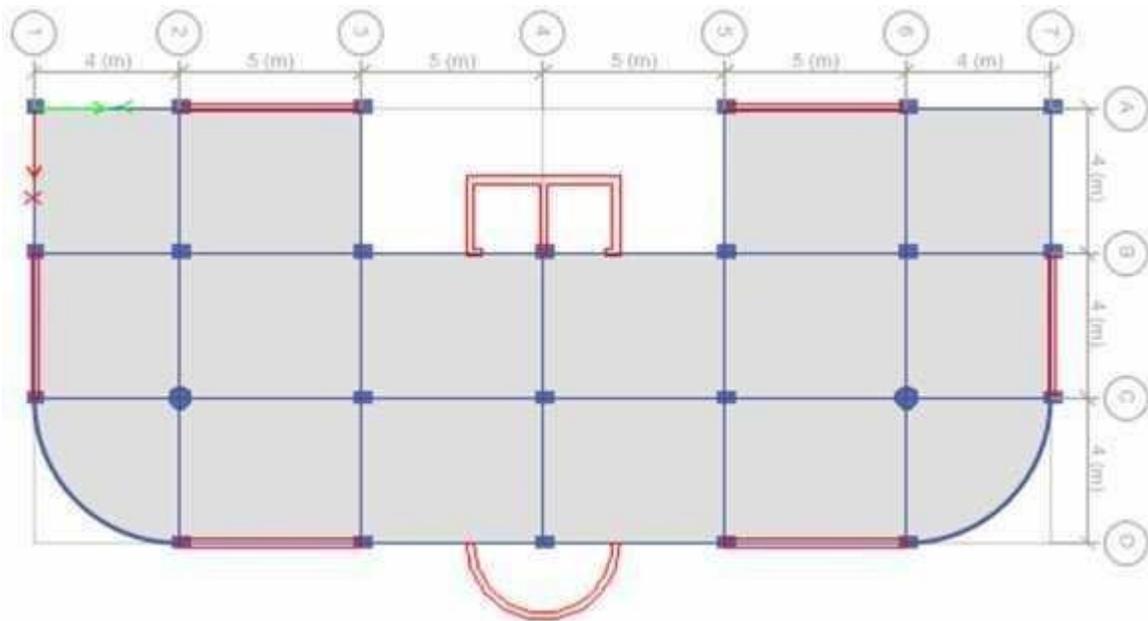
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

VALLE, 23 DE ABRIL DE 2014

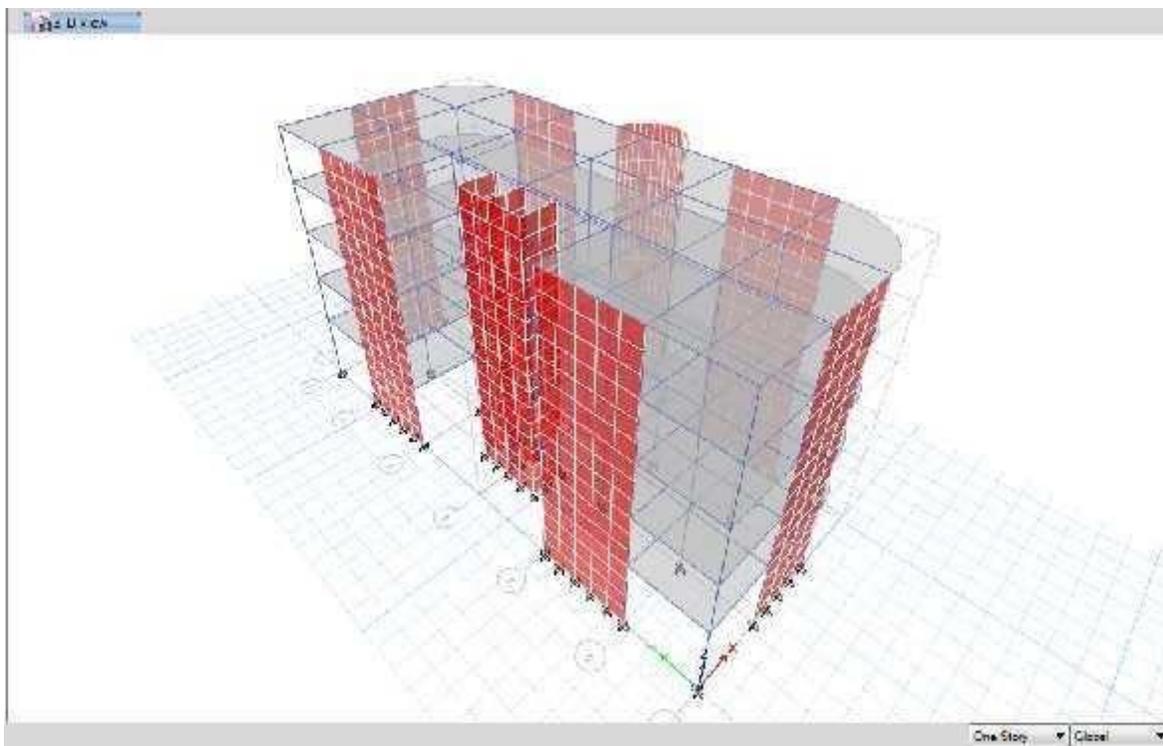
ING. JUAN CARLOS GARCÍA



Se tiene una estructura de cinco niveles de dimensiones como se muestra en la imagen:



**Ilustración 7. Vista en Planta de la Edificación modelada en ETABS**



**Ilustración 8. Vista 3D de la estructura modelada.**

En la siguiente Tabla se especifican todos los datos de la estructura modelada:

**Tabla 15. Datos generales de la edificación**

<b>USO</b>	Oficinas	<b>MUROS</b>	e = 0.2 m
<b>UBICACIÓN</b>	Chiclayo	<b>ASCENSOR</b>	2.00 x 4.00 m
<b>SUELO</b>	Flexible	<b>ESCALERA</b>	r = 2.00 m
<b>VIGAS X-X</b>	0.3 x 0.4 m	<b>CONCRETO</b>	f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>VIGAS Y-Y</b>	0.3 x 0.5 m	<b>ACERO</b>	f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup>
<b>COL. RECTANG.</b>	0.4 x 0.5 m	<b>ALTURA 1 NIVEL</b>	4 m
<b>COL. CIRCULAR</b>	∅ = 0.6 m	<b>ALTURA 2-5 NIVEL</b>	3 m
<b>LOSA</b>	Aligerada en dos direcciones	<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	Muros Estructurales

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 15:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera descriptiva los datos generales que serán considerados para modelar la estructura en el software ETABS.

Todos los resultados de las derivas de entrepiso obtenidas por el software ETABS por cada rango de temperatura:

**Tabla 16. Resistencia f'c=210kg/cm<sup>2</sup> en dirección X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	X	0.0055	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	X	0.0058	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	X	0.0057	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	X	0.0048	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	X	0.0027	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 16:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto patrón en la dirección X.

**Tabla 17. Resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en dirección Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	Y	0.0021	OK
Story4	DERIVA Max	Y	0.0022	OK
Story3	DERIVA Max	Y	0.0021	OK
Story2	DERIVA Max	Y	0.0018	OK
Story1	DERIVA Max	Y	0.0010	OK

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 17:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto patrón en la dirección Y.

**Tabla 18. Sometida a  $350^{\circ}\text{C}$  en dirección X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	X	0.0056	OK
Story4	DERIVA Max	X	0.0059	OK
Story3	DERIVA Max	X	0.0057	OK
Story2	DERIVA Max	X	0.0049	OK
Story1	DERIVA Max	X	0.0027	OK

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 18:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto sometido a  $350^{\circ}$  en la dirección X. Se puede interpretar que las derivas han crecido de manera mínima en el segundo, cuarto y quinto piso.

**Tabla 19. Sometida a  $350^{\circ}\text{C}$  en dirección Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	Y	0.0021	OK
Story4	DERIVA Max	Y	0.0022	OK
Story3	DERIVA Max	Y	0.0021	OK
Story2	DERIVA Max	Y	0.0018	OK
Story1	DERIVA Max	Y	0.0011	OK

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 19:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para

la resistencia del concreto sometido a 350° en la dirección Y. Se puede interpretar que las derivas en el primer piso se incrementado mínimamente

**Tabla 20. Sometida a 450° C en dirección X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	X	0.0064	OK
Story4	DERIVA Max	X	0.0067	OK
Story3	DERIVA Max	X	0.0065	OK
Story2	DERIVA Max	X	0.0055	OK
Story1	DERIVA Max	X	0.0031	OK

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 20:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto sometido a 450° en la dirección X. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado, siendo la del cuarto nivel la más próxima al límite permisible.

**Tabla 21. Sometida a 450° C en dirección Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	Y	0.0024	OK
Story4	DERIVA Max	Y	0.0025	OK
Story3	DERIVA Max	Y	0.0024	OK
Story2	DERIVA Max	Y	0.0021	OK
Story1	DERIVA Max	Y	0.0012	OK

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 21:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto sometido a 450° en la dirección Y. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado ligeramente pero aún muy alejados del límite permisible y esto debido a la rigidez aportada por todos los elementos estructurales.

**Tabla 22. Sometida a 550° C en dirección X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
-------	-----------------	-----------	-------	---------

Story5	DERIVA Max	X	0.0071	<b>NO</b>
Story4	DERIVA Max	X	0.0075	<b>NO</b>
Story3	DERIVA Max	X	0.0073	<b>NO</b>
Story2	DERIVA Max	X	0.0062	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	X	0.0034	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 22:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas no cumplen para la resistencia del concreto sometido a 550° en la dirección X. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado, siendo la del tercer, cuarto y quinto nivel las que exceden de 0.007 establecido por el RNE.

**Tabla 23. Sometida a 550° C en dirección Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	Y	0.0027	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	Y	0.0028	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	Y	0.0027	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	Y	0.0023	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	Y	0.0013	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 23:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto sometido a 550° en la dirección Y. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado ligeramente pero aún muy alejados del límite permisible y esto debido a la rigidez aportada por todos los elementos estructurales.

**Tabla 24. Sometida a 650° C en dirección X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	X	0.0078	<b>NO</b>
Story4	DERIVA Max	X	0.0083	<b>NO</b>

Story3	DERIVA Max	X	0.0080	<b>NO</b>
Story2	DERIVA Max	X	0.0068	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	X	0.0038	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 24:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas no cumplen para la resistencia del concreto sometido a 650° en la dirección X. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado, siendo la del tercer, cuarto y quinto nivel las que exceden de 0.007 establecido por el RNE.

**Tabla 25. Sometida a 650° C en dirección Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	Y	0.0029	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	Y	0.0031	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	Y	0.0030	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	Y	0.0025	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	Y	0.0015	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 25:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto sometido a 650° en la dirección Y. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado ligeramente pero aún muy alejados del límite permisible y esto debido a la rigidez aportada por todos los elementos estructurales.

**Tabla 26. Sometida a 750° C en dirección X**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	X	0.0083	<b>NO</b>
Story4	DERIVA Max	X	0.0088	<b>NO</b>

Story3	DERIVA Max	X	0.0085	<b>NO</b>
Story2	DERIVA Max	X	0.0073	<b>NO</b>
Story1	DERIVA Max	X	0.0040	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 26:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas no cumplen para la resistencia del concreto sometido a 750° en la dirección X. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado, siendo la del segundo, tercer, cuarto y quinto nivel las que exceden de 0.007 establecido por el RNE.

**Tabla 27. Sometida a 750° C en dirección Y**

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	CUMPLE?
Story5	DERIVA Max	Y	0.0031	<b>OK</b>
Story4	DERIVA Max	Y	0.0033	<b>OK</b>
Story3	DERIVA Max	Y	0.0032	<b>OK</b>
Story2	DERIVA Max	Y	0.0027	<b>OK</b>
Story1	DERIVA Max	Y	0.0016	<b>OK</b>

*Fuente: Modelado en ETABS*

**Análisis de la Tabla 27:** En esta tabla se da a conocer al lector de manera resumen los datos obtenidos en el software ETABS que las derivas obtenidas cumplen para la resistencia del concreto sometido a 750° en la dirección Y. Se puede interpretar que las derivas en todos los pisos se han incrementado ligeramente pero aún muy alejados del límite permisible y esto debido a la rigidez aportada por todos los elementos estructurales.

## Panel de fotos



**Ilustración 9. Ensayos de Laboratorio de Suelos**



**Ilustración 10. Balanza utilizada en el laboratorio**



**Ilustración 11. Cono de Abrahams o Slump**



**Ilustración 12. Probetas recién elaboradas**



**Ilustración 13. Curado de Probetas de Concreto**



**Ilustración 14. Curado de Probetas de Concreto**



**Ilustración 15. Medición de la temperatura inicial de los testigos de concreto.**



**Ilustración 16. Testigos de concreto en el horno a 350° C**



**Ilustración 17. Testigos de concreto en el horno a 450° C**



**Ilustración 18. Testigos de concreto en el horno a 550° C**



**Ilustración 19. Testigos de concreto en el horno a 650° C**



**Ilustración 20. Testigos de concreto en el horno a 750° C**



**Ilustración 21. Procedimiento de extracción de los testigos del horno**



**Ilustración 22. Regulación de la temperatura de las probetas con agua**



**Ilustración 23. Regulación de la temperatura de las probetas con agua**



**Ilustración 24. Evaporación instantánea del agua debido a la elevada temperatura del concreto.**



**Ilustración 25. Medición de las dimensiones de las probetas de concreto.**



**Ilustración 26. Colocación de la probeta en el equipo para realizar el ensayo.**



**Ilustración 27. Rotura de Probetas**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL

UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> UCV	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo **Jenny Noemí Oncoy Vásquez**, identificado con DNI N° **16797651** egresada de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: **COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c-210KG/CM2 EXPUESTO A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURAS, DEBIDO A LA EXTINCIÓN DE UN INCENDIO**; 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: 16797651

FECHA: 09 de enero del 2019

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

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD



AOT-076-18/UCV-DI-CH

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Dr. Herry Lloclla Gonzales, Director de Investigación, y revisor del trabajo académico titulado: "COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 EXPUESTO A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURAS, DEBIDO A LA EXTINCION DE UN INCENDIO".

De la Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:  
**ONCOY VASQUEZ, JENNY NOEMI**

Constato que, el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del **20%**, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio; en tanto, cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Pimentel, 20 de Diciembre de 2018.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC.  
*Herry Lloclla Gonzales*  
Dr. Herry Lloclla Gonzales  
DIRECTOR DE INVESTIGACION  
CAMPUS CHILAYO



## REPORTE - ONCOY VASQUEZ

### INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

17%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.uns.edu.pe](http://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

2

[pirhua.udep.edu.pe](http://pirhua.udep.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

3

[repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Fuente de Internet

2%

5

[www.monografias.com](http://www.monografias.com)

Fuente de Internet

2%

6

Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León

Trabajo del estudiante

1%

7

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1%

8

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%



# 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

EP DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ONCOY VASQUEZ JENNY NOEMI

INFORME TÍTULADO:

COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO  $FC=210$   
KG/CM<sup>2</sup> EXPUESTO A CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURAS,  
DEBIDO A LA EXTINCIÓN DE UN INCENDIO

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 21/01/2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR UNANIMIDAD



*[Handwritten signature]*  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN