

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME DE TESIS**

**INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL  
DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
EN UN CONCRETO F'C = 175 KG/CM<sup>2</sup> Y 210 KG/CM<sup>2</sup>  
CHACHAPOYAS-AMAZONAS 2016**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. VALLE GÓMEZ, QUELMER**

**ASESOR: Ing. SALDAÑA NUÑEZ, JOHN HILMER**

**CHACHAPOYAS – AMAZONAS - PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME DE TESIS**

**INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL  
DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
EN UN CONCRETO  $F'C = 175 \text{ KG/CM}^2$  Y  $210 \text{ KG/CM}^2$   
CHACHAPOYAS-AMAZONAS 2016**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Bach. VALLE GÓMEZ, QUELMER**

**ASESOR: Ing. SALDAÑA NUÑEZ, JOHN HILMER**

**CHACHAPOYAS – AMAZONAS - PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres y Familiares:*

*Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy,  
en toda mi educación, tanto académica, como  
de la vida, por su incondicional apoyo.*

*Todo este trabajo ha sido posible gracias a  
ellos.*

*Ya que fueron el mejor ejemplo a seguir y la  
mayor fuente de inspiración en mi vida.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por permitirme vivir y disfrutar cada día, a mis padres y familiares por enseñarme el camino correcto de la vida para poder triunfar, permitiéndome llegar a la culminación de un logro más en mi vida.*

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE  
AMAZONAS**

**Dr. Policarpio Chauca Valqui  
RECTOR**

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón  
VICERRECTOR ACADÉMICO**

**Dra. Flor Teresa García Huamán  
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres  
DECANO DE LA FAC. DE ING. CIVIL Y AMBIENTAL**

## VISTO BUENO DEL ASESOR

Yo, JOHN HILMER, SALDAÑA NUÑEZ, Docente de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), como asesor de la tesis titulada: **“INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C = 175 Y 210 KG/CM<sup>2</sup>, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2016”** elaborado por el Bachiller Quelmer Valle Gómez, considero que cumple con los requisitos de fondo y de forma, por lo que **DOY EL VISTO BUENO** respectivo para su evaluación y sustentación correspondiente.

Por lo tanto:

Firmo la presente para mayor constancia.

Chachapoyas, 19 de febrero del 2018

---

**Ing. John Hilmer, Saldaña Nuñez**  
Asesor

**JURADO EVALUADOR**

---

**Dr. Juan Manuel Garay Román**  
**Presidente**

---

**Ing. Jorge Chávez Guivin**  
**Secretario**

---

**Ing. Juan Alberto Romero Moncada**  
**Vocal**

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, QUELMER VALLE GOMEZ, identificado con DNI N° 44740231 estudiante de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Facultad de INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:  
“INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C = 175 Y 210 KG/CM<sup>2</sup>. CHACHAPOYAS-AMAZONAS 2016”  
La misma que presento para optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 18 de febrero del 2018

.....  
Quelmer Valle Gómez  
DNI N° 44740231

## INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	iv
JURADO EVALUADOR.....	v
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	vi
INDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. OBJETIVOS.....	20
2.1. Objetivo general:.....	20
2.2. Objetivos específicos:.....	20
III. MARCO TEÓRICO.....	21
3.1. Antecedentes de la investigación.....	21
<b>3.1.1. Antecedentes internacionales</b> .....	21
<b>3.1.2. Antecedentes nacionales</b> .....	22
3.2. Bases Teóricas.....	23
<b>3.2.1. Concreto</b> .....	25
<b>3.2.2. Aditivos</b> .....	34
3.3. Definición de términos básicos.....	43
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	46
4.1. Objeto de estudio.....	46
4.2. Diseño de investigación.....	46
4.3. Población, Muestra y Muestreo.....	47
<b>4.3.1. Población</b> .....	47
<b>4.3.2. Muestra</b> .....	48
<b>4.3.3. Muestreo</b> .....	48

4.4.	Métodos .....	48
<b>4.4.1.</b>	<b>Método deductivo .....</b>	48
<b>4.4.2.</b>	<b>Método inductivo .....</b>	48
<b>4.4.3.</b>	<b>Método analítico .....</b>	48
4.5.	Técnicas .....	49
4.6.	Instrumentos.....	49
4.7.	Procedimiento .....	49
4.8.	Análisis de datos .....	52
V.	RESULTADOS .....	53
5.1.	Análisis de datos para concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ .....	53
<b>5.1.1.</b>	<b>Aditivo Z Fragua N° 5 .....</b>	53
<b>5.1.2.</b>	<b>Aditivo Chema 3. ....</b>	59
<b>5.1.3.</b>	<b>Aditivo Sika R Sem Acelerante Pe. ....</b>	65
5.2.	Análisis comparativo de los 3 aditivos para una resistencia $f'c = 175\text{ kg/cm}^2$ .....	71
5.3.	Análisis de datos para concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .....	75
<b>5.3.1.</b>	<b>Aditivo Z Fragua N° 5.....</b>	75
<b>5.3.2.</b>	<b>Aditivo Chema 3. ....</b>	80
<b>5.3.3.</b>	<b>Aditivo Sika R Sem Acelerante Pe. ....</b>	85
5.4.	Análisis comparativo de los 3 aditivos para una resistencia $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ .....	91
VI.	DISCUSIÓN.....	95
VII.	CONCLUSIONES.....	101
VIII.	RECOMENDACIONES .....	103
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	104
ANEXOS.....		106
ANEXO N° 01.-	RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO. ....	106
ANEXO N° 02.-	RESULTADOS DE ROTURA DE PROBETAS. ....	131
ANEXO N° 03.-	PANEL FOTOGRAFICO.....	139

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.- Valores máximos admisibles de sales y cloruros .....	33
Tabla N° 02.- Diseño en bloque completo al azar (DBCA) .....	47
Tabla N° 03.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Z Fragua N° 05 - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	53
Tabla N° 04.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Z Fragua N° 05 vs Resistencia del concreto sin aditivo - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .....	54
Tabla N° 05.- Estadística descriptiva aditivo Z Fragua N° 05 – f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . 56	
Tabla N° 06.- Correlación de Pearson Z Fragua N° 05: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .....	56
Tabla N° 07.- Correlación de Pearson Z Fragua N° 05: Resistencia vs Días - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	57
Tabla N° 08.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Z Fragua N° 05 - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	57
Tabla N° 09.- Resistencia a la compresión del concreto , aditivo Chema 3 - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	59
Tabla N° 10.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Chema 3 vs Resistencia del concreto sin aditivo - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .....	59
Tabla N° 11.- Estadística descriptiva aditivo Chema 3 - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .....	61
Tabla N° 12.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	62
Tabla N° 13.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	62
Tabla N° 14.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Chema 3 - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .....	63
Tabla N° 15.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - f'c=175 kg/cm <sup>2</sup> .....	65

Tabla N° 16.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe vs Resistencia del concreto sin aditivo - $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	65
Tabla N° 17.- Estadística descriptiva aditivo Sika R Sem Acelerante - $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	67
Tabla N° 18.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo - $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	68
Tabla N° 19.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo - $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	69
Tabla N° 20.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	69
Tabla N° 21.- Resistencia promedio de los tres aditivos a los 0, 7, 14 y 28 días para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> .....	71
Tabla N° 22.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Z Fragua N° 5 - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . ....	75
Tabla N° 23.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Z Fragua vs Resistencia del concreto sin aditivo - - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	75
Tabla N° 24.- Estadística descriptiva aditivo Z Fragua N° 05 - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> ..	77
Tabla N° 25.- Correlación de Pearson Z Fragua N ° 05: Resistencia vs % de Aditivo - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	78
Tabla N° 26.- Correlación de Pearson Z Fragua N° 05: Resistencia vs % de Aditivo - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	78
Tabla N° 27.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Z Fragua N° 05 - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . ....	79
Tabla N° 28.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Chema 3 - - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . ....	80
Tabla N° 29.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Chema 3 vs Resistencia del concreto sin aditivo - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	81
Tabla N° 30.- Estadística descriptiva aditivo Chema 3 - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	82

Tabla N° 31.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	83
Tabla N° 32.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	83
Tabla N° 33.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Chema 3 - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	84
Tabla N° 34.- Resistencia a la compresión con aditivo Sika R Sem Acelerante - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	85
Tabla N° 35.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe vs Resistencia del concreto sin aditivo - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	86
Tabla N° 36.- Estadística descriptiva aditivo Sika R Sem Acelerante - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> .  .....	87
Tabla N° 37.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	88
Tabla N° 38.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	88
Tabla N° 39.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - f'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	89
Tabla N° 40.- Resistencia promedio de los tres aditivos a los 0, 7, 14 y 28 días para concreto f'c=210kg/cm <sup>2</sup> . .....	91
Tabla N° 41.- Resultados de rotura de probetas a distintos días, para un concreto F'c = 175kg/cm <sup>2</sup> . .....	131
Tabla N° 42.- Resultados de rotura de probetas a distintos días, para un concreto F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> . .....	132
Tabla N° 43.- Análisis de variación para aditivo Z Fragua N° 5 y un concreto F'c = 175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	133
Tabla N° 44.- Análisis de variación para aditivo Chema 3 y un concreto F'c = 175 kg/cm <sup>2</sup> . .....	134

Tabla N° 45.- Análisis de variación para aditivo Sika R Sem Acelerante Pe y un concreto F'c = 175 kg/cm <sup>2</sup> .....	135
Tabla N° 46.- Análisis de variación para aditivo Z Fragua N° 5 y un concreto F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	136
Tabla N° 47.- Análisis de variación para aditivo Chema 3 y un concreto F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	137
Tabla N° 48.- Análisis de variación para aditivo Z Fragua N° 5 y un concreto F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	138

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01.- Cemento EXTRA FORTE PACASMAYO .....	28
Figura N° 02.- Diagrama de flujo del proceso de investigación .....	51
Figura N° 03.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Z fragua N° 05 - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	54
Figura N° 04.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Z Fragua N° 05 - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	55
Figura N° 05.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Z Fragua N° 05 - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	58
Figura N° 06.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Chema 3 - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	60
Figura N° 07.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Chema 3 - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	61
Figura N° 08.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Chema 03 - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	64
Figura N° 09.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	66
Figura N° 10.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=175$ $\text{kg/cm}^2$ .....	67
Figura N° 11.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	70
Figura N° 12.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 7 días - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	72
Figura N° 13.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 14 días - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	73
Figura N° 14.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 28 días - $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .....	74

Figura N° 15.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Z Fragua N° 05 - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	76
Figura N° 16.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Z Fragua N° 05 - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	77
Figura N° 17.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Z Fragua N° 05 - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	79
Figura N° 18.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Chema 3 - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
Figura N° 19.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Chema 3 - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	82
Figura N° 20.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Chema 3 - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
Figura N° 21.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	86
Figura N° 22.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	87
Figura N° 23.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Sika R Sem Acelerante Pe - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	89
Figura N° 24.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 7 días - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	92
Figura N° 25.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 14 días - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	93
Figura N° 26.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 14 días - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	94

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar la influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Chachapoyas. El diseño de investigación utilizado fue experimental, siguiendo los métodos inductivo, deductivo y analítico, con un tipo de muestreo probabilístico, según las unidades experimentales necesarias como mínimo 3 repeticiones. Los factores evaluados fueron los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe y su influencia para aumentar la resistencia inicial tanto de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Para determinar el mejor aditivo se elaboraron probetas con 2.5%, 3% y 3.5% de aditivo respecto al volumen de la bolsa de cemento, luego se realizó la rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días de edad y se compararon las resistencias con datos de rotura de probetas elaboradas sin aditivos. Los datos fueron procesados en hojas de cálculo Microsoft Excel 2016, así como también se utilizó el software estadístico SPSS V23.0 para el análisis de los indicadores de correlación. La principal conclusión fue que el aditivo acelerante que mayor efecto tuvo aumentando la resistencia inicial del concreto fue es el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, además de ser el más económico.

**PALABRAS CLAVES:** Aditivo, resistencia, acelerante, concreto.

## ABSTRACT

The purpose of this investigation was to determine the influence of three accelerating additives in the development of the compressive strength in a concrete  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$  and  $210 \text{ kg / cm}^2$  in the city of Chachapoyas. The research design used was experimental, following the inductive, deductive and analytical methods, with a type of probabilistic sampling, according to the experimental units needed at least 3 repetitions. The factors evaluated were the additives Z Forge N ° 05, Chema 3 and Sika R Sem Accelerating Pe and their influence to increase the initial strength of both concrete  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$  and  $210 \text{ kg / cm}^2$ . To determine the best additive, samples were made with 2.5%, 3% and 3.5% additive with respect to the volume of the cement bag, then the test pieces were broken at 7, 14 and 28 days of age and the resistances were compared. with breakage data of test pieces made without additives. The data were processed in Microsoft Excel 2016 spreadsheets, as well as the statistical software SPSS V23.0 was used for the analysis of the correlation indicators. The main conclusion was that the accelerating additive that had the greatest effect increasing the initial strength of the concrete was the additive Sika R Sem Accelerante Pe, besides being the most economical.

**KEY WORDS:** Additive, strength, accelerant, concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el mundo en que vivimos el concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados en las diferentes obras de construcción de los países del mundo en las provincias regiones y sectores que se requiera una construcción, por tanto, se hace indispensable que se conozcan sus propiedades mecánicas: Resistencia a la compresión, tracción, flexión, corte, etc.

El concreto se considera un material pétreo, durable y resistente; pero, dado que se trabaja en su forma fluida o plástica, puede adquirir prácticamente cualquier forma. Esta combinación de características es la razón principal por la que es un material de construcción tan popular, empleado para todo tipo de construcciones. La resistencia del concreto depende de la calidad y proporción de los materiales que lo componen, de la calidad de la mano de obra y de los cuidados posteriores al vaciado. (Castellón & De la Ossa, 2013)

El cemento es un insumo primordial para el desarrollo y crecimiento de un país. Su participación en el sector de la construcción es el más determinante, y este es uno de los sectores con mayor importancia en el producto interno bruto del mismo. La característica más relevante en la medición de la calidad del concreto es su resistencia a la compresión. Por lo tanto, es trascendental conocer como varía esta resistencia con relación a la variación de sus componentes, en especial con respecto al tipo de cemento utilizado para su elaboración. (Castellón & De la Ossa, 2013)

En años recientes no se han realizado estudios con respecto a la variación de la resistencia a la compresión del concreto en relación con los diferentes tipos de cementos utilizados para su elaboración utilizando muchas veces aditivos. Por ello es de gran importancia para todos los profesionales que están relacionados con el ámbito de la construcción contar con la suficiente información acerca de los cementos con los cuales se trabaja, esto debido a que el cemento representa el elemento activo dentro de la mezcla de concreto o mortero y cualquier variación en sus características repercutiría en las propiedades de éstos. (Castellón & De la Ossa, 2013)

Perú, es un país con muchos tipos de climas, por eso en el proceso constructivo en cada parte del país es diferente; muchas veces, como es el caso donde hay climas fríos se necesitará de un fraguado más rápido, otros casos serán para la fabricación de elementos prefabricados, pos tensados o pretensados; también para la fabricación de tubos. En otras ocasiones se necesitará un fraguado más lento, ya sea porque el clima es cálido o porque se necesita transportar el concreto a una larga distancia, y con su utilización se podrían obtener ciertas propiedades de manera más efectiva que por otros medios, mencionando también la capacidad de superar ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado. (Castellón & De la Ossa, 2013)

En general los aditivos, a diferencia muchas veces del cemento, los agregados y el agua, no son componentes muy esenciales para la mezcla del concreto, pero son importantes y su uso se extiende cada vez más por el aporte que hacen a la economía de la mezcla; y la necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor es necesario en toda construcción.

El presente proyecto está dirigido al estudio de la influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 175$  y  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Chachapoyas de la región Amazonas utilizando para ello cemento Pacasmayo Extraforte ICo, analizando la influencia que tienen los aditivos acelerantes Z fragua N°5, Chema 3 y Sika R Cem Acelerante PE Vs. La resistencia a la compresión en concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , lo cual es necesario investigar para este estudio y generalizarlo para la el área de la construcción y sirva para el uso de los constructores en nuevas investigaciones, teniendo en cuenta que este tipo de información se maneja de una manera muy empírica muchas veces en nuestra ciudad.

Un problema del distrito de Chachapoyas, es que se encuentra ubicada geográficamente al norte del Perú a una altura promedio de 2350 msnm, con temperatura promedio de  $14^\circ\text{C}$  que oscilan entre los  $12^\circ\text{C}$  y  $18^\circ\text{C}$  de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas, por ello se requiere de un nivel técnico apropiado para su ejecución.

En la ciudad de Chachapoyas, las losas de las edificaciones se construyen convencionalmente sin el uso de ningún aditivo para acelerar el proceso constructivo, no logran una fragua más rápida y al mismo tiempo no logran la máxima resistencia en siete días; dejando de esta manera de colocar los revestimientos (cerámicos, parquet, porcelanato) antes del tiempo indicado.

De este modo, en la investigación se evaluará si los tres aditivos influyeron significativamente en la resistencia a la compresión para que sirva como conclusión relevante en la mezcla de concreto elaborada con cemento Pacasmayo Extraforte ICo, elaborando con o sin aditivos la muestra y probar con la convencional evaluando así la resistencia a la compresión y se pueda analizar aquellos aditivos que retienen mejor el agua para tener mejor superficie de hidratación, entonces los tiempos de fraguado serán menores, lo cual se traduce en un incremento en la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta la relación agua, aditivos acelerantes con el cemento Pacasmayo Extraforte ICo, y observar cual fue óptimo para el diseño de la fuerza a la compresión, ya que la relación para las tres muestras de concreto será utilizando los tres aditivos acelerantes y sin aditivos.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general:

- Determinar la influencia de tres aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE) en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210\text{kg/cm}^2$ .

### 2.2. Objetivos específicos:

- Determinar el tiempo que alcanzó la máxima resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210\text{kg/cm}^2$  con los tres aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE).
- Determinar la resistencia máxima con los tres aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE) en los periodos de ensayo.
- Identificar el aditivo acelerante que mejor efecto tuvo en la utilización del vaciado de elementos de estructuras convencionales.
- Proponer el uso de aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE) bajo ciertos parámetros y características en la resistencia a la compresión.
- Determinar las cantidades de agregados a utilizar con el uso de aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE).

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. Antecedentes de la investigación**

Posiblemente el uso de materiales cementantes se remota a tiempos muy antiguos, donde las primeras civilizaciones vieron la necesidad de construir sus refugios para su protección, utilizando arcilla o mezclas de arena, cal y agua para unir las piedras, de esta manera conformar las edificaciones que les servía de refugio y protección.

La acción de estas mezclas, de piedra triturada, tejas o ladrillo, dieron el origen del primer concreto de la historia. Los romanos posiblemente copiaron estos métodos de los griegos, pero empezaron a utilizar esta metodología para sus construcciones como las fachadas de sus casas. Que con anterioridad al año 300 A.C. ya se encontraron registros de construcciones con este tipo de mortero (morteros de cal viva) que no eran resistentes a la acción del agua. y se fueron inventando nuevos materiales de construcción en el transcurso de la historia hasta contar en la actualidad con el cemento portland.

Existen muchos antecedentes relacionados a este estudio, los cuales sirvieron para realizar la discusión de la investigación y como sustento para tener una base teórica para esta investigación, por lo cual se presentan estudios anteriores a nivel internacional, nacional y local que se detallan a continuación.

##### **3.1.1. Antecedentes internacionales**

Castellón y de la Ossa (2013), en su tesis de grado “estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo i y tipo iii, modificados con aditivos acelerantes y retardantes”, la cual tuvo como objetivo principal evaluar la dosificación de aditivos para la resistencia al concreto, llegaron a la conclusión que la dosificación de los aditivos debe hacerse siguiendo las instrucciones de los fabricantes, pues utilizados en cantidades menores o mayores a las recomendadas no producen los efectos deseados sobre la resistencia del concreto.

Así también, Fuentes, J. (2008), en su estudio “modelamiento de la respuesta mecánica del cemento puzolánico mediante la adición de zeolita tipo y curado al aire”, tuvo como objetivo principal determinar el porcentaje (%) de variación en la resistencia a la compresión de la pasta de cemento tipo I curado al ambiente, cuando se le adiciona 10 % de zeolita. Se llegó a la conclusión, que la mezcla con un 20 % de zeolita presentó la mayor resistencia a la compresión para los correspondientes días de curado en un 3.88 %, respecto al cemento tipo I y en un 80.60 % respecto al cemento tipo IV, lo cual evidencio una resistencia a la compresión óptima para el concreto.

Costa, J. (2010), en la VIII Jornada Iberoamericana de Materiales de Construcción, realizado en Lima, Perú acerca de los materiales de construcción: concluyó que los materiales de construcción deber ser los adecuados para los trabajos que se realicen, según las especificaciones técnicas que se tienen que tomar en cuenta con una verificación continua del trabajo realizado.

### **3.1.2. Antecedentes nacionales**

Anicama, G. (2010), en su estudio experimental del “empleo de materiales de desecho de procesos mineros en aplicaciones prácticas con productos cementicios”, tuvo como objetivo principal analizar el comportamiento del diseño GA-ANDAY. Las conclusiones fueron que con el diseño empleado al 25 %, se obtuvo 100 Kg/cm<sup>2</sup> con sólo 189.5 kg de cemento. Según la experiencia de UNICON para obtener una resistencia de 100 kg/cm<sup>2</sup> se utilizó 210 Kg de cemento, por lo tanto, se obtuvo un ahorro de 20.5 kg/m<sup>3</sup> de cemento. En general se demostró que para concretos de baja resistencia se pueden obtener ahorros considerables de cemento.

Así también, Huincho Salvatierra (2011), en su estudio “concreto a la alta resistencia utilizando aditivo súper plastificante, micro sílice y nano sílice con cemento portland tipo I”, logró obtener un concreto de alta resistencia a la compresión con un valor de 1423 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de los 90 días y que además tiene la propiedad de ser un concreto auto compactado.

(Ysquierdo Villanueva, 2015), en su investigación “Estudio de la influencia del aditivo Chema Estruct en la resistencia a la compresión del concreto con cemento Pacasmayo y cemento Inca”, determinó que la proporción óptima de aditivo fue de 425 ml/bolsa de cemento, la cual se utilizó en el diseño de mezcla de los grupos experimentales.

(Torres Trigoso, 2013), en su estudio experimental “Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con aditivo SIKA RAPID 1”, tuvo como objetivo evaluar la variación de la resistencia a la compresión de la concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  usando aditivo SIKA RAPID 1; usando diferentes porcentajes de aditivo y así escoger el porcentaje óptimo tomando en cuenta la incidencia en la Resistencia a la Compresión y el costo producido.

Se concluyó que el porcentaje adecuado fue el 1 % de aditivo puesto que la resistencia a la compresión con el porcentaje de 1% fue mayor que 0.5 % en 3.86 % y para el-porcentaje de 1.5 % fue menor en 0.40 % que es un porcentaje muy bajo; y en cuanto al 2 % fue menor en 2.76 %, que no es muy considerable puesto que en proporción es el doble en la cantidad de aditivo y por tanto duplica el costo. Además, el costo por  $\text{m}^3$  de concreto es menor en 1.32 % en comparación a un concreto normal.

### **3.2. Bases Teóricas**

En la actualidad los aditivos acelerantes tienen el propósito de lograr que el concreto desarrolle resistencia rápidamente, por lo tanto, aceleran el proceso de fraguado del cemento. El empleo de este aditivo es útil cuando se desea descimbrar rápido para acelerar el programa de construcción, en ocasiones la falta de cimbra hace que se use este aditivo con el objeto de descimbrar rápido para volver a usar la cimbra en el siguiente colado.

En ocasiones cuando se tiene que colar en un ambiente frío también se usan acelerantes para contrarrestar los efectos de las bajas temperaturas, las cuales normalmente retrasan el fraguado del concreto, con el peligro adicional de que si la temperatura continúa bajando el concreto puede llegar a congelarse. (Abanto F. , 2010)

En la actualidad existen dos tipos de acelerantes, los basados en el cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), y los acelerantes sin cloruros. El cloruro de calcio actúa de una forma compleja con el agua y el cemento, el fenómeno de reacción aún no está perfectamente claro, parece que el cloruro se involucra con las reacciones del C3A, el yeso y el C4AF y actúa también como catalizador del C3S y del C2S acelerando la formación del gel. El cloruro de calcio se adiciona en porcentajes no mayores al 2 % por peso del cemento, además de observarse una ganancia significativa de resistencia a edades tempranas se presentan los siguientes efectos secundarios:

1. Aumenta un poco la trabajabilidad.
2. Combinado con un aditivo inclusor de aire provoca un aumento del contenido de aire.
3. Retiene la humedad en los agregados disminuyendo el sangrado.
4. Favorece la corrosión del concreto reforzado, no se debe usar en el concreto pre esforzado.
5. Aumenta ligeramente la contracción por secado del concreto.
6. Disminuye la durabilidad a largo plazo.
7. Disminuye la resistencia a los sulfatos en el largo plazo.
8. Después de la ganancia rápida en resistencia hay una baja en la evolución de la misma.

Los aditivos acelerantes sin cloruros presentan una gran ventaja puesto que no provocan corrosión, el cloruro de calcio llega a corroer no solamente al concreto reforzado sino también cualquier superficie metálica con la que pueda tener contacto, como por ejemplo el dispensario donde se almacena el propio aditivo. Dependiendo de la marca, el acelerante sin cloruros se puede dosificar para usos normales de 6.5 a 52 ml. por cada kilogramo de cemento. (Abanto F. , 2010).

Los aditivos son sustancias químicas dosificadas  $< 5$  % del peso del cemento, diferente de los agregados, el cemento, el agua, etc. Se agrega al concreto o mortero durante su elaboración o directamente en obra al material ya preparado. Modifica sus propiedades físicas para que se adapte a las especificaciones de la obra en estudio de acuerdo a las necesidades del constructor.

El comportamiento del concreto en las zonas frías, es deficiente ya que a condiciones extremas puede causar un deterioro prematuro en el concreto, los cambios de temperatura no son favorables, para la elaboración de un buen concreto en las zonas frías. (Abanto F. , 2010).

### **3.2.1. Concreto**

El concreto es una mezcla de cemento Pacasmayo Extraforte ICo, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. (Abanto F. , 2010).

CONCRETO = CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE ICo +  
AGREGADOS + AIRE + AGUA

#### **Características**

Entre los factores que hacen del concreto un material de construcción universal tenemos:

La facilidad con que puede colocarse dentro de los encofrados de casi cualquier forma mientras aún tiene una consistencia plástica.

- Su elevada resistencia a la compresión lo que hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión, como columnas y arcos.
- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua, pero el concreto también tiene desventajas.
- Con frecuencia en el concreto se prepara en sitio en condiciones en donde no hay un responsable absoluto de su producción, es decir el control de calidad no es tan bueno.
- El concreto es un material de escasa resistencia a la tracción. Esto hace difícil en elementos estructurales que estén sometidos a tracción por completo (como los tirantes) o en parte de sus secciones transversales (como vigas u otros elementos sometidos a flexión). (Abanto F. , 2010, pág. 12).

Para superar esta limitación se utiliza acero, con su elevada resistencia a tracción. La combinación resultante de ambos materiales, se conoce como concreto armado, posee muchas de las mejores propiedades de cada uno. Esta combinación es la que permite la masiva utilización del concreto armado en la construcción de edificios, puentes, pavimentos, presas, tanques, pilotes, etc. (Abanto F. , 2010, pág. 12).

### **3.2.1.1. Materiales componentes del concreto**

- a. Ligantes: Cemento y agua.
- b. Agregados
- c. Agregado fino: Arena.
- d. Agregado grueso: Grava, piedra chancada, confitillo, escorias de hornos.

#### **Observación:**

CEMENTO PACASMAYO EXTRAFORTE TIPO ICO + AGUA = PASTA  
AGREGADO FINO + AGREGADO GRUESO = HORMIGÓN

Las etapas principales para la producción de un buen concreto son:

- Dosificación.
- Mezclado
- Transporte
- Colocación
- Consolidación
- Curado

### **3.2.1.2. Tipos de concreto**

- a. **Concreto simple.** - Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. El mezclado del agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubiertos por la pasta. (Abanto F. , 2010, pág. 12)

CEMENTO + A. FINO + A. GRUESO + AGUA = CONCRETO SIMPLE

**b. Concreto armado.** - Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto. (Abanto F. , 2010, pág. 18).

CONCRETO SIMPLE + ARMADURAS = CONCRETO ARMADO

**c. Concreto ciclópeo.** - Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubierta hasta 30% como máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar rodeado de concreto simple. (Abanto F. , 2010, pág. 15).

CONCRETO SIMPLE + PIEDRA DESPLAZADORA = CONCRETO CICLÓPEO

### **3.2.1.3. Fraguado y endurecimiento**

La fragua es la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento. Hay dos etapas de fraguado: a) Fraguado inicial cuando la mesa empieza a perder plasticidad; b) Fragua final, cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en bloque rígido. (Abanto F. , 2010, pág. 13).

### **3.2.1.4. Calor de hidratación**

Durante el proceso de endurecimiento se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas y el calor puede liberarse, el calor de hidratación no es importante, pero al vaciarse grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no pueda liberarse fácilmente, resulta un factor a tenerse muy en cuenta; la temperatura que genera la hidratación llega a los 50 °C en prensas, algunos investigadores han observado temperaturas mayores.

Como la temperatura ambiente es menor se producen descensos bruscos de ésta, ocasionando contracciones y en consecuencia rajaduras. (Abanto F. , 2010)

El calor de hidratación del cemento se mide en calorías gramo, cuanto menor sea el calor de hidratación del cemento menor será la temperatura a que se eleve el concreto. (Abanto F. , 2010, pág. 17)

Los calores de hidratación son:

C3S = 120 cal/gr

C3A = 107 cal/gr

C2S = 62 cal/gr

C4AF = 100 cal/gr

### **3.2.1.5. Función que desempeña el yeso en el cemento**

La velocidad con que se desarrolla el endurecimiento del cemento, debe ser controlado dentro del límite para que este sea un producto de útil en la construcción. Si las reacciones fuesen demasiado rápidas, el concreto endurecería rápidamente y no podría ser transportado y colocado sin ocasionarle daño. Si las reacciones fuesen demasiado lentas, la demora en adquirir resistencia sería objetable. Por tanto, la velocidad de reacción debe controlarse. Esto se logra dosificando cuidadosamente la cantidad de yeso que se agrega al Clinker durante la molienda. (Abanto F. , 2010).

### **3.2.1.6. Cemento Pacasmayo Extraforte ICo**

El cemento Extraforte ICo es un cemento de uso general recomendado para columnas, vigas, losas, cimentaciones y otras obras que no se encuentren en ambientes húmedos-salinosos. Este cemento contiene adiciones especialmente seleccionadas y formuladas que le brindan buena resistencia a la compresión, mejor maleabilidad y moderado calor de hidratación. (Pacasmayo, 2016).



**Figura N° 01.- Cemento EXTRA FORTE PACASMAYO**

Fuente: Pacasmayo, 2016.

a) Propiedades

- Mayores resistencias iniciales
- Menores tiempos de fraguado

b) Aplicaciones

- Obras de concreto y concreto armado en general
- Estructuras que requieran un rápido desencofrado
- Concreto en clima frío
- Productos prefabricados
- Pavimentos y cimentaciones

### 3.2.1.7. Agregados

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los concretos y morteros. La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75 % en volumen, de una mezcla típica de concreto. (Abanto F. , 2010)

Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que pueden debilitar el enlace con la pasta de cemento. (Abanto F. , 2010).

#### a) Clasificación

Los agregados naturales se clasifican en: agregados finos y agregado grueso.

**a.1. Agregados finos.** Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la norma INTITEC 400.037. (Abanto F. , 2010)

**a.2. Agregado Grueso.** Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz INTITEC 4.75mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma INTITEC 4000.037. (Abanto F. , 2010, pág. 23)

b) Propiedades principales de los agregados

- **Granulometría**

La granulometría de una masa de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas, y se determina haciendo pasar una muestra representativa del material por una serie de tamices ordenados por abertura, de mayor a menor. (Gómez & Santillán, 2015).

La granulometría se relaciona directamente con la trabajabilidad del concreto, y así con todas las propiedades ligadas a ésta. En esto radica la importancia de estudiar la granulometría de los agregados. (Gómez & Santillán, 2015).

La granulometría de la arena tiene mayor influencia sobre la trabajabilidad que el agregado grueso en razón de su mayor valor de superficie específica. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Tamaño máximo**

Se entiende por tamaño máximo de un agregado la abertura del tamiz o malla menor a través del cual debe pasar como mínimo el 95% o más del material cernido. (Gómez & Santillán, 2015).

El tamaño máximo del agregado generalmente está condicionado por las exigencias de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de las armaduras. (Gómez & Santillán, 2015)

- **Peso unitario**

Es el que se toma como volumen de referencia. Existen dos clases: el suelto, el cual se determina al dejar caer libremente el agregado dentro del recipiente, y el compacto: el material se compacta de modo similar a como se hace con el concreto. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Peso específico**

Es el peso de un cuerpo dividido entre su volumen. Los materiales granulométricos tienen dos tipos de pesos específicos: el aparente, que es el peso de un conjunto de agregados dividido entre su volumen incluyendo los espacios vacíos entre granos, y el absoluto: peso de un grano dividido entre su volumen. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Humedad y absorción**

Es la diferencia entre el peso del material húmedo y el mismo, secado al horno. Se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco. Esta se encuentra en los agregados de dos maneras diferentes: uno es rellenando los poros y micro poros internos de los granos, y la otra es como una película envolvente más o menos gruesa. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Segregación**

Cuando se manejan agregados en los que hay presencia de granos con tamaños muy contrastantes, se puede presentar tendencia a su separación, en lo que denominamos segregación del agregado, lo cual generaría concreto de calidad heterogénea y dudosa. (Gómez & Santillán, 2015).

La tendencia a la segregación se contrarresta manejando los agregados en fracciones separadas, de acuerdo a su tamaño, que solo se combinan en el momento del mezclado. A veces la naturaleza produce gradaciones granulométricas combinadas, con gruesos y finos, y que teóricamente podrían ser adecuadas para usarse directamente como agregados. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Impurezas**

Al agregado los puede acompañar algunas impurezas perjudiciales, la mayoría de origen natural y acompañando a la arena. (Gómez & Santillán, 2015).

La materia orgánica en descomposición puede producir trastornos en las reacciones del cemento. El fraguado puede ser alterado, e incluso impedido, como es el caso en presencia de abundantes azúcares. También se pueden ver alterados el endurecimiento y a veces, la reacción de los aditivos químicos. Algunos tipos de materia orgánica no llegan a producir alteraciones importantes por lo cual, en términos generales, lo más recomendable es hacer pruebas directas en mezclas de estudios con los materiales que se pretende usar. (Gómez & Santillán, 2015).

Otras impurezas importantes son las sales naturales, entre las cuales, las más frecuentes son el Cloruro de sodio y el sulfato de calcio o yeso, o bien las sales procedentes de efluentes industriales, que pueden tener una composición muy variada. El ion cloruro de la sal, produce la corrosión de las armaduras del concreto armado, y el ion sulfato del yeso ataca la pasta. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Forma de partículas y textura superficial**

La forma de partícula y la textura superficial de un agregado influyen más en las propiedades del concreto fresco, que en las propiedades del concreto endurecido. Para producir un concreto trabajable, las partículas alongadas, angulares, de textura rugosa necesitan más agua que los agregados compactos, redondeados y lisos. En consecuencia, las partículas de agregado que son angulares, necesitan un mayor contenido de cemento para mantener la misma relación agua-cemento. (Gómez & Santillán, 2015).

Sin embargo, con una granulometría satisfactoria, los agregados triturados y no triturados (de los mismos tipos de rocas) generalmente dan la misma resistencia para el mismo factor de cemento, los agregados pobremente graduados o angulares pueden ser también más difíciles de bombear. La adherencia entre la pasta de cemento y un agregado generalmente aumenta a medida que las partículas cambian de lisas y redondeadas a rugosas y angulares. Este incremento en adherencia se debe considerar al seleccionar agregados para concreto en que sea importante la resistencia a la flexión o donde sea necesaria una alta resistencia a la compresión. (Gómez & Santillán, 2015).

- **Agua**

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. (Abanto F. , 2015).

- **Requisitos que debe cumplir**

El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero. (Abanto F. , 2015).

Si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos:

**Tabla N° 01.- Valores máximos admisibles de sales y cloruros**

<b>Sustancias disueltas</b>	<b>Valor máximo admisible</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: (Abanto F. , 2010)

También deberá hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, preparando testigos con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiera evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual a 90 % que la del concreto preparado con agua potable. (Abanto F. , 2015).

### **3.2.2. Aditivos**

Se denomina aditivos a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo mejor para el fin a que se destine. Los aditivos que deben emplearse en el concreto cumplirán con las especificaciones de la Norma INTITEC 339.086. (Abanto F. , 2015).

No se consideran como aditivos los suplementos del cemento como escorias, puzolanas naturales o humo de sílice, ni las fibras empleadas como refuerzo, los cuales pueden ser constituyentes del cemento, mortero o concreto.

#### **3.2.2.1. Razones para el empleo de aditivos**

Los aditivos son utilizados principalmente para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto:

- Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido del agua.
- Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- Acelerar el desarrollo de la resistencia en la primera edad.
- Modificar la velocidad de producción de calor de hidratación.
- Reducir la exudación y sangrado.
- Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición.
- Reducir la permeabilidad de los líquidos.
- Disminuir a la segregación.
- Reducir la contracción.
- Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.
- Mejorar la adherencia del concreto con el refuerzo.

#### **3.2.2.2. Tipos de aditivos**

##### **1. Según el ACI:**

La norma ASTM C. 494 "CHEMICAL ADMIXTURES FOR CONCRETE", distingue siete tipos:

- Tipo A: Reductor de agua.
- Tipo B: Retardador de fraguado.
- Tipo C: Acelerador de fraguado.
- Tipo D: Reductor de agua y retardador.

- Tipo E: Reductor de agua y acelerador.
- Tipo F: Reductor de agua de alto efecto.
- Tipo G: Reductor de agua de alto efecto y retardador.

Los aditivos incorporadores de aire se encuentran separados de este grupo, e incluidos en la norma ASTM C260 "Especificaciones for Air Entraining Admixtures for Concrete".

**2. El centro tecnológico del hormigón (CTH), establece la siguiente clasificación:**

- Retardador de fraguado.
- Acelerador de fraguado y endurecimiento.
- Plastificante.
- Plastificante-retardador.
- Plastificante-acelerador.
- Superplastificante.
- Superplastificante-retardador.
- Incorporador de aire.

**3.2.2.3. Aditivos usados**

**3.2.2.3.1. Z Fragua N° 5**

De acuerdo a Z ADITIVOS (2017) tenemos las siguientes especificaciones técnicas para este aditivo:

Solución de color amarillo, tiene como propiedad la de ser acelerante de fragua y plastificante que no contiene ningún tipo de cloruros, cumple con las normas ASTM C-494 Tipo C y E.

**Ventajas:**

- No contiene cloruros, se aplica en morteros, concretos, etc.
- Fácil de trabajar ya que se puede utilizar en cualquier trabajo en que se necesita acelerar el proceso de fragua, no bajando la resistencia al concreto, ayudando a desencofrar en menor tiempo lo cual significará avanzar más rápido el trabajo.

- No tiene efecto deteriorante sobre el cemento.
- Especial para cementos donde se requiere alcanzar altas resistencias mecánicas en poco tiempo tanto para rápida utilización o desencofrado en menor tiempo.

**Usos:**

- En estructuras de cemento donde es necesario el factor tiempo.
- Construcciones de tanques, pisos (dándole mayor resistencia al tráfico).
- Reduce al tiempo de protección a bajas temperaturas del concreto.
- Especial para morteros de fraguado y endurecimiento rápido.
- Acelera el tiempo de secado en pisos y paredes.

**Aplicación:**

- Se recomienda aplicarlo directamente a la mezcla que se va a utilizar reducir el agua del amasado, en cantidad de acelerante que se utilice.
- Mayor dosis, mayor incremento de la resistencia a temprana edad.

**Cuidados:**

- Después de utilizar el producto Z Fragua N° 5 y desencofrar utilizar el curador de concreto Z Membrana “A”
- Cuidar que el producto Z Fragua N° 5 se agregue en la mezcla.
- En caso que el producto cayera en las manos, lavarse con agua y jabón. Si fuera en los ojos, dejar correr el agua en ellos; si persiste la molestia consulte al médico.
- Recomendamos ensayos previos porque puede sufrir una variación debido a la temperatura, altitud, tipo de cemento, arena y agua.

**Rendimiento:**

- 400 centímetro cubico / bolsa de cemento.

- 1 litro / bolsa de cemento.
- 1.5 litros / bolsa de cemento.
- Dependiendo de la temperatura y según el trabajo a realizar.

**Densidad:**

- Densidad = 1.25 kg/l.
- Peso / gal = 4.6 Kg.
- Peso / cilindro = 253 Kg.

**Envases:**

- Depósitos de 5 galones y 55 galones.

**Tiempo de almacenamiento:**

- 1 año.

**Seguridad:**

- Usas anteojos, guantes, respiradores.
- En caso cayera a la vista lavar por 15 minutos y consultar al médico.

**3.2.2.3.2. CHEMA 3**

De acuerdo a CHEMA (2017) se tienen las siguientes especificaciones técnicas para este aditivo:

Es un acelerante de fragua para mortero y concreto que puede ser empleado tanto en climas normales como bajo cero grados centígrados. No contiene cloruros, trabaja además como un inhibidor de corrosión del fierro de refuerzo. Su efecto como acelerante de fragua o anticongelante se hace más notorio a temperaturas más bajas. Este aditivo protege el concreto en su estado fresco de congelarse.

Su efecto es sobre toda mezcla de mortero y concreto, tanto con cementos Portland tipo I y tipo V, puzolánicos. Chema 3 es un

producto adecuado a la norma ASTM C-494 y es muy resistente a las sales y sulfatos.

**Ventajas:**

- Permite lograr altas resistencias iniciales en el concreto, ahorrándose tiempo de espera para desencofrar estructuras o elementos prefabricados.
- Permite abrir el tránsito en pisos o losas de concreto.
- Al ser anticongelante evita que los morteros y concretos se malogren por las bajas temperaturas.
- Reduce los costos de construcción al reducir los tiempos de espera y mayor trabajabilidad.

**Usos:**

- Para vaciados en cualquier clima, donde se requiere obtener una fuerza a la comprensión del concreto en menor tiempo.
- Para desencofrar en menor tiempo estructuras de concreto armado.
- En vaciados de concreto a baja temperatura o donde se espera una helada; fraguará.
- El concreto en la mitad del tiempo a pesar de la baja temperatura funcionando a la vez como anticongelante.
- Para reparaciones económicas y con rápida puesta en servicio.
- Para vaciados en terrenos sulfurosos.
- Para elementos de concreto pre fabricados.
- Para morteros y concretos con altas resistencias iniciales Para morteros de inyección.
- Para morteros de anclaje con altas resistencias mecánicas.
- Para vaciados en zonas con aguas subterráneas, superficiales.

**Aplicación:**

- Mezclar el Chema 3 en el agua de amasado al momento de preparar la mezcla.

- La relación a/c recomendada máxima deberá ser 0.45 o se debe reducir hasta en 10 % la cantidad de agua.

**Cuidados:**

- Curar bien los elementos sobre todo desde el primer día hasta el séptimo día. Mejor si se usa curador de membrana Chema, el cual se aplica en cuanto haya desaparecido la exudación.
- Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo.
- Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.

**Rendimiento:**

Utilizar según su necesidad, una de las siguientes dosificaciones de acuerdo al clima y tiempos requeridos:

- Reducida: 500 ml (1/2 Litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado).
- Normal: 750 ml (3/4 Litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado).
- Superior: 1,000 ml (1 litro) x bolsa de cemento (en el agua de amasado).
- La dosis como porcentaje es 1.20 % a 4 % del peso del cemento.

**Densidad:**

- $1.17 \pm 0.01$  gr/ml

**Envases:**

- Envase de 1 galón.
- Envase de 5 galones.
- Envase de 55 galones.

**Datos técnicos:**

- Color : Amarillo
- Apariencia : Líquido
- pH : 8.0 – 11.0

### **3.2.2.3.3. SIKA R SEM ACELERANTE PE**

De acuerdo a SIKA® (2017) tenemos las siguientes especificaciones técnicas para este aditivo:

Sika®-3 es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento a base de cloruros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. No es inflamable.

#### En pastas:

Para el sellado de perforaciones en las faenas de sondaje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.

En morteros de fraguado y endurecimiento rápido:

Albañilerías, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.

#### En concretos:

Donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para una pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

#### **Características y ventajas:**

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas).
- Faenas en donde se necesita una rotación rápida del encofrado.
- Reducción de las presiones de los moldes.
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio.
- Trabajos marítimos entre dos mareas (sin armadura).
- Obras hidráulicas.
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozos, cámaras y tuberías.

#### **Norma:**

- Cumple la norma ASTM C 494 tipo C.

**Forma:**

- Aspecto: Líquido.
- Color: Verde azulino.

**Condiciones y almacenamiento / vida útil:**

- 2 años en lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.

**Datos técnicos:**

- Densidad: 1.22 kg/L.

**Detalles de aplicación:**

- CONSUMO / DOSIS: El consumo depende del tiempo de fraguado que se desee alcanzar.

**Método de aplicación:**

- Se puede utilizar puro o disuelto hasta en 15 partes de agua, dependiendo del uso y de las necesidades de la obra.
- Para su dilución deberá emplearse recipientes limpios y mantener una agitación constante evitando con ello diferencias en la concentración del aditivo.
- Debe utilizarse con cemento fresco.
- La colocación del concreto o mortero con Sika®-3 deberá ser rápida, ya que los tiempos de fraguado se acortan considerablemente.
- En caso de utilizar Sika®-3 en concreto, deberá considerarse una concentración máxima de 1:9, una parte de Sika®-3 diluido en nueve o más partes de agua.
- Debido a que existen muchos factores que influyen en una mezcla, no se pueden indicar dosis exactas de aditivos, por lo que se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales

que se utilizan en la obra para determinar la concentración más favorable. Las influencias son:

- Temperatura ambiental y de los materiales.
- Tipo, cantidad y grado de meteorización del cemento.
- Cantidad de agua (relación a/c) y otros.
- Tomar las más estrictas precauciones para un correcto curado del concreto, recomendando el uso de antisol.
- Nunca usar con aditivos expansores.

**Importante:**

- Al almacenar en tiempo prolongado el Sika®-3, éste puede cambiar de color, lo que no implica una disminución de su efecto.

### 3.3. Definición de términos básicos

- **Acelerante:**

Son componentes de naturaleza orgánica o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Aditivos:**

Son componentes de naturaleza orgánica o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Aditivo acelerador de fraguado:**

Aditivo que reduce el tiempo de transición de la mezcla para pasar del estado plástico al rígido (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Aditivo retardador de fraguado:**

Aditivo que aumenta el tiempo del principio de transición de la mezcla para pasar del estado plástico al estado rígido (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Agregado fino:**

Se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Agregado grueso:**

Queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede clasificarse en piedra chancada y grava (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Cemento:**

Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Concreto:**

Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregados finos (arenas), agregados gruesos (gravas) y agua (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Curado:**

Tratamiento que se da al concreto recién colado, para asegurar la disponibilidad permanente de agua que permita el progreso de las reacciones químicas entre el cemento y el agua. Este importante proceso, nos permite obtener buena durabilidad en el concreto (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Diseño de mezcla:**

Proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Dosificación del concreto:**

Proceso que consiste en pesar o medir volumétricamente los ingredientes del concreto: (arena, grava, cemento y agua), e introducirlos al mezclador (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Esfuerzo:**

Magnitud de fuerzas internas por unidad de área producidas por cargas externas. Cuando las fuerzas son paralelas al plano, el esfuerzo es llamado esfuerzo cortante. Cuando las fuerzas son normales al plano, el esfuerzo es llamado normal. Cuando el esfuerzo normal está dirigido hacia la parte en que actúa, es llamado esfuerzo de compresión. Cuando está dirigido hacia afuera de la parte en que actúa, es llamado esfuerzo de tensión. (Silva, Villamil, & Tobar, 2016)

- **Fraguado:**

Es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Granulometría:**

Es la distribución por tamaños de las partículas de los agregados, generalmente expresado en porcentaje (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

- **Resistencia a la compresión:**

Se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado ( $\text{Kg/cm}^2$ ) a una edad de 28 días se le designe con el símbolo  $f'c$ . (Silva, Villamil, & Tobar, 2016).

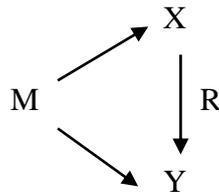
## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1. Objeto de estudio

El objeto de estudio fueron los aditivos acelerantes Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE y su influencia para acelerar el proceso constructivo, lograr una fragua más rápida y al mismo tiempo lograr la máxima resistencia a los siete días, en un concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210\text{ kg/cm}^2$ .

### 4.2. Diseño de investigación

El tipo de investigación que se utilizó fue correlacional de tipo experimental, ya que determinaremos mediante un análisis de laboratorio de muestras repetidas, la influencia de los aditivos Acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE) en la resistencia a la compresión en un concreto ( $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210\text{kg/cm}^2$ ).



Donde:

M: Muestra experimental de estudio.

X: Aditivos acelerantes (Z Fragua N°5, Chema 3, Sika Cem Acelerante PE)

R: relación de influencia.

Y: Resistencia a la compresión en un concreto ( $f'c=175\text{ kg/cm}^2$  y  $210\text{ kg/cm}^2$ ).

Para el estudio, se utilizó el diseño en bloque completo al azar (DBCA)-diseños experimentales, (Ostle-2008), con el cual se pudo evaluar si existe diferencia significativa entre los aditivos Acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE y convencional) a proporciones experimentales para la influencia en la resistencia a la compresión en concreto  $f'c = 175\text{kg/cm}^2$  y  $210\text{ kg/cm}^2$ .

Modelo aditivo Lineal del diseño experimental:  $Y_{ij}=U+ T_i+ B_j+ E_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$ : Observación experimental en la i-esimo aditivo acelerante, j-esima repetición.

U: Efecto de la media poblacional  $T_i$ : efecto del i-esimo aditivo acelerante.

$B_j$ : Efecto del j-esimo día.

$E_{ij}$ : Error experimental del i-esimo aditivo acelerante, j-esima repetición.

**Tabla N° 02.- Diseño en bloque completo al azar (DBCA)**

Tiempo (días)	Aditivos Acelerantes											
	Z Fragua N05			Chema 5			Sika 03			Convencional		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
7	$Y_{11}$	.....										
14	$Y_{21}$											
28	$Y_{31}$						....			....		

Fuente: Métodos estadísticos – Montgomery (2017)

### Modelo correlacional lineal múltiple:

Aquel modelo que evaluó la relación o dependencia de la variable dependiente y varios factores.

$$Y = f(x) \quad \text{en general} \quad Y = B_0 + B_1x_1 + B_2x_2 + B_3x_3 + B_4x_4 + \dots + B_kx_k$$

Donde:

Y: Resistencia a la compresión (variable dependiente)

$B_0, B_1, B_2$  y  $B_3$ : Coeficientes del modelo múltiple correlaciona

$X_1, X_2, X_3, X_4$ : Factores o aditivos acelerantes y convencional (variable independiente).

## 4.3. Población, Muestra y Muestreo

### 4.3.1. Población

La población destinada para esta investigación fueron cilindros de concreto que se ensayaron según la NTP 334. 051 (98) “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto del concreto, en muestras cilíndricas según los tipos de aditivos Z Fragua N05, Chema 5, Sika 3 y convencional”.

#### **4.3.2. Muestra**

Se tomaron 180 muestras en total para los diferentes Aditivos Acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE y convencional) para la compresión de 175` y 210`, donde por cada aditivo se tomaron 3 repeticiones a 3 niveles por cada aditivo las cuales se ensayaron según la NTP 339.034; 2008 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto”.

La selección de la muestra se hizo teniendo en cuenta el modo operativo “Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo) según (MTC E 105 – 2000) (NTP 350.001)”.

#### **4.3.3. Muestreo**

El tipo de muestreo para el estudio fue probabilístico, según las unidades experimentales necesarias como mínimo 3 repeticiones requeridas para el estudio experimental, según los aditivos acelerantes para obtener muestras de la resistencia a la compresión de la mezcla del cemento portland Tipo ICo.

### **4.4. Métodos**

#### **4.4.1. Método deductivo**

Después de haber definido la variable independiente y dependiente y sus respectivos indicadores, se tuvo que inferir la hipótesis para una adecuada mezcla que cumpla con la estabilización requerida.

#### **4.4.2. Método inductivo**

Se observaron y se registraron los estudios hechos en el laboratorio, para así realizar un adecuado análisis y su clasificación para lograr obtener una mezcla cumpla que con la estabilización requerida.

#### **4.4.3. Método analítico**

Se tuvo que descomponer el objeto de estudio en sus partes para comparar, conocer sus riesgos y ventajas.

#### 4.5. Técnicas

Esta investigación se realizó a través de

- **Observación:**

Se evaluó la resistencia a la compresión a diferentes niveles de aditivos acelerantes, en el laboratorio experimentalmente.

- **Medición:**

Se tomó nota de las observaciones realizadas en el laboratorio, mediante una ficha técnica para el análisis posterior de la resistencia a la compresión.

#### 4.6. Instrumentos

Ficha técnica:

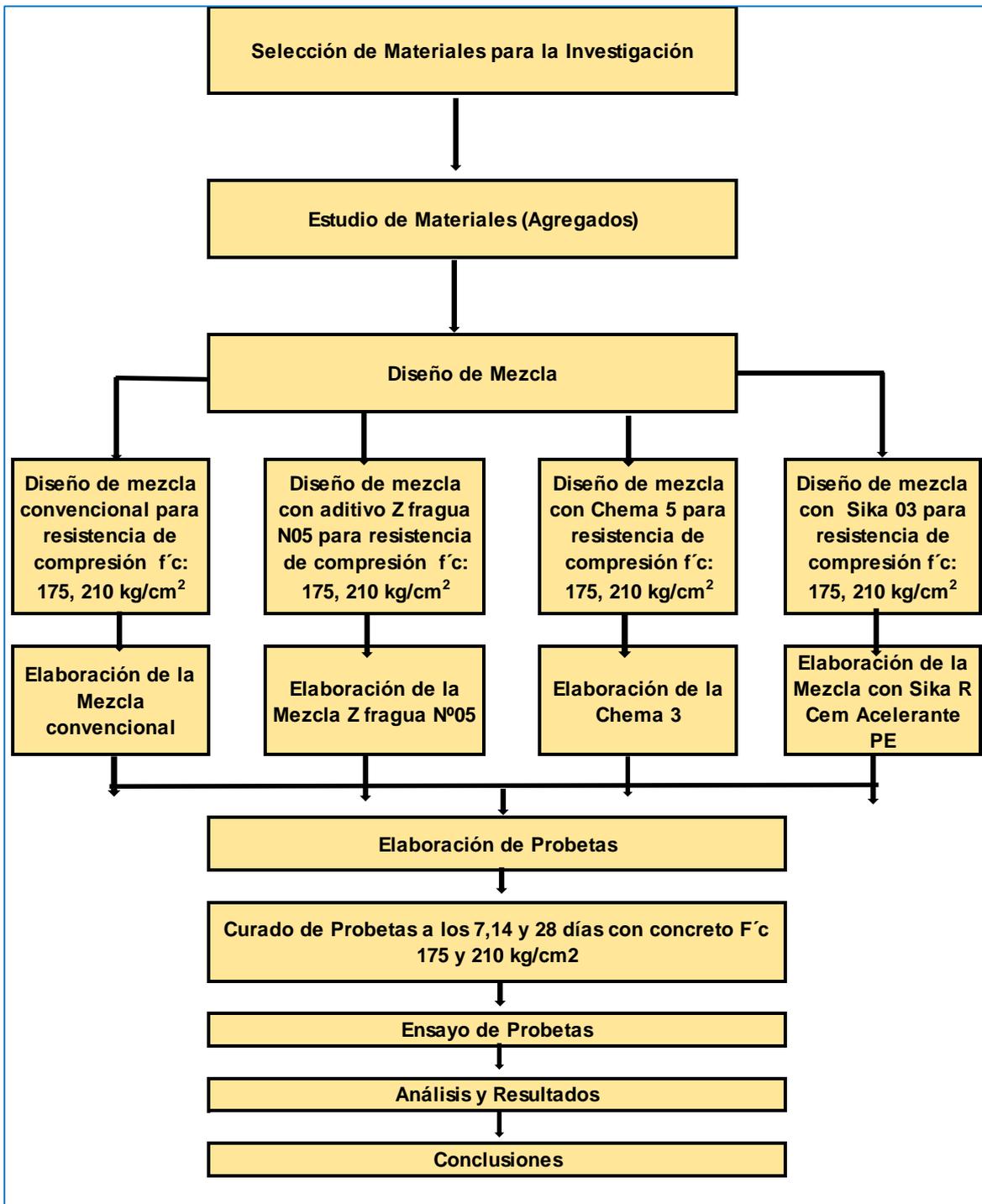
Se utilizó la ficha técnica de las mediciones observadas.

#### 4.7. Procedimiento

Para la consecución de los objetivos de esta investigación, se efectuaron los siguientes pasos:

- a. Elección del tema.
- b. Limitación del área de investigación.
- c. Redacción del proyecto de tesis que sostiene la base de la investigación.
- d. Con la aprobación de este tema, se empezó a redactar la introducción, los antecedentes de la investigación, la búsqueda de bibliografía de tesis u otras investigaciones tanto nacionales como internacionales, que fuesen de aporte importante en este estudio.
- e. Se elaboró el marco teórico.
- f. Se definió la metodología de la presente investigación.

- g. Para la obtención de datos se seleccionaron los tipos de materiales necesarios para la toma de los datos en el laboratorio para las muestras de ensayo de las mezclas a realizar en el estudio experimental.
- h. Se analizaron los materiales, agregados o complementarios que se necesitaron para el ensayo experimental de los tres tipos de aditivos acelerantes, con lo cual se evaluó la resistencia de compresión.
- i. Se procedió a evaluar el diseño de las mezclas a aplicar para tomar las muestras de estudio necesarias según las repeticiones indicadas y según los materiales necesarios y complementarios para el estudio.
- j. Se realizó la mezcla con los diferentes aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE), donde por cada aditivo se tomaron 3 repeticiones a diferentes niveles, los cuales fueron ensayados según NTP 339.034 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto”.
- k. Se ensayaron los concretos según los tipos de aditivos utilizados.
- l. Se elaboraron las probetas según el ensayo realizado de los diferentes aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3, Sika® Cem Acelerante PE).
- m. Se realizó el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos practicados a todas las muestras.
- n. Se realizaron las conclusiones según los resultados obtenidos.



**Figura N° 02.- Diagrama de flujo del proceso de investigación**

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.8. Análisis de datos

Los datos que se recopilaron en la ficha técnica, fueron procesados y tabulados en la hoja de cálculo Microsoft Excel 2016, así como también se utilizó el software estadístico SPSS V23.0 para el análisis estadístico de los indicadores de empleabilidad.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó la estadística descriptiva e inferencial que permitió obtener indicadores descriptivos como:

- Tablas o cuadros estadísticos, que permitieron identificar las proporciones porcentuales % de las categorías o características de las variables de estudio y sus indicadores.
- Gráficos estadísticos de barras, cajas, líneas comparativas y curvas de nivel, que permitieron describir gráficamente el comportamiento de las variables e indicadores, así como la tendencia o variabilidad de los indicadores y variables de estudio.
- Estadígrafos descriptivos, que permitieron describir el comportamiento de los indicadores cuantitativos de los indicadores de la variable empleada, como los de: tendencia central ( $\bar{X}$ ,  $Me$ ,  $Mo$ ), dispersión o variabilidad ( $R$ ,  $S^2$ ,  $S$ ,  $CV\%$ ).
- Análisis de varianza (ANOVA), que permitieron evaluar las diferencias significativas al 5% entre los aditivos Acelerantes (Z Fragua N05, Chema 5, Sika) a proporciones experimentales para la influencia en la resistencia a la compresión en concreto  $f^c=210\text{kg/cm}^2$
- Indicadores de correlación: Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual mide la relación o correlación que existe entre las variables e indicadores de estudio.

## V. RESULTADOS

Se realizaron los ensayos de la resistencia a la compresión en los testigos elaborados de acuerdo al diseño de mezcla establecido, para obtener una resistencia del concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.1. Análisis de datos para concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$

#### 5.1.1. Aditivo Z Fragua N° 5

**Tabla N° 03.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	Z FRAGUA N°5 (kg/cm2)		
			cantidad de aditivo		
			2.50%	3.00%	3.50%
7	1	125.123	167.25	177.87	187.81
	2	130.33	175.00	175.51	185.85
	3	128.44	177.03	180.82	179.82
<b>Muestra promedio</b>		<b>127.96</b>	<b>173.09</b>	<b>178.07</b>	<b>184.49</b>
14	1	155.330	187.35	186.73	198.55
	2	156.31	175.98	193.18	191.98
	3	168.02	186.15	195.33	202.10
<b>Muestra promedio</b>		<b>159.89</b>	<b>183.16</b>	<b>191.75</b>	<b>197.54</b>
28	1	176.33	188.38	199.35	192.86
	2	178.22	194.46	195.66	201.14
	3	177.88	179.88	187.14	203.66
<b>Muestra promedio</b>		<b>177.48</b>	<b>187.57</b>	<b>194.05</b>	<b>199.22</b>

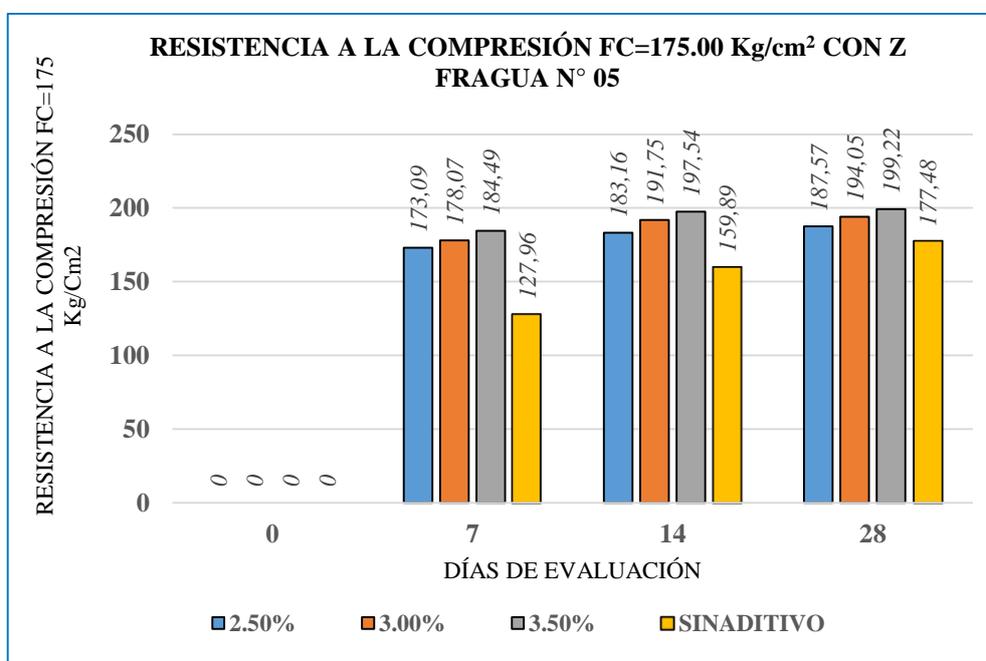
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la tabla N° 05 se tuvieron los valores de rotura de probetas de muestras con y sin aditivo, para un diseño de mezcla de una resistencia esperada de 175 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Se tuvo la rotura de 9 probetas sin aditivo y 27 probetas con aditivo (Z Fragua N° 05), con sus respectivas resistencias a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla N° 04.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Z Fragua N° 05 vs Resistencia del concreto sin aditivo -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Z FRAGUA N° 05</b>				
<b>DÍAS</b>	<b>OBSERVADO</b>			<b>SIN ADITIVO</b>
	<b>2.50%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>	
0	0	0	0	0
7	173.09	178.07	184.49	127.96
14	183.16	191.75	197.54	159.89
28	187.57	194.05	199.22	177.48

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

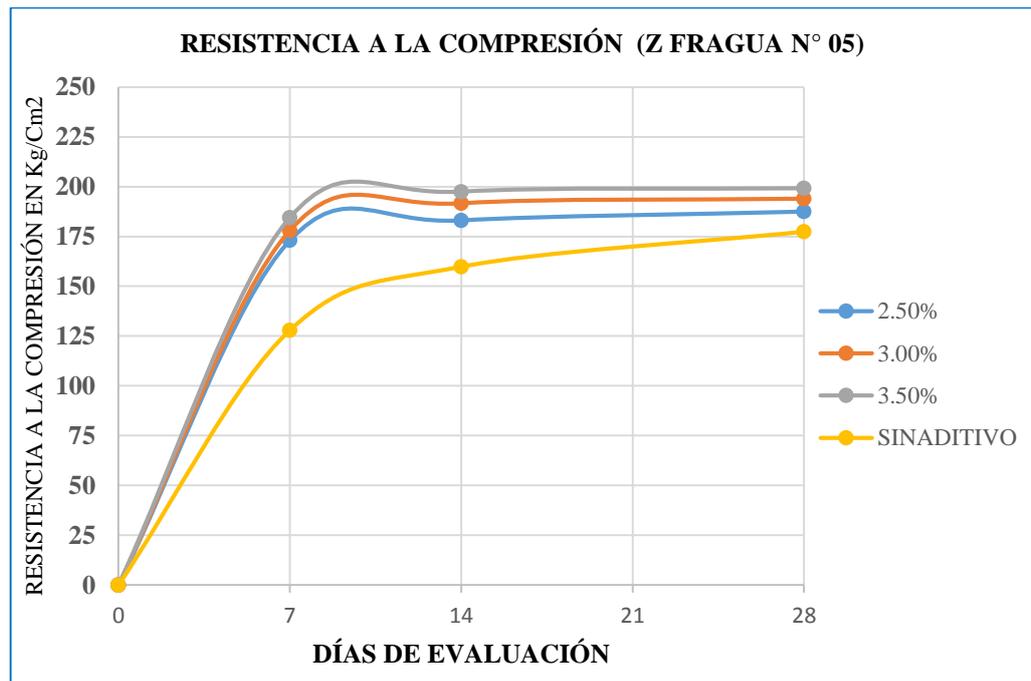


**Figura N° 03.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Z fragua N° 05 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 03 se mostró una comparación de la resistencia a la compresión de probetas elaboradas con y sin aditivo (En este caso Z Fragua N° 05), obtenida mediante ensayos de laboratorio. Se observó claramente que hubo una gran diferencia de la resistencia de las probetas con aditivo respecto a las probetas sin aditivo, tanto a los 7 como 14 días.

De acuerdo a lo observado se concluyó que el aditivo hace que el concreto alcance su resistencia de diseño en menor tiempo, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos. También podemos observar que, a los siete días las probetas con aditivo ya están alcanzando su resistencia requerida, favoreciendo en los tiempos de ejecución al proyectista.



**Figura N° 04.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Z Fragua N° 05 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta figura N° 04, se pudo observar que las probetas con aditivos tuvieron un aumento de su resistencia de manera exponencial los primeros 7 días, el resto de tiempo que falta para llegar a los 28 días se comportó de una forma lineal; mientras que las probetas que no contienen el aditivo acelerarte, su aumento en los primeros 7 días también se podría decir que es exponencial, pero no alcanzó la resistencia que se logró con el aditivo. Luego va aumentando su resistencia de manera gradual hasta alcanzar la resistencia requerida a los 28 días.

**Tabla N° 05.- Estadística descriptiva aditivo Z Fragua N° 05 –  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>.**

<b>Datos Estadísticos</b>		
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>
<i>N</i>	<i>Válido</i>	<b>9</b>
	<i>Perdidos</i>	<b>0</b>
<i>Media</i>		<b>187.6600</b>
<i>Error estándar de la media</i>		<b>2.94243</b>
<i>Mediana</i>		<b>187.5700</b>
<i>Desviación estándar</i>		<b>8.82729</b>
<i>Varianza</i>		<b>77.921</b>
<i>Rango</i>		<b>26.13</b>
<i>Mínimo</i>		<b>173.09</b>
<i>Máximo</i>		<b>199.22</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 06.- Correlación de Pearson Z Fragua N° 05: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c = 175$  kg/cm<sup>2</sup>.**

<b>Correlacion: Resistencia VS % de aditivo</b>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>% de aditivo</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>1</b>	<b>,721*</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<b>0.028</b>
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<b>623.368</b>	<b>42.445</b>
	<i>Covarianza</i>	<b>77.921</b>	<b>5.306</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>
<i>% de aditivo</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>,721*</b>	<b>1</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<b>0.028</b>	
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<b>42.445</b>	<b>5.556</b>
	<i>Covarianza</i>	<b>5.306</b>	<b>0.694</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla N° 06, existe una correlación positiva alta (0.7 a 0.89); entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de aditivo.

**Tabla N° 07.- Correlación de Pearson Z Fragua N° 05: Resistencia vs Días -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Correlacion: Resistencia VS Días</b>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Días</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>1</i>	<i>,675*</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<i>0.046</i>
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<i>623.368</i>	<i>441.350</i>
	<i>Covarianza</i>	<i>77.921</i>	<i>55.169</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>Días</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>,675*</i>	<i>1</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<i>0.046</i>	
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<i>441.350</i>	<i>686.000</i>
	<i>Covarianza</i>	<i>55.169</i>	<i>85.750</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla, existió una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de días.

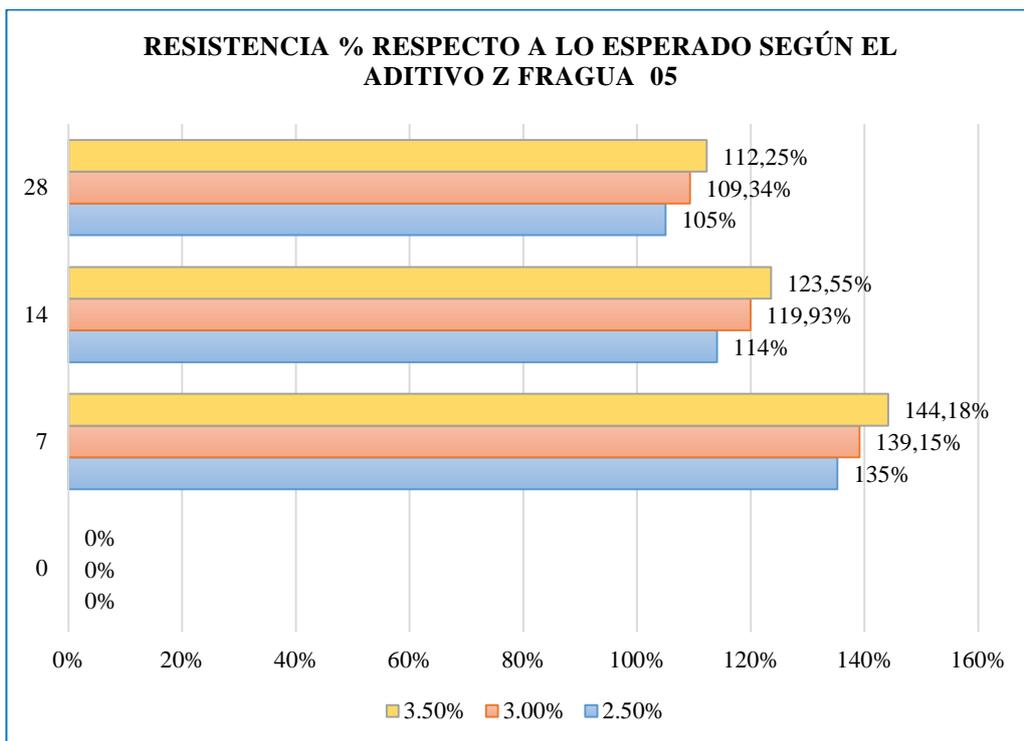
**Tabla N° 08.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>DÍAS</b>	<b>Z FRAGUA N°5 (% RESPECTO A LO ESPERADO)</b>		
	<b>2.50%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>
<b>0</b>	0%	0%	0%
<b>7</b>	135.27%	139.15%	144.18%
<b>14</b>	114.56%	119.93%	123.55%
<b>28</b>	105.69%	109.34%	112.25%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta tabla N° 08 se mostró en un cuanto % fue mayor la resistencia de un concreto elaborado con aditivo (Z Fragua N° 05) respecto a la resistencia esperada de un concreto sin aditivo a los distintos días de evaluación. Se observó que el concreto elaborado con aditivo alcanzó la resistencia de diseño a los 7 días aproximadamente, por lo que en estos días se obtuvo mayores valores.

**Figura N° 05.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 05 se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 39.53 % por sobre del requerido, esto demostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 19.35% por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtuvo un porcentaje de 9.09 %; así fue disminuyendo hasta que el aditivo perdió su efecto en la resistencia del concreto.

### 5.1.2. Aditivo Chema 3.

**Tabla N° 09.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Chema 3 -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	CHEMA 3 (kg/cm <sup>2</sup> )		
			Cantidad de aditivo		
			2.50%	3.00%	3.50%
7	1	125.123	166.78	173.91	186.42
	2	130.33	175.73	181.26	185.55
	3	128.44	176.72	183.15	178.30
<b>Muestra promedio</b>		<b>127.96</b>	<b>173.08</b>	<b>179.44</b>	<b>183.42</b>
14	1	155.330	183.55	183.45	196.96
	2	156.31	176.75	192.33	190.90
	3	168.02	186.81	194.52	202.12
<b>Muestra promedio</b>		<b>159.89</b>	<b>182.37</b>	<b>190.10</b>	<b>196.66</b>
28	1	176.33	178.76	197.78	190.66
	2	178.22	192.38	195.72	201.50
	3	177.88	187.92	185.58	203.80
<b>Muestra promedio</b>		<b>177.48</b>	<b>186.35</b>	<b>193.03</b>	<b>198.65</b>

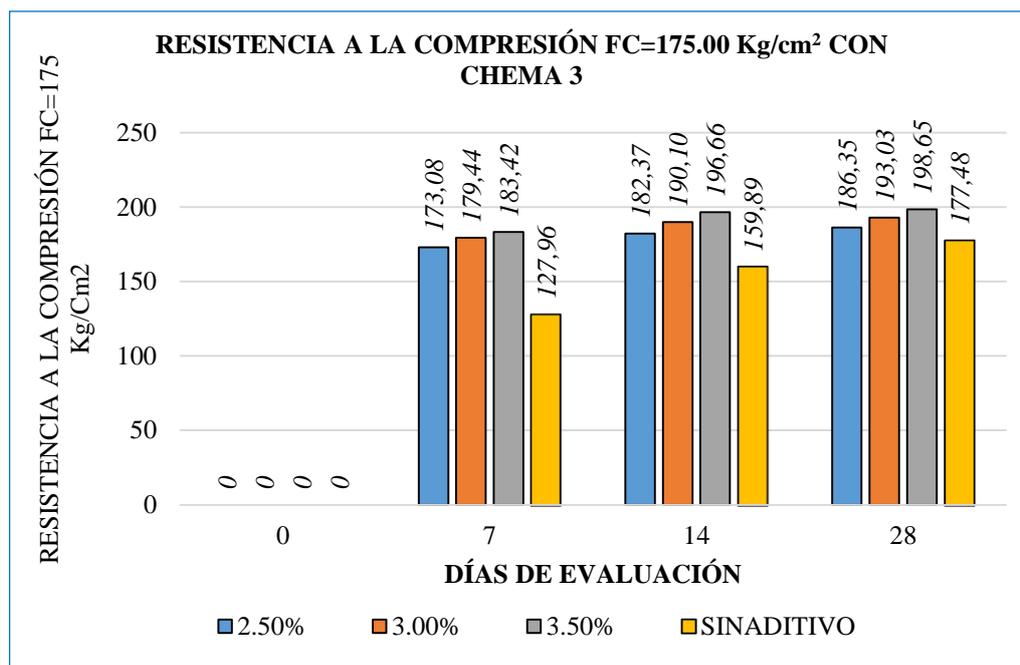
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la tabla N° 09 se tuvieron valores de rotura de probetas de muestras con y sin aditivo, para un diseño de mezcla de una resistencia esperada de  $175 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Se tuvo la rotura de 9 probetas sin aditivo y 27 probetas con aditivo (Chema 3), con sus respectivas resistencias a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla N° 10.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Chema 3 vs Resistencia del concreto sin aditivo -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS	CHEMA 3			
	OBSERVADO			SIN ADITIVO
	2.50%	3.00%	3.50%	
0	0	0	0	0
7	173.08	179.44	183.42	127.96
14	182.37	190.10	196.66	159.89
28	186.35	193.03	198.65	177.48

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.



**Figura N° 06.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Chema 3 -  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 06 se mostró una comparación de la resistencia a la compresión de probetas elaboradas con y sin aditivo (En este caso Chema 3), obtenida mediante ensayos de laboratorio. Se observó claramente que hay una gran diferencia de la resistencia de las probetas con aditivo respecto a las probetas sin aditivo, tanto a los 7 como 14 días. Con esto se concluyó que el aditivo hace que el concreto alcance su resistencia de diseño en menor tiempo, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.

También se observó que, a los siete días las probetas con aditivo ya están alcanzando su resistencia requerida, favoreciendo en los tiempos de ejecución al proyectista.

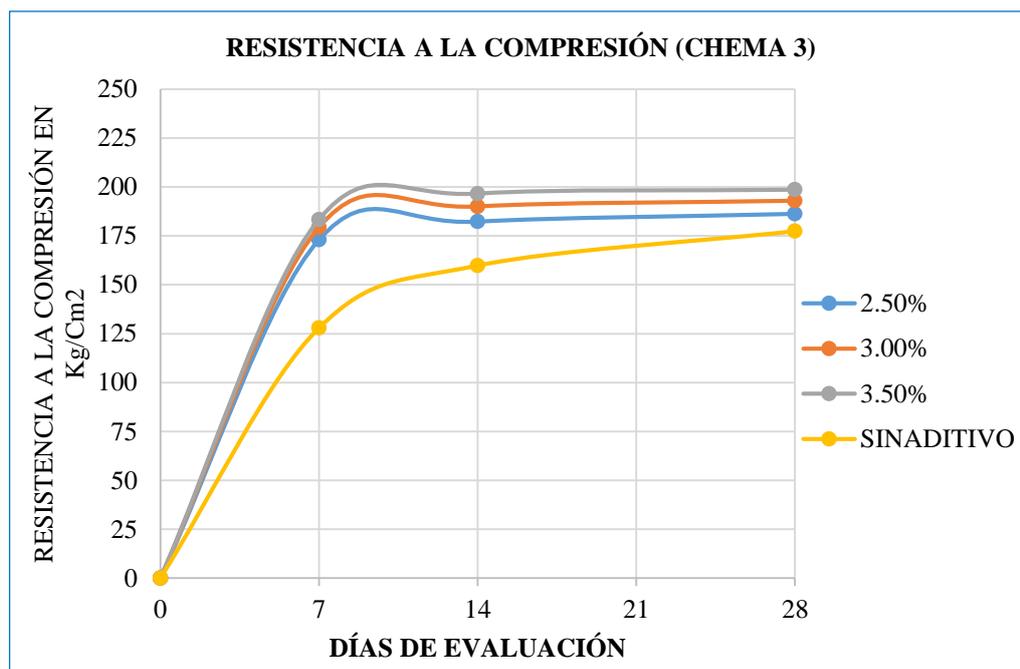


Figura N° 07.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Chema 3 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Tabla N° 11.- Estadística descriptiva aditivo Chema 3 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

Datos Estadísticos		
		$f'c(\text{kg/cm}^2)$
<i>N</i>	<i>Válido</i>	<b>9</b>
	<i>Perdidos</i>	<b>0</b>
<i>Media</i>		<b>187.0111</b>
<i>Error estándar de la media</i>		<b>2.79037</b>
<i>Mediana</i>		<b>186.3500</b>
<i>Desviación estándar</i>		<b>8.37111</b>
<i>Varianza</i>		<b>70.075</b>
<i>Rango</i>		<b>25.57</b>
<i>Mínimo</i>		<b>173.08</b>
<i>Máximo</i>		<b>198.65</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 12.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo**  
 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

<b>Correlacion: Resistencia VS % de aditivo</b>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>% de aditivo</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>1</b>	<b>0.637</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		0.065
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<b>560.604</b>	<b>18.465</b>
	<i>Covarianza</i>	<b>70.075</b>	<b>2.308</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>
<i>% de aditivo</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>0.637</b>	<b>1</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<b>0.065</b>	
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<b>18.465</b>	<b>1.500</b>
	<i>Covarianza</i>	<b>2.308</b>	<b>0.188</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 13.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo**  
 -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

<b>Correlacion: Resistencia VS Días</b>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Días</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>1</b>	<b>,667*</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		0.050
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<b>560.604</b>	<b>413.607</b>
	<i>Covarianza</i>	<b>70.075</b>	<b>51.701</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>
<i>Días</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>,667*</b>	<b>1</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<b>0.050</b>	
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<b>413.607</b>	<b>686.000</b>
	<i>Covarianza</i>	<b>51.701</b>	<b>85.750</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla N° 13, existió una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de días.

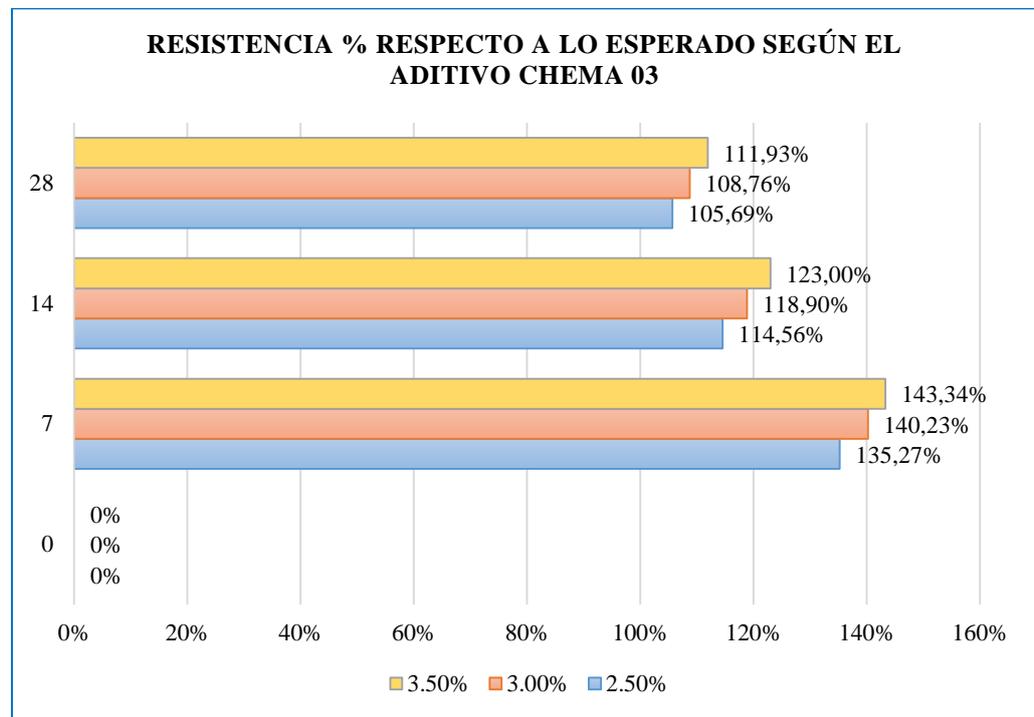
**Tabla N° 14.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Chema 3 -  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.**

<b>DÍAS</b>	<b>CHEMA 3 (% RESPECTO A LO ESPERADO)</b>		
	<b>2.50%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>
<b>0</b>	0%	0%	0%
<b>7</b>	135%	140.23%	143.34%
<b>14</b>	114%	118.90%	123.00%
<b>28</b>	105%	108.76%	111.93%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta tabla N° 14 se mostró en un cuanto % es mayor la resistencia de un concreto elaborado con aditivo (Chema 3) respecto a la resistencia esperada de un concreto sin aditivo a los distintos días de evaluación. Se observó que el concreto elaborado con aditivo alcanzó la resistencia de diseño a los 7 días aproximadamente, por lo que en estos días se obtuvieron mayores valores.

**Figura N° 08.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Chema 03 -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 08 se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 39.52% por sobre del requerido, esto nos mostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días tenemos un porcentaje promedio de 18.63 % por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtuvo un porcentaje de 8.56 %; así fue disminuyendo hasta que el aditivo perdió su efecto en la resistencia del concreto.

### 5.1.3. Aditivo Sika R Sem Acelerante Pe.

**Tabla N° 15.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	SIKA® SEM ACELERANTE PE ( $\text{kg/cm}^2$ )		
			cantidad de aditivo		
			2.50%	3.00%	3.50%
7	1	125.123	168.81	174.12	190.31
	2	130.33	177.20	183.82	187.33
	3	128.44	176.31	186.56	177.44
<b>Muestra promedio</b>		<b>127.96</b>	<b>174.11</b>	<b>181.50</b>	<b>185.03</b>
14	1	155.330	177.55	195.83	200.11
	2	156.31	187.34	186.57	191.12
	3	168.02	189.87	197.55	203.14
<b>Muestra promedio</b>		<b>159.89</b>	<b>184.92</b>	<b>193.32</b>	<b>198.12</b>
28	1	176.33	180.94	187.55	193.55
	2	178.22	190.32	199.53	203.44
	3	177.88	192.52	196.76	204.54
<b>Muestra promedio</b>		<b>177.48</b>	<b>187.93</b>	<b>194.61</b>	<b>200.51</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

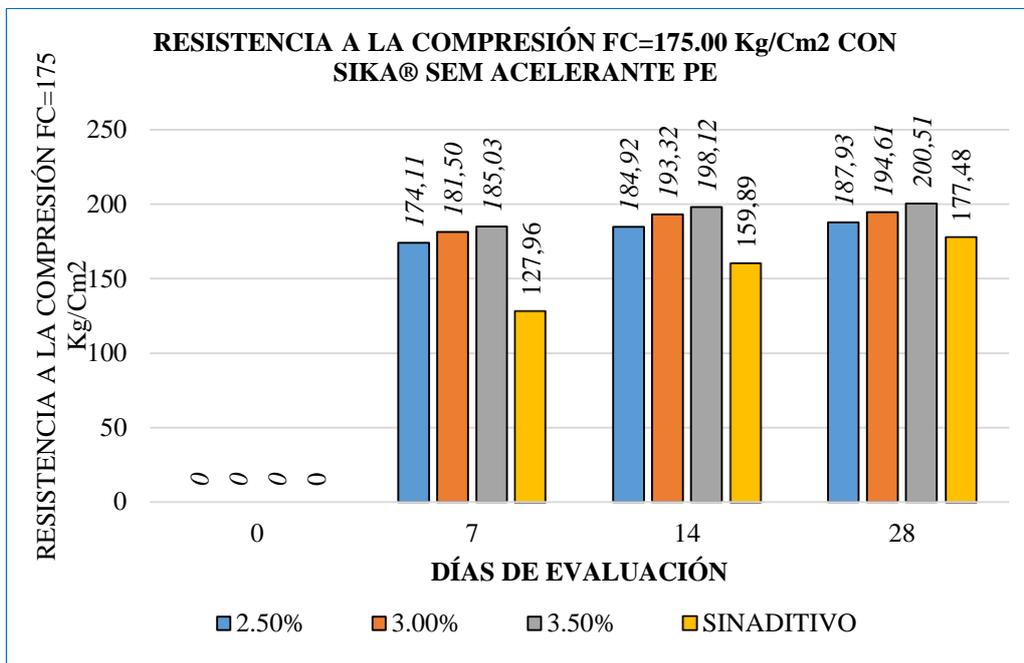
En la tabla N° 15 se tuvieron los valores de rotura de probetas de muestras con y sin aditivo, para un diseño de mezcla de una resistencia esperada de  $175 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Se tuvo la rotura de 9 probetas sin aditivo y 27 probetas con aditivo (Sika R Sem Acelerante Pe), con sus resistencias a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla N° 16.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe vs Resistencia del concreto sin aditivo -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .**

SIKA® SEM ACELERANTE PE				
DÍAS	OBSERVADO			SIN ADITIVO
	2.50%	3.00%	3.50%	
0	0	0	0	0
7	174.11	181.50	185.03	127.96
14	184.92	193.32	198.12	159.89
28	187.93	194.61	200.51	177.48

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

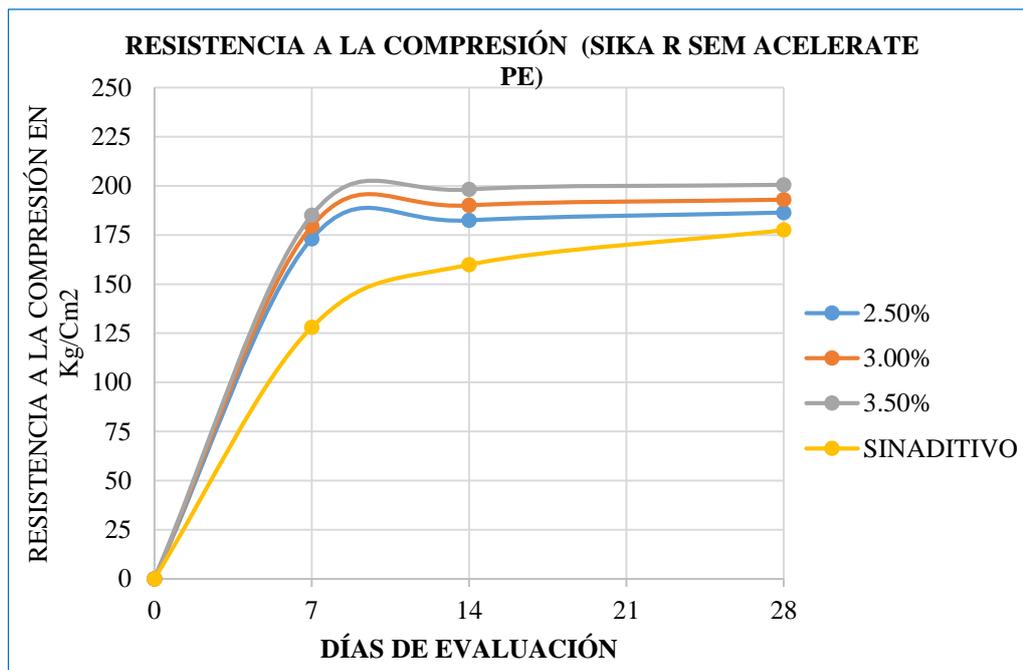
**Figura N° 09.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 09 mostró una comparación de la resistencia a la compresión de probetas elaboradas con y sin aditivo (En este caso Sika R Sem Acelerante Pe), obtenida mediante ensayos de laboratorio. Se observó claramente que hay una gran diferencia de la resistencia de las probetas con aditivo respecto a las probetas sin aditivo, tanto a los 7 como 14 días. Con esto concluimos que el aditivo hizo que el concreto alcance su resistencia de diseño en menor tiempo, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.

También podemos se observó que, a los siete días las probetas con aditivo ya alcanzaron su resistencia requerida, favoreciendo en los tiempos de ejecución al proyectista.



**Figura N° 10.-** Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 17.-** Estadística descriptiva aditivo Sika R Sem Acelerante -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .

<b>Datos Estadísticos</b>		
		$f'c(\text{kg/cm}^2)$
<i>N</i>	<i>Válido</i>	<b>9</b>
	<i>Perdidos</i>	<b>0</b>
<i>Media</i>		<b>188.8944</b>
<i>Error estándar de la media</i>		<b>2.83138</b>
<i>Mediana</i>		<b>187.9300</b>
<i>Desviación estándar</i>		<b>8.49414</b>
<i>Varianza</i>		<b>72.150</b>
<i>Rango</i>		<b>26.40</b>
<i>Mínimo</i>		<b>174.11</b>
<i>Máximo</i>		<b>200.51</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 18.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Correlacion: Resistencia VS % de Aditivo</b>			
		<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>	<i>% de aditivo</i>
<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>1</i>	<b>0.624</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<i>0.073</i>
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<i>577.203</i>	<i>18.350</i>
	<i>Covarianza</i>	<i>72.150</i>	<i>2.294</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>% de aditivo</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>0.624</i>	<i>1</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<i>0.073</i>	
	<i>Suma de cuadrados y productos vectoriales</i>	<i>18.350</i>	<i>1.500</i>
	<i>Covarianza</i>	<i>2.294</i>	<i>0.188</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla, existió una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de aditivo.

**Tabla N° 19.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Correlacion: Resistencia VS Días</b>			
		$f'c(\text{kg/cm}^2)$	Días
$f'c(\text{kg/cm}^2)$	Correlación de Pearson	1	0.654
	Sig. (bilateral)		0.056
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	577.203	411.437
	Covarianza	72.150	51.430
	N	9	9
Días	Correlación de Pearson	0.654	1
	Sig. (bilateral)	0.056	
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	411.437	686.000
	Covarianza	51.430	85.750
	N	9	9

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

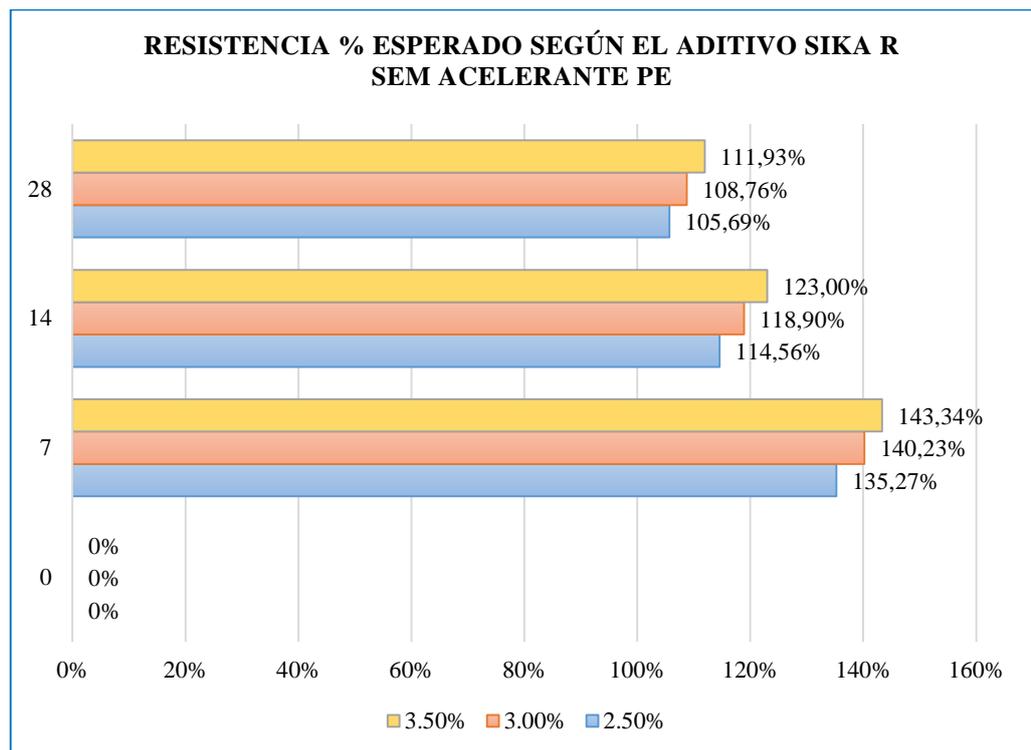
Según la tabla, existió una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de días.

**Tabla N° 20.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS	SIKA R SEM ACELERANTE PE (% RESPECTO A LO ESPERADO)		
	2.50%	3.00%	3.50%
0	0%	0%	0%
7	136.06%	141.84%	144.59%
14	115.66%	120.91%	123.91%
28	105.89%	109.66%	112.98%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta tabla N° 20 se mostró en un cuanto por ciento fue mayor la resistencia de un concreto elaborado con aditivo (Sika R Sem Acelerante Pe) respecto a la resistencia esperada de un concreto sin aditivo a los distintos días de evaluación. Se observó que el concreto elaborado con aditivo alcanzó la resistencia de diseño a los 7 días aproximadamente, por lo que en estos días se obtuvieron mayores valores.



**Figura N° 11.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

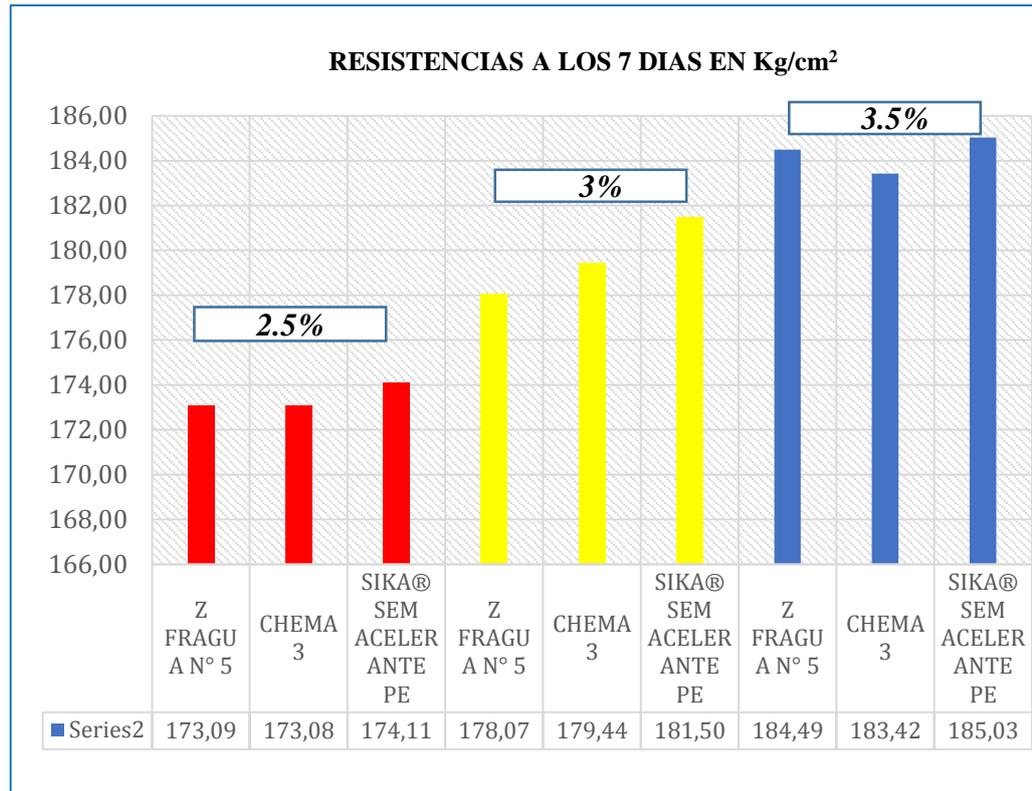
En la figura N° 11 se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 40.83 % por sobre del requerido, esto mostró que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 20.16 % por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia fue disminuyendo hasta llegar al día 28 donde se obtiene un porcentaje de 9.51%; así fue disminuyendo hasta que el aditivo perdió su efecto en la resistencia del concreto.

**5.2. Análisis comparativo de los 3 aditivos para una resistencia  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Tabla N° 21.- Resistencia promedio de los tres aditivos a los 0, 7, 14 y 28 días para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	SIN ADITIVO	Z FRAGUA N° 5	CHEMA 3	SIKA® SEM ACCELERANTE PE	Z FRAGUA N° 5	CHEMA 3	SIKA® SEM ACCELERANTE PE	Z FRAGUA N° 5	CHEMA 3	SIKA® SEM ACCELERANTE PE
		EVALUACIÓN A UN 2.5% DE ADITIVO			EVALUACIÓN A UN 3% DE ADITIVO			EVALUACIÓN A UN 3.5% DE ADITIVO		
7	127.96	173.09	173.08	174.11	178.07	179.44	181.50	184.49	183.42	185.03
14	159.89	183.16	182.37	184.92	191.75	190.10	193.32	197.54	196.66	198.12
28	177.48	187.57	186.35	187.93	194.05	193.03	194.61	199.22	198.65	200.51

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

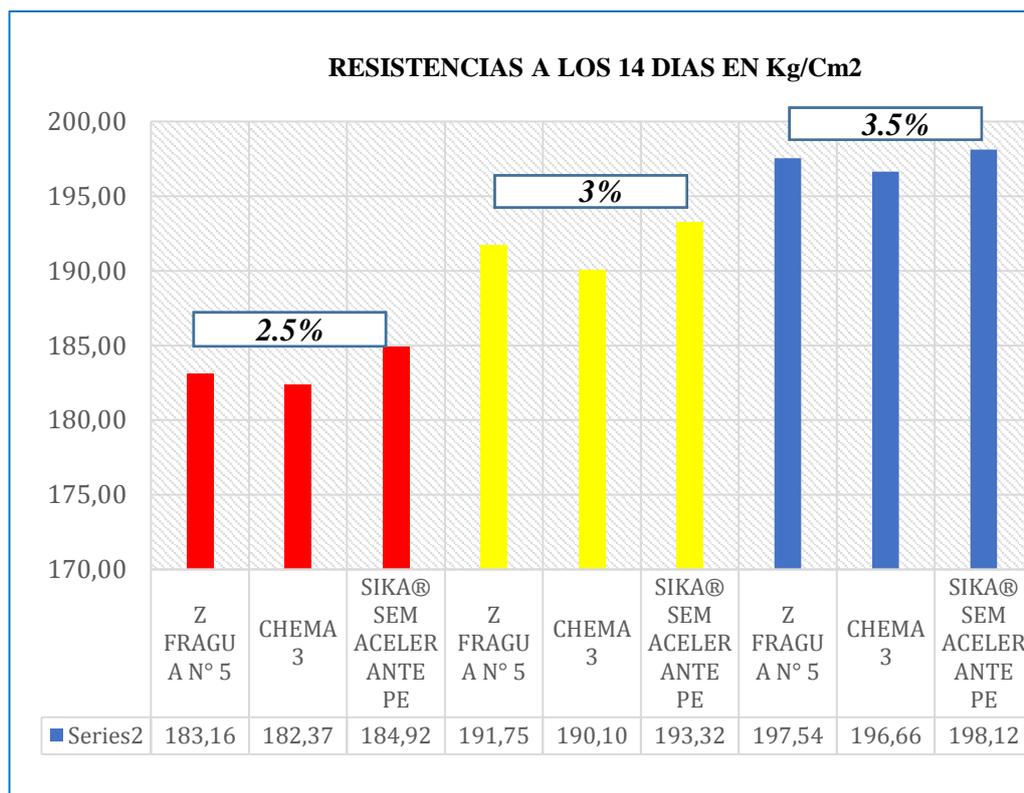


**Figura N° 12.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 7 días -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 12 se observó una comparación de la resistencia a la compresión de probetas de 7 días de edad, elaboradas con distintas cantidades de aditivo para determinar una cantidad que pueda ser técnica y económicamente viable. Se observó, que a mayor cantidad de aditivo las probetas alcanzaron más rápido su resistencia de diseño.

Para una cantidad de 3 % de aditivo a los 7 días la probeta ya ha alcanzado una resistencia mayor a  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  que es resistencia de diseño, por lo que sería antieconómico trabajar con más cantidad de aditivo. Además, se pudo observar que de los tres aditivos en estudio el Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanza una mayor resistencia inicial, acelerando el tiempo de fraguado del concreto y disminuyendo los tiempos de desencofrado.

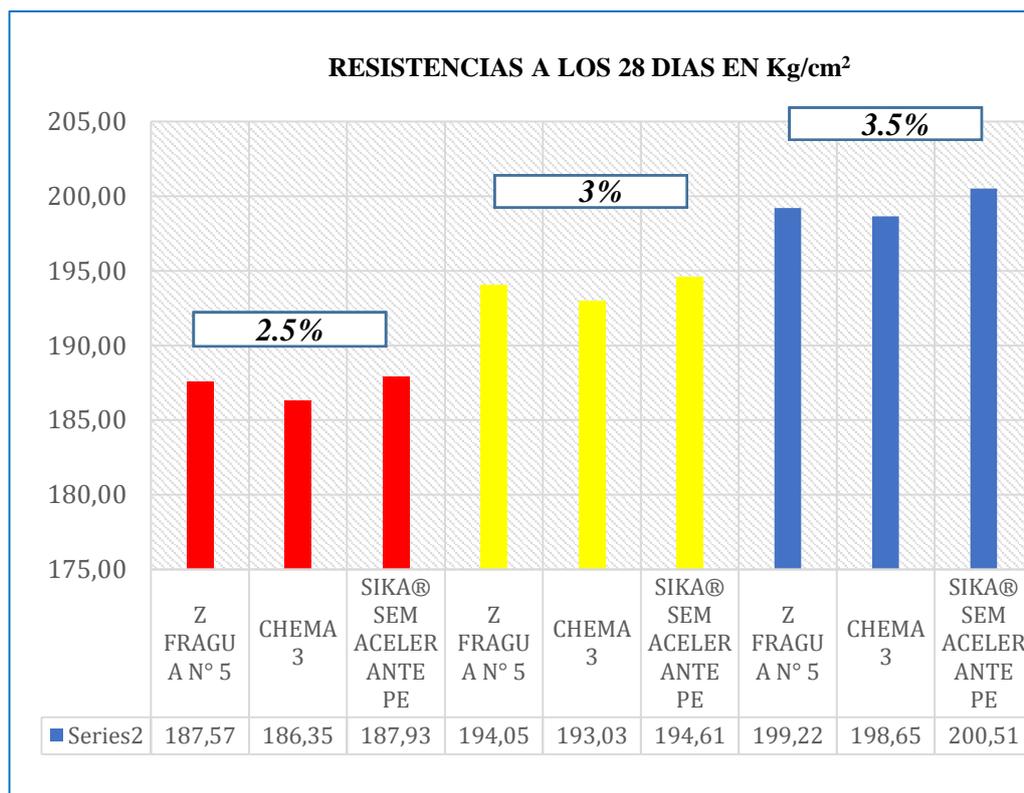


**Figura N° 13.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 14 días -  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 13 se observó una comparación de la resistencia a la compresión de probetas de 14 días de edad, elaboradas con distintas cantidades de aditivo para determinar una cantidad que pueda ser técnica y económicamente viable. Se pudo ver que, a mayor cantidad de aditivo las probetas alcanzaron más rápido su resistencia de diseño.

A los 14 días todas las probetas ensayadas han pasado la resistencia de diseño, se pudo observar que de los tres aditivos en estudio el Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanzó una mayor resistencia, acelerando el tiempo de fraguado del concreto y disminuyendo los tiempos de desencofrado.



**Figura N° 14.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 28 días -  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 14 se observó una comparación de la resistencia a la compresión de probetas de veintiocho días de edad, elaboradas con distintas cantidades de aditivo para determinar una cantidad que pueda ser técnica y económicamente viable. Se observó que, a mayor cantidad de aditivo las probetas alcanzaron más rápido su resistencia de diseño y que la resistencia final fue mucho mayor a la resistencia de diseño.

A los 28 días todas las probetas ensayadas habían pasado la resistencia de diseño, se pudo observar que de los tres aditivos en estudio el Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanza una mayor resistencia.

De acuerdo a lo observado, se determinó que el aditivo Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanzó mayor resistencia tanto inicial como final y que la cantidad recomendable de aditivo a usar sería 3% ya que a los siete días y con esta cantidad de aditivo ya se ha pasado la resistencia de diseño, razón por lo cual no sería necesario usar mayor cantidad de aditivo.

### 5.3. Análisis de datos para concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

#### 5.3.1. Aditivo Z Fragua N° 5.

**Tabla N° 22.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Z Fragua N° 5 -  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	Z FRAGUA N°5 (kg/cm2)		
			cantidad de aditivo		
			2.50%	3.00%	3.50%
7	1	148.271	200.71	217.81	225.89
	2	155.927	209.63	210.61	223.34
	3	146.773	212.43	220.94	215.63
<b>Muestra promedio</b>		<b>150.32</b>	<b>207.59</b>	<b>216.45</b>	<b>221.62</b>
14	1	185.735	225.01	222.47	238.22
	2	184.713	211.28	232.71	230.44
	3	188.799	223.38	234.15	241.76
<b>Muestra promedio</b>		<b>186.42</b>	<b>219.89</b>	<b>229.78</b>	<b>236.81</b>
28	1	212.197	226.12	239.16	231.06
	2	209.261	233.35	235.07	241.32
	3	213.036	215.19	224.55	244.06
<b>Muestra promedio</b>		<b>211.50</b>	<b>224.89</b>	<b>232.93</b>	<b>238.81</b>

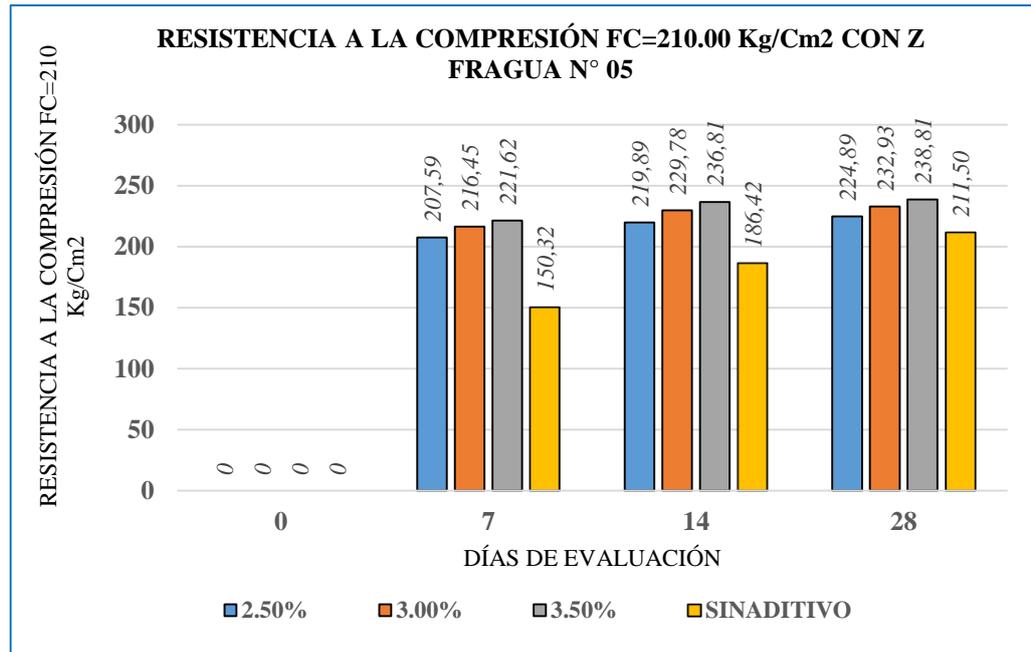
*Fuente:* Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la tabla N° 22 se tuvo los valores de rotura de probetas de muestras con y sin aditivo, para un diseño de mezcla de una resistencia esperada de  $210\text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Se tuvo la rotura de 9 probetas sin aditivo y 27 probetas con aditivo (Z Fragua N° 05), con sus respectivas resistencias a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla N° 23.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Z Fragua vs Resistencia del concreto sin aditivo -  $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS	Z FRAGUA N° 5			
	OBSERVADO			SIN ADITIVO
	2.50%	3.00%	3.50%	
0	0	0	0	0
7	207.59	216.45	221.62	150.32
14	219.89	229.78	236.81	186.42
28	224.89	232.93	238.81	211.50

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.



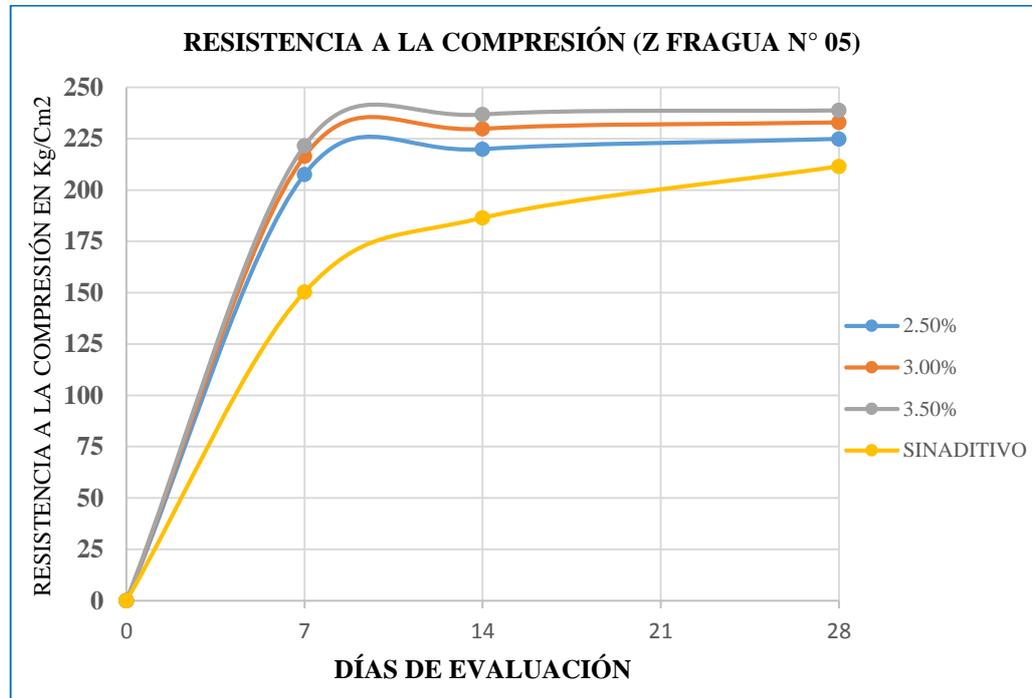
**Figura N° 15.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 15 mostró una comparación de la resistencia a la compresión de probetas elaboradas con y sin aditivo (En este caso Z Fragua N° 05), obtenida mediante ensayos de laboratorio. Se observó claramente que hay una gran diferencia de la resistencia de las probetas con aditivo respecto a las probetas sin aditivo, tanto a los 7 como 14 días. Con esto se concluye que el aditivo hace que el concreto alcance su resistencia de diseño en menor tiempo, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.

También se pudo observar que, a los siete días las probetas con aditivo ya están alcanzando su resistencia requerida, favoreciendo en los tiempos de ejecución al proyectista.

**Figura N° 16.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Z Fragua N° 05 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**



**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 24.- Estadística descriptiva aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Estadísticos</b>		
		<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>
<i>N</i>	<i>Válido</i>	<b>9</b>
	<i>Perdidos</i>	<b>0</b>
<i>Media</i>		<b>225.4189</b>
<i>Error estándar de la media</i>		<b>3.39138</b>
<i>Mediana</i>		<b>224.8900</b>
<i>Desviación estándar</i>		<b>10.17414</b>
<i>Varianza</i>		<b>103.513</b>
<i>Rango</i>		<b>31.22</b>
<i>Mínimo</i>		<b>207.59</b>
<i>Máximo</i>		<b>238.81</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 25.- Correlación de Pearson Z Fragua N|° 05: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

<i>Correlacion: Resistencia VS % de aditivo</i>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>% de aditivo</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>1</i>	<b><i>,738 *</i></b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<i>0.023</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>% de aditivo</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>,738 *</i>	<i>1</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<i>0.023</i>	
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla, existe una correlación positiva alta (de 0.70 a 0.89); entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de aditivo.

**Tabla N° 26.- Correlación de Pearson Z Fragua N° 05: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

<i>Correlacion: Resistencia VS Días</i>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Días</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>1</i>	<b><i>0.663</i></b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<i>0.052</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>Días</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>0.663</i>	<i>1</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<i>0.052</i>	
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

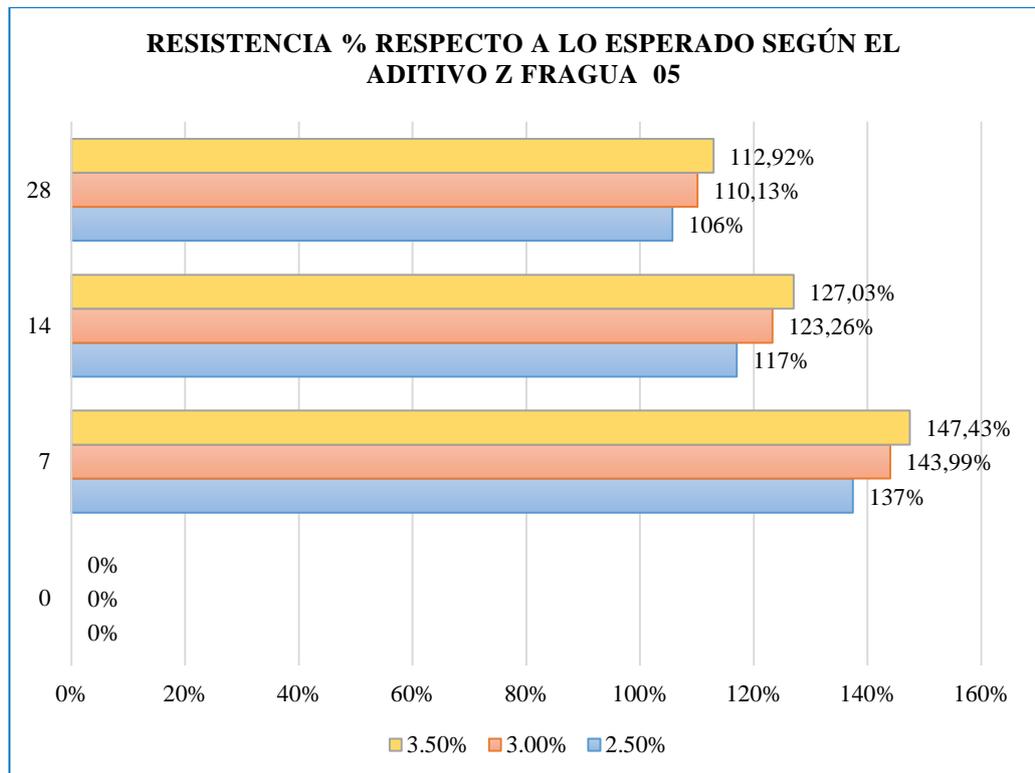
Según la tabla, existe una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de días.

**Tabla N° 27.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

DÍAS	Z FRAGUA N°5 (OBSERVADO)		
	2.50%	3.00%	3.50%
0	0%	0%	0%
7	138.10%	143.99%	147.43%
14	117.96%	123.26%	127.03%
28	106.33%	110.13%	112.92%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta tabla N° 27 se mostró en un cuanto porciento fue mayor la resistencia de un concreto elaborado con aditivo (Z Fragua N° 05) respecto a la resistencia esperada de un concreto sin aditivo a los distintos días de evaluación. Se observó que el concreto elaborado con aditivo alcanza la resistencia de diseño a los 7 días aproximadamente, por lo que en estos días se obtuvieron mayores valores.



**Figura N° 17.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Z Fragua N° 05 -  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 17 se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 43.17% por sobre del requerido, esto demostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 22.75% por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtiene un porcentaje de 9.79%; así ira disminuyendo hasta que el aditivo pierda su efecto en la resistencia del concreto.

### 5.3.2. Aditivo Chema 3.

**Tabla N° 28.- Resistencia a la compresión del concreto, aditivo Chema 3 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	CHEMA 3 (kg/cm2)		
			cantidad de aditivo		
			2.50%	3.00%	3.50%
7	1	148.271	201.22	208.77	223.71
	2	155.927	208.21	217.66	222.66
	3	146.773	210.32	219.91	214.06
<b>Muestra promedio</b>		<b>150.32</b>	<b>206.58</b>	<b>215.45</b>	<b>220.14</b>
14	1	185.735	220.17	220.08	237.53
	2	184.713	210.59	230.79	228.59
	3	188.799	223.71	233.42	241.53
<b>Muestra promedio</b>		<b>186.42</b>	<b>218.16</b>	<b>228.10</b>	<b>235.88</b>
28	1	212.197	214.27	237.33	228.67
	2	209.261	230.74	234.77	240.82
	3	213.036	225.46	222.51	244.26
<b>Muestra promedio</b>		<b>211.50</b>	<b>223.49</b>	<b>231.54</b>	<b>237.92</b>

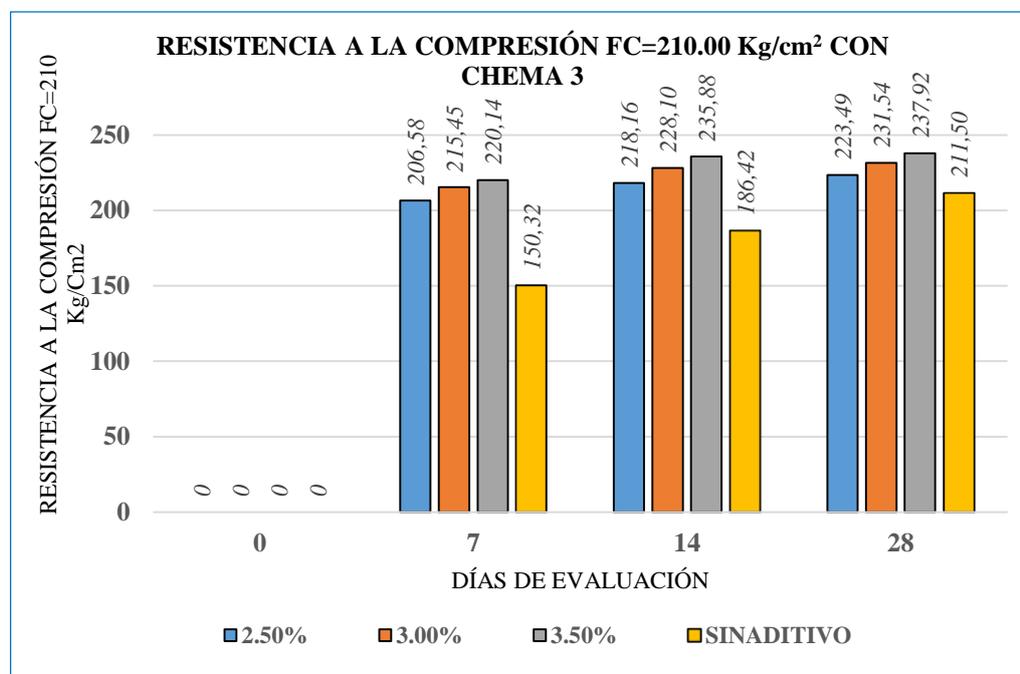
Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la tabla N° 28 se tuvo valores de rotura de probetas de muestras con y sin aditivo, para un diseño de mezcla de una resistencia esperada de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. También se tuvo la rotura de 9 probetas sin aditivo y 27 probetas con aditivo (Chema 3), con sus respectivas resistencias a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla N° 29.- Resistencia promedio del concreto con aditivo Chema 3 vs Resistencia del concreto sin aditivo -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

CHEMA 3				
DÍAS	OBSERVADO			SIN ADITIVO
	2.50%	3.00%	3.50%	
0	0	0	0	0
7	206.58	215.45	220.14	150.32
14	218.16	228.10	235.88	186.42
28	223.49	231.54	237.92	211.50

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

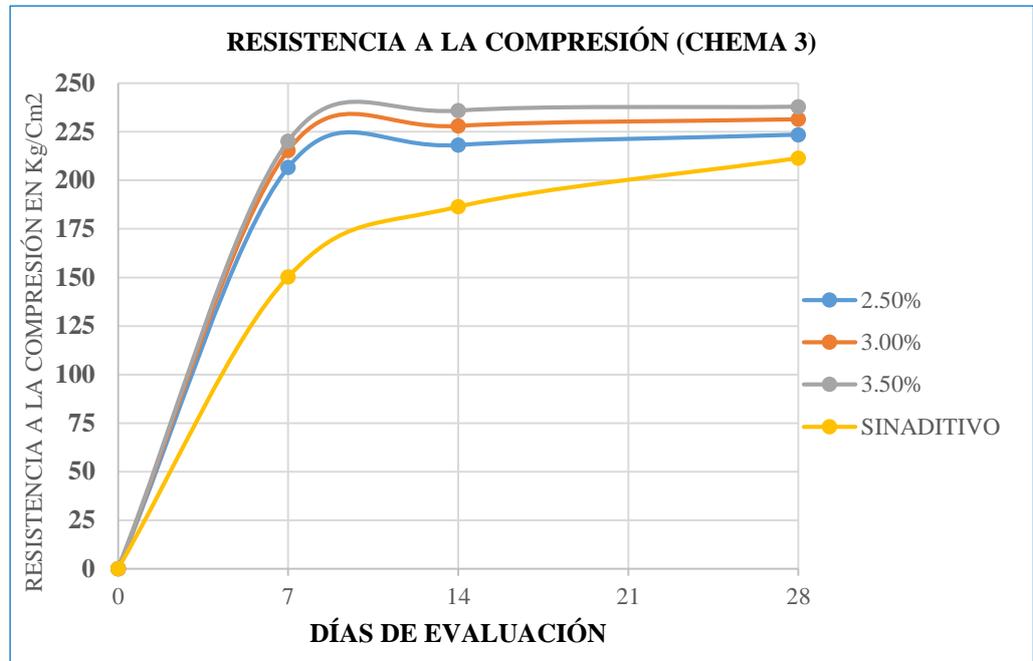


**Figura N° 18.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Chema 3 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 18 se mostró una comparación de la resistencia a la compresión de probetas elaboradas con y sin aditivo (En este caso Chema 3), obtenida mediante ensayos de laboratorio. Se observó claramente que hay una gran diferencia de la resistencia de las probetas con aditivo respecto a las probetas sin aditivo, tanto a los 7 como 14 días.

De acuerdo a este grafico se puede concluir que el aditivo hizo que el concreto alcance su resistencia de diseño en menor tiempo, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.



**Figura N° 19.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Chema 3 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 30.- Estadística descriptiva aditivo Chema 3 -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Datos Estadísticos</b>		<b><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></b>
<b><i>N</i></b>	<b><i>Válido</i></b>	<b>9</b>
	<b><i>Perdidos</i></b>	<b>0</b>
<b><i>Media</i></b>		<b>224.1400</b>
<b><i>Error estándar de la media</i></b>		<b>3.40386</b>
<b><i>Mediana</i></b>		<b>223.4900</b>
<b><i>Desviación estándar</i></b>		<b>10.21158</b>
<b><i>Varianza</i></b>		<b>104.276</b>
<b><i>Rango</i></b>		<b>31.34</b>
<b><i>Mínimo</i></b>		<b>206.58</b>
<b><i>Máximo</i></b>		<b>237.92</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 31.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo**  
 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

<b>Correlacion: Resistencia VS % aditivo</b>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>% de aditivo</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>1</b>	<b>0.646</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<b>0.060</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>
<i>% de aditivo</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>0.646</b>	<b>1</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<b>0.060</b>	
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla, existe una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de aditivo.

**Tabla N° 32.- Correlación de Pearson Chema 3: Resistencia vs % de Aditivo**  
 -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

<b>Correlacion: Resistencia VS Días</b>			
		<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Días</i>
<i>f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>1</b>	<b>0.660</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<b>0.053</b>
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>
<i>Días</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<b>0.660</b>	<b>1</b>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<b>0.053</b>	
	<i>N</i>	<b>9</b>	<b>9</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

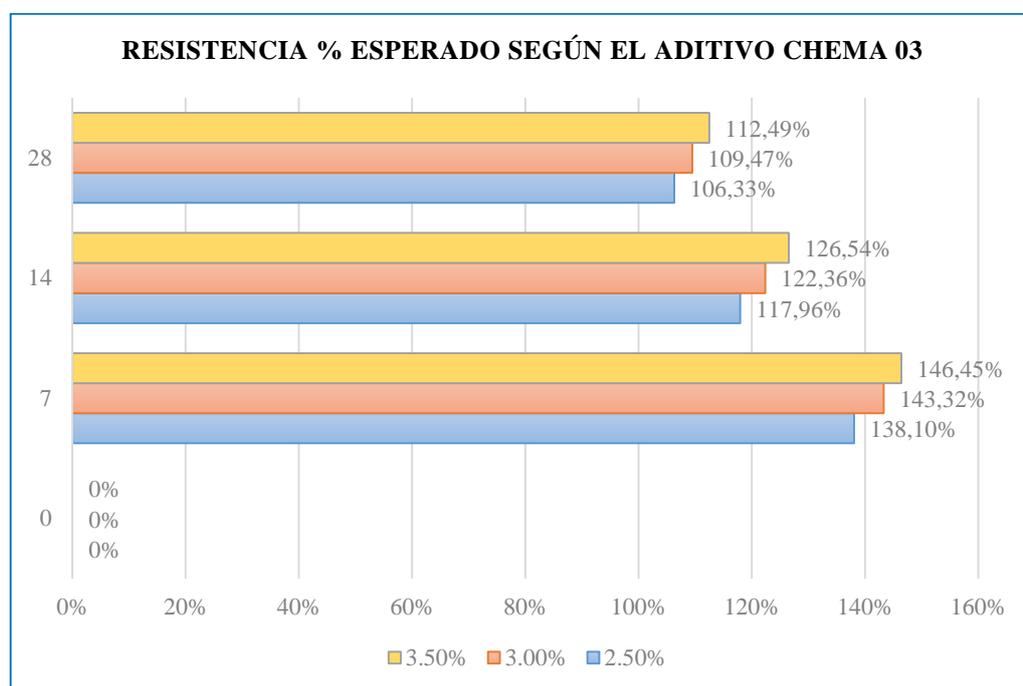
Según la tabla, existió una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de días.

**Tabla N° 33.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Chema 3 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS	CHEMA 3 (OBSERVADO)		
	2.50%	3.00%	3.50%
0	0%	0%	0%
7	137%	143.32%	146.45%
14	117%	122.36%	126.54%
28	106%	109.47%	112.49%

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta tabla N° 33 se mostró en un cuanto porciento fue mayor la resistencia de un concreto elaborado con aditivo (Chema 3) respecto a la resistencia esperada de un concreto sin aditivo a los distintos días de evaluación. Se observó que el concreto elaborado con aditivo alcanzó la resistencia de diseño a los 7 días aproximadamente, por lo que en estos días se obtuvieron mayores valores.



**Figura N° 20.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Chema 3 -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 20 se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 42.26% por sobre del requerido, esto demostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 21.97% por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtiene un porcentaje de 9.32%; así fue disminuyendo hasta que el aditivo pierda su efecto en la resistencia del concreto.

### 5.3.3. Aditivo Sika R Sem Acelerante Pe.

**Tabla N° 34.- Resistencia a la compresión con aditivo Sika R Sem Acelerante -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	SIKA® SEM ACELERANTE PE (kg/cm2)		
			cantidad de aditivo		
			2.50%	3.00%	3.50%
7	1	148.271	202.56	209.86	228.68
	2	155.927	212.63	220.67	224.91
	3	146.773	211.88	223.92	213.32
<b>Muestra promedio</b>		<b>150.32</b>	<b>209.02</b>	<b>218.15</b>	<b>222.30</b>
14	1	185.735	213.06	234.98	239.61
	2	184.713	224.81	223.76	230.09
	3	188.799	227.85	236.86	244.73
<b>Muestra promedio</b>		<b>186.42</b>	<b>221.91</b>	<b>231.87</b>	<b>238.14</b>
28	1	212.197	217.08	225.56	231.65
	2	209.261	227.53	239.32	242.72
	3	213.036	230.89	235.99	243.88
<b>Muestra promedio</b>		<b>211.50</b>	<b>225.17</b>	<b>233.62</b>	<b>239.42</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

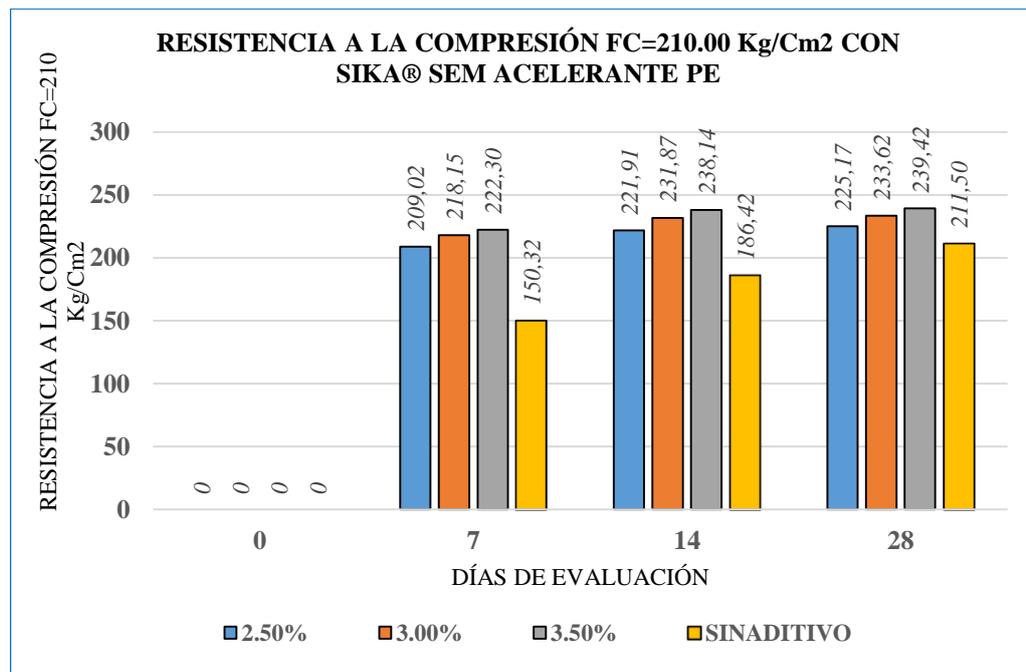
En la tabla N° 34 se tuvo valores de rotura de probetas de muestras con y sin aditivo, para un diseño de mezcla de una resistencia esperada de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Se tuvo la rotura de 9 probetas sin aditivo y 27 probetas con aditivo (Sika R Sem Acelerante Pe), con sus respectivas resistencias a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla N° 35.- Resistencia promedio con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe vs Resistencia del concreto sin aditivo -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

SIKA® SEM ACELERANTE PE				
DÍAS	OBSERVADO			SIN ADITIVO
	2.50%	3.00%	3.50%	
0	0	0	0	0
7	209.02	218.15	222.30	150.32
14	221.91	231.87	238.14	186.42
28	225.17	233.62	239.42	211.50

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

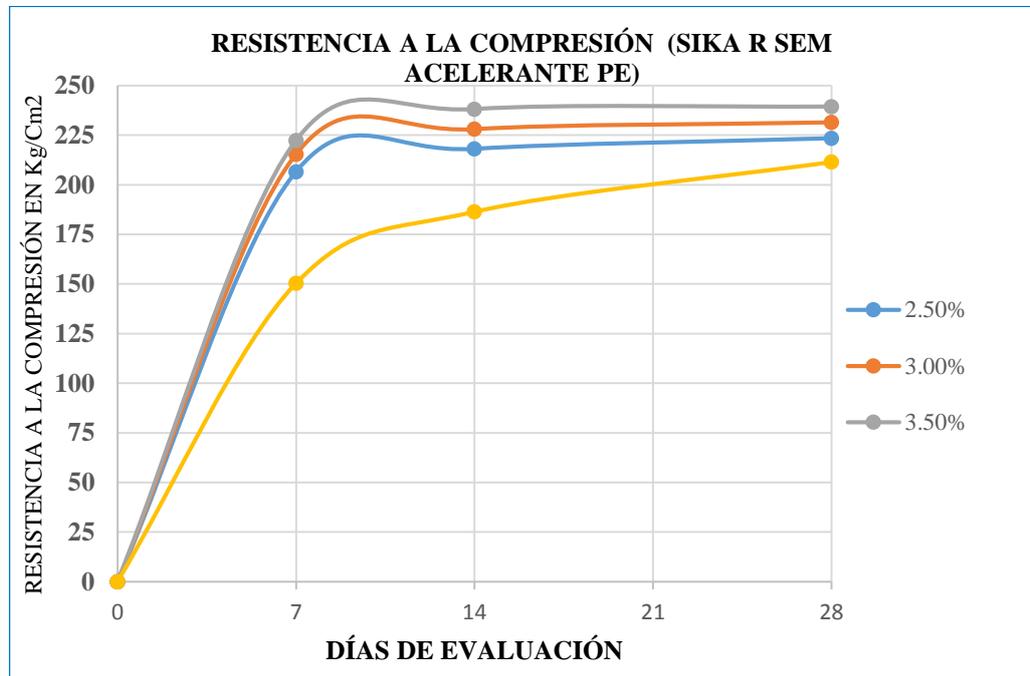
**Figura N° 21.- Resistencia a la compresión del concreto (0, 7, 14 y 28 días) con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**



Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 21 mostró una comparación de la resistencia a la compresión de probetas elaboradas con y sin aditivo (En este caso Sika R Sem Acelerante Pe). Se observó que hay una gran diferencia de la resistencia de las probetas con aditivo respecto a las probetas sin aditivo, tanto a los 7 como 14 días. También

se observó que, a los siete días las probetas con aditivo ya están alcanzando su resistencia requerida, favoreciendo en los tiempos de ejecución al proyectista.



**Figura N° 22.- Distribución de la resistencia a la compresión según evaluación a los 0, 7, 14 y 28 días, Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 36.- Estadística descriptiva aditivo Sika R Sem Acelerante -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

<b>Datos Estadísticos</b>		
		<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>
<i>N</i>	<i>Válido</i>	<b>9</b>
	<i>Perdidos</i>	<b>0</b>
<i>Media</i>		<b>226.6222</b>
<i>Mediana</i>		<b>225.1700</b>
<i>Desviación estándar</i>		<b>9.98476</b>
<i>Varianza</i>		<b>99.695</b>
<i>Rango</i>		<b>30.40</b>
<i>Mínimo</i>		<b>209.02</b>
<i>Máximo</i>		<b>239.42</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 37.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

<i>Correlacion: Resistencia VS % de aditivo</i>			
		<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>	<i>% de aditivo</i>
<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>1</i>	<i>0.633</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<i>0.068</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>% de aditivo</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>0.633</i>	<i>1</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<i>0.068</i>	
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Según la tabla, existió una correlación positiva moderada entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de aditivo.

**Tabla N° 38.- Correlación de Pearson Sika R Sem Acelerante Pe: Resistencia vs % de Aditivo -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

<i>Correlacion: Resistencia VS Días</i>			
		<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>	<i>Días</i>
<i><math>f'c(\text{kg/cm}^2)</math></i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>1</i>	<i>0.635</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>		<i>0.066</i>
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>
<i>Días</i>	<i>Correlación de Pearson</i>	<i>0.635</i>	<i>1</i>
	<i>Sig. (bilateral)</i>	<i>0.066</i>	
	<i>N</i>	<i>9</i>	<i>9</i>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

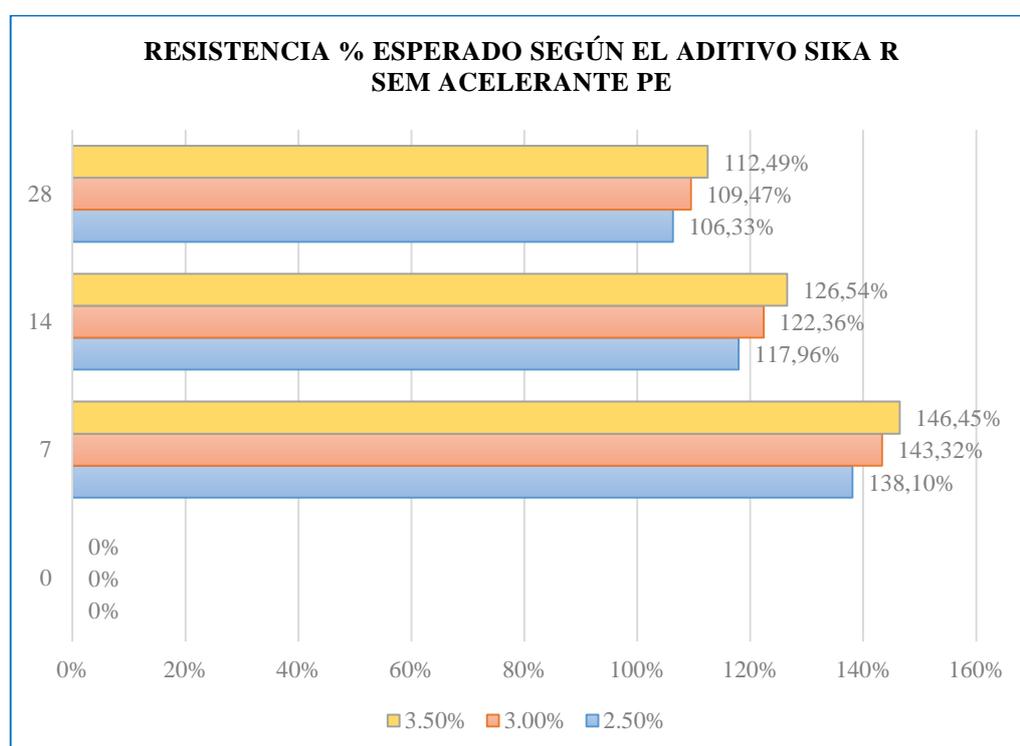
Según la tabla, existió una correlación positiva moderada (0.4 a 0.69); entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de días.

**Tabla N° 39.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

DÍAS	SIKA R SEM ACELERANTE PE (OBSERVADO)		
	2.50%	3.00%	3.50%
0	0%	0%	0%
7	139.05%	145.12%	147.88%
14	119.04%	124.38%	127.75%
28	106.46%	110.46%	113.20%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En esta tabla N° 39 se mostró en un cuanto porciento fue mayor la resistencia de un concreto elaborado con aditivo (Sika R Sem Acelerante Pe) respecto a la resistencia esperada de un concreto sin aditivo a los distintos días de evaluación. Se observó que el concreto elaborado con aditivo alcanzó la resistencia de diseño a los 7 días aproximadamente, por lo que se obtuvieron mayores valores.



**Figura N° 23.- Porcentaje de la resistencia respecto a lo esperado según aditivo Sika R Sem Acelerante Pe -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

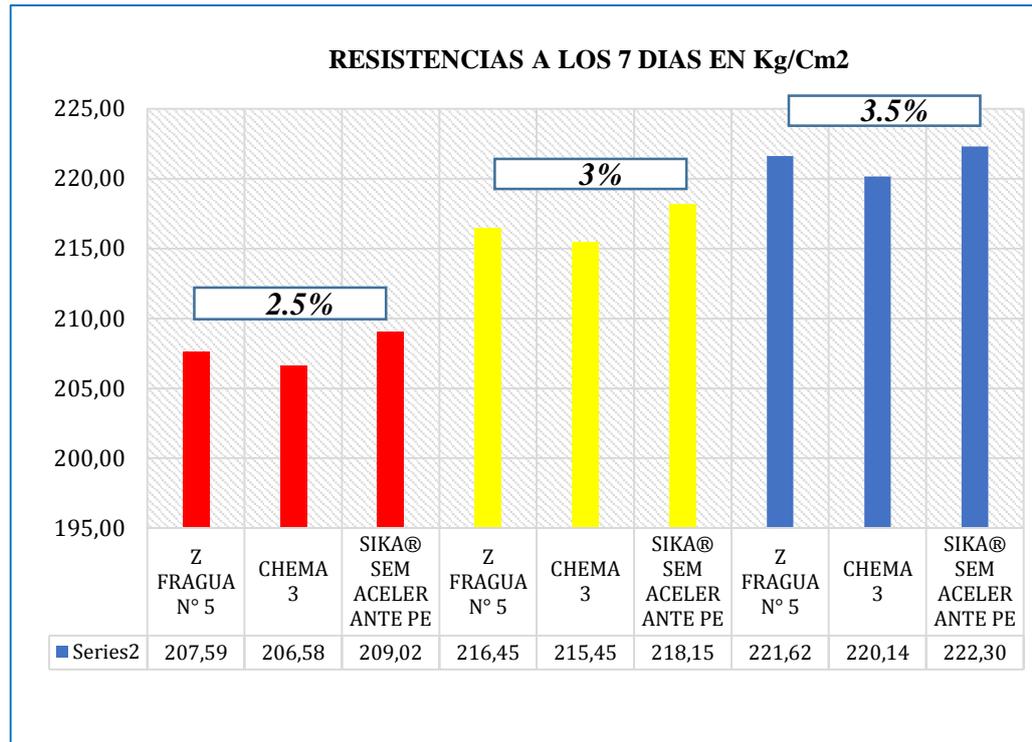
En la figura N° 23 se observó que a los 7 días hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 44.02% por sobre del requerido, esto demostró claramente que el crecimiento es exponencial hasta este día de evaluación. En los siguientes siete días tenemos un porcentaje promedio de 23.72% por sobre de lo requerido, esto demostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 donde se obtiene un porcentaje de 10.04%; así fue disminuyendo hasta que el aditivo pierda su efecto en la resistencia del concreto.

**5.4. Análisis comparativo de los 3 aditivos para una resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Tabla N° 40.- Resistencia promedio de los tres aditivos a los 0, 7, 14 y 28 días para concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ .**

DÍAS DE EVALUACIÓN	SIN ADITIVO	Z FRAGUA N° 5	CHEMA 3	SIKA® SEM ACELERANTE PE	Z FRAGUA N° 5	CHEMA 3	SIKA® SEM ACELERANTE PE	Z FRAGUA N° 5	CHEMA 3	SIKA® SEM ACELERANTE PE
		EVALUACIÓN A UN 2.5% DE ADITIVO			EVALUACIÓN A UN 3% DE ADITIVO			EVALUACIÓN A UN 3.5% DE ADITIVO		
7	150.32	207.59	206.58	209.02	216.45	215.45	218.15	221.62	220.14	222.30
14	186.42	219.89	218.16	221.91	229.78	228.10	231.87	236.81	235.88	238.14
28	211.50	224.89	223.49	225.17	232.93	231.54	233.62	238.81	237.92	239.42

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

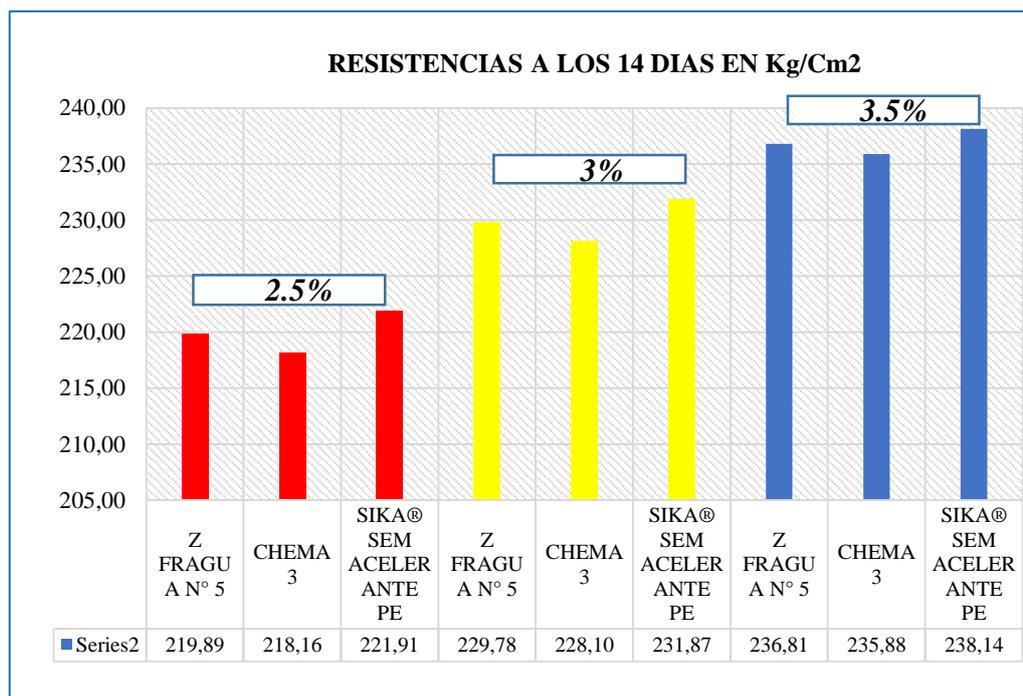


**Figura N° 24.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 7 días -  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 24 se observó una comparación de la resistencia a la compresión de probetas de 7 días de edad, elaboradas con distintas cantidades de aditivo para determinar una cantidad que pueda ser técnica y económicamente viable. Se pudo ver que, a mayor cantidad de aditivo las probetas alcanzaron más rápido su resistencia de diseño.

Para una cantidad de 3 % de aditivo a los 7 días la probeta ya ha alcanzado una resistencia mayor a  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  que es resistencia de diseño, por lo que sería antieconómico trabajar con más cantidad de aditivo. Además, se pudo observar que de los tres aditivos en estudio el Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanzó una mayor resistencia inicial, acelerando el tiempo de fraguado del concreto y disminuyendo los tiempos de desencofrado.

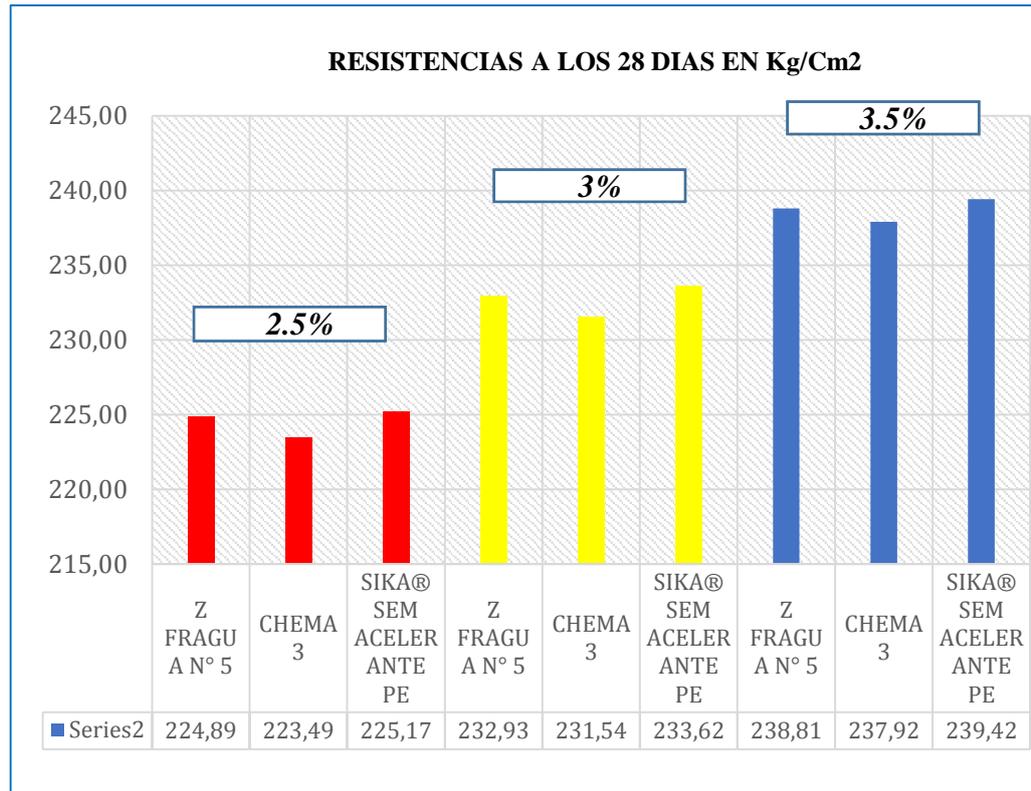


**Figura N° 25- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 14 días -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 25 se observó una comparación de la resistencia a la compresión de probetas de 14 días de edad, elaboradas con distintas cantidades de aditivo para determinar una cantidad que pueda ser técnica y económicamente viable. Se pudo ver que, a mayor cantidad de aditivo las probetas alcanzaron más rápido su resistencia de diseño.

A los 14 días todas las probetas ensayadas han pasado la resistencia de diseño, se pudo observar que de los tres aditivos en estudio el Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanzaron una mayor resistencia, acelerando el tiempo de fraguado del concreto y disminuyendo los tiempos de desencofrado.



**Figura N° 26.- Comparación de la resistencia promedio de los tres aditivos a los 14 días -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

En la figura N° 26 se observó una comparación de la resistencia a la compresión de probetas de 28 días de edad, elaboradas con distintas cantidades de aditivo para determinar una cantidad que pueda ser técnica y económicamente viable. Se pudo ver que, a mayor cantidad de aditivo las probetas alcanzan más rápido su resistencia de diseño y que la resistencia final es mucho mayor a la resistencia de diseño.

A los 28 días todas las probetas ensayadas han pasado la resistencia de diseño, se pudo observar que de los tres aditivos en estudio el Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanza una mayor resistencia.

De acuerdo a lo observado, se determinó que el aditivo Sika R Sem Acelerant Pe es el que alcanzó mayor resistencia tanto inicial como final y que la cantidad recomendable de aditivo a usar sería 3% ya que a los siete días y con esta cantidad de aditivo ya se ha pasado la resistencia de diseño, razón por lo cual no sería necesario usar mayor cantidad de aditivo.

## VI. DISCUSIÓN

En las especificaciones del aditivo Z Fragua una de sus ventajas es la facilidad de trabajar ya que se puede utilizar en cualquier trabajo en que se necesita acelerar el proceso de fragua, no bajando la resistencia al concreto, ayudando a desencofrar en menor tiempo lo cual significará avanzar más rápido el trabajo. Esto se comprueba al analizar la Tabla N° 03 y Tabla N°04 donde se presentó el análisis de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo Z Fragua y sin aditivo para los 7 días, 14 días y 28 días con 2.50%, 3.00% y 3.50% de aditivo. Se observó las ventajas que ofrece este aditivo ya que a los 7 días y con una dosis de aditivo del 2.50% alcanza una resistencia aproximada a la un concreto sin aditivo a los 28 días; esta resistencia es mayor si consideramos una dosis de 3.00% de aditivo. Además, si consideramos una dosis de 3,50% de aditivo la resistencia a la compresión del concreto es mucho mayor, llegando a una resistencia promedio de  $184.49 \text{ kg/cm}^2$ . Estos resultados demostraron que es factible realizar el desencofrado de estructuras a los 7 días de haberse realizado es vaciado de estas, lo cual significa optimizar tiempos en las partidas acelerando el proceso constructivo.

De igual manera en la Tabla N° 22 y Tabla N° 23 se observó la comparación de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con 2.50%, 3.00% y 3.50% de aditivo Z Fragua y sin aditivo para 7, 14 y 28 días. En dicho cuadro se pudo ver que el concreto con aditivo a los 7 días alcanzó una resistencia 207.59, 216.45, 221.62  $\text{kg/cm}^2$  con 2, 2.5 y 3% de aditivo respectivamente. Si consideramos esta resistencia versus la resistencia aproximada que alcanzó el concreto sin considerar aditivo,  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , se tendrían los siguientes porcentajes: 98.85%, 103.07% y 105.53%. Estos valores demostraron la factibilidad de realizar el desencofrado de los elementos estructurales a los siete días de haber realizado el vaciado del concreto con aditivo Z Fragua. De esta manera se puede continuar con las demás partidas, agilizando el proceso constructivo.

De acuerdo a (CHEMA , 2017), sus especificaciones de la utilización del aditivo Chema 3 es agregar un porcentaje de 1.20 % a 4.00 % del peso del cemento al

agua de amasado y conseguir la resistencia requerida en un menor tiempo a comparación de un concreto convencional (concreto sin aditivo).

Para esta investigación se hizo el diseño del concreto y a la hora de elaborar la mezcla diseñada se le agregó el aditivo en cantidades de 2.50%, 3.00% y 3.5% a la masa, Se tomó la decisión de agregar estos porcentajes porque están dentro del rango de la especificación técnica del fabricante. También se realizó probetas sin al aditivo para compararlas con las que tenían el aditivo.

En las figuras N° 06 y N° 18 se mostró claramente que el concreto con aditivo Chema 3 alcanzó su resistencia requerida en menor tiempo a comparación que el concreto sin el aditivo, mientras mayor es el porcentaje del aditivo menor es el tiempo que tarda en alcanzar su resistencia requerida.

En la figura N° 07 y N° 19 se pudo observar que las probetas con aditivos tienen un aumento de su resistencia de manera exponencial los primeros 7 días. Y en los siguientes 14 se comportaron de una forma lineal. Mientras que las probetas que no contienen el aditivo acelerante su aumento en los primeros 7 días también se podría decir que fue exponencial, pero no alcanza la resistencia que se logró con el aditivo. Luego va aumentando su resistencia de manera gradual hasta alcanzar la resistencia requerida a los 28 días.

En la figura N° 8 se mostró que al séptimo día hay un porcentaje promedio de las tres cantidades de aditivos de 39.44 % por sobre del requerido. Esto nos confirmó el crecimiento exponencial visto en la figura N° 7 en los primeros siete días. En los siguientes siete días se tuvo un porcentaje promedio de 19.16 % por sobre de lo requerido, esto nos mostró que el porcentaje de aumento de resistencia va disminuyendo notablemente hasta llegar al día 28 un porcentaje de 8.86 %, así ira disminuyendo hasta que el aditivo pierda su efecto en la resistencia del concreto.

En las especificaciones del aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, algunas de sus ventajas fueron:

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Faenas en donde se necesita una rotación rápida del encofrado.

Esto se comprobó al analizar la Tabla N° 15 y Tabla N° 16 donde se presentó el análisis de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo Z Fragua y sin aditivo para los 7 días, 14 días y 28 días con 2.50 %, 3.00 % y 3.50 % de aditivo. Se observó las ventajas que ofrece este aditivo ya que a los 7 días y con una dosis de aditivo del 2.50% alcanzó una resistencia aproximada a la de un concreto sin aditivo a los 28 días; esta resistencia fue mayor si consideramos una dosis de 3.00 % de aditivo. Además, si consideramos una dosis de 3,50 % de aditivo la resistencia a la compresión del concreto fue mucho mayor, llegando a una resistencia promedio de  $185.03 \text{ kg/cm}^2$ .

Estos resultados demostraron que fue factible realizar el desencofrado de estructuras a los 7 días de haberse realizado el vaciado de estas, lo cual significa optimizar tiempos en las partidas acelerando el proceso constructivo.

De igual manera en la Tabla N° 34 y Tabla N° 35 se observó la comparación de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  con 2.50 %, 3.00 % y 3.50 % de aditivo Sika R Sem Acelerante Pe y sin aditivo para 7, 14 y 28 días. En dicho cuadro se pudo ver que el concreto con aditivo a los 7 días alcanzó una resistencia  $209.02, 218.15, 222.30 \text{ kg/cm}^2$  con 2, 2.5 y 3 % de aditivo respectivamente. Si consideramos esta resistencia versus la resistencia aproximada que alcanzó el concreto sin considerar aditivo,  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , tendríamos los siguientes porcentajes: 99.53 %, 103.88 % y 105.86 %. Estos valores demostraron la factibilidad de realizar el desencofrado de los elementos estructurales a los siete días de haber realizado el vaciado del concreto con aditivo Sika R Sem Acelerante Pe. De esta manera se puede continuar con las demás partidas, agilizando el proceso constructivo.

La correlación entre variables consistió en determinar la variación conjunta de las dos variables, su grado o nivel de relación, y su sentido (positivo o negativo). La

medida del nivel de relación se denomina coeficiente o índice de correlación (p 88). El Índice de correlación cuanto más cercano esté a 1 el valor absoluto de este, se tendrá una buena correlación (Córdova Zamora, 2009).

Se analizó también la correlación existente entre la resistencia a la compresión del concreto y el porcentaje de aditivo utilizado en la muestra. Estos resultados se observaron en las siguientes tablas:

Para un concreto con una resistencia de diseño igual a:  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y con aditivo z fragua, según la tabla N°6 se observó una correlación de Pearson igual a 0.721. este valor significó que hay una correlación positiva alta según escala publicada por Mario Orlando Suárez Ibujes en su monografía Coeficiente de correlación de Karl Pearson. Este valor indicó que si existe relación entre el porcentaje de aditivo y la resistencia a la compresión obtenida.

De igual manera en la tabla N°12 considerando aditivo Chema 3 se obtuvo una correlación de Pearson de 0.637, lo cual según la escala anteriormente indicada significa una correlación positiva moderada. De esta manera se pudo concluir que no necesariamente a más cantidad de aditivo más resistencia del concreto, más bien el porcentaje de aditivo es óptimo para ciertas cantidades. Porcentajes elevados no influyeron notoriamente en la resistencia final del concreto.

También en la tabla N°18 se evaluó considerando aditivo Sika R Sem Acelerante obteniéndose una relación de Pearson igual a 0.624, obteniéndose una correlación positiva moderada.

Además, en las tablas N° 7, N° 13 y N° 19 se analizó la correlación existente entre la resistencia a la compresión del concreto con el número de días. Obteniéndose correlaciones de: 0.675, 0.667 y 0.654, para los aditivos Z fraga, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante respectivamente. Lo cual según la escala mencionada existió una correlación positiva moderada. Esto se manifestó en el comportamiento del concreto, ya que normalmente su resistencia aumenta con el paso del tiempo, pero este aumento se produce muy rápidamente en los primeros días luego de su

colocación. Al pasar el tiempo el aumento de su resistencia se vuelve más gradual durante un periodo de tiempo indefinido.

A los diseños de mezcla para concretos de  $175.00 \text{ kg/cm}^2$  y  $210.00 \text{ kg/cm}^2$ . a una mezcla no se le agregó el aditivo mientras que a la otra mezcla se le agregó aditivos como: Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe, en las mismas proporciones (2.50 %, 3.00 % y 3.50 %) y se sometió a evaluación (ensayos a la resistencia a la compresión) a 7, 14 y 28 días, con la mezcla sin aditivo se hizo 3 probetas por cada día de evaluación con un total de 9 probetas, con esta misma secuencia para cada aditivo pero en vez de nueve por aditivo se hizo 9 por cada porcentaje de aditivo que se le agregó a la mezcla, con un total de 27 probetas por cada aditivo, haciendo un total de 81 probetas por cada diseño de mezcla con un total de 162 probetas para los dos diseños de mezclas y 18 probetas para los dos diseños de mezclas sin el aditivo.

En las tablas N° 03, N° 09, N° 15, N° 22, N° 25 y la N° 28 se mostraron las resistencias de los ensayos con y sin aditivo. Hay una notable diferencia entre las resistencias de los ensayos que realizaron a probetas que a su mezcla se les agregó el aditivo acelerante de fragua con las probetas que a su mezcla no se les agregó ningún tipo de aditivo. Esto nos deja deducir que con estos aditivos se podrá desencofrar en un menor tiempo y al mismo tiempo reduciría notablemente los tiempos de ejecución de los proyectos que para su construcción se necesitaría de forma parcial o total un concreto. Como por ejemplo en la tabla N° 03 que son diseños de mezclas para un concreto de resistencia de  $175.00 \text{ kg/cm}^2$ , alcanzada a los 28 días, el promedio de las resistencias de las tres muestras sin aditivo evaluadas a los 7 días es de  $127.96 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que a la mezcla que se le agregó el aditivo tenemos un promedio de  $178.55 \text{ kg/cm}^2$ , en los primeros siete días alcanza su resistencia requerida a los 28 días.

En las figuras N° 04, N° 07, N° 10, N° 16, N° 19 Y N° 22 en estas figuras se notaron como va aumentando las resistencias del concreto a los diferentes días de evaluación. Las probetas que al diseño de mezcla se le agregó los aditivos presentan un aumento de resistencia más acelerado que las que no tienen el

aditivo. Las probetas con el aditivo en los primeros siete días alcanzaron su resistencia máxima en cambio las probetas que no tienen aditivo fueron más lento.

También notamos en las figuras N° N° 03, N° 09, N° 15, N° 22, N° 25 y la N° 28 que a mayor cantidad del aditivo mayor fue la resistencia que presenta en los primeros siete días de evaluación de las probetas.

En el concreto que se diseñó para una resistencia de 175.00 Kg/cm<sup>2</sup> , A los ensayos que se sometió de comportó diferente con cada aditivo, en la figura N° 12 a los siete primeros días de evaluación con diferentes cantidades (2.50 %, 3.00 % y 3.50 %) de aditivo que se le agregó a la mezcla, con el que mayor resistencia presentó fue con el aditivo Sika® Sem Acelerante Pe, para los 14 y 28 ( Figura N° 13 y Figura N° 14) días las probetas con mejor resistencia fueron las que se agregaron también el aditivo Sika® Sem Acelerante Pe. Con esto se dedujo que con el aditivo que mejor se comportó en el concreto fue con el aditivo Sika® Sem Acelerante Pe.

En el concreto que se diseñó para una resistencia de 210.00 kg/cm<sup>2</sup> tuvieron el mismo comportamiento que en el de resistencia 175.00 kg/cm<sup>2</sup>, las probetas que adquirieron mayor resistencia fueron a las que se le agregó el aditivo Sika® Sem Acelerante Pe.

## VII. CONCLUSIONES

- Los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe, influyeron aumentando la resistencia del concreto, haciendo que este alcance su resistencia de diseño en menos tiempo que un concreto normal, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos.
- La mayor influencia de los aditivos se obtuvo a los 7 días, alcanzando valores cercanos a la resistencia de diseño, debido a que estos son acelerantes de fraguado y aumentaron la resistencia inicial del concreto. La influencia de los aditivos se determinó en función de un concreto normal. Para un concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron los siguientes porcentajes en función del aditivo y la cantidad utilizada de este:

% Respecto a lo esperado			
Cantidad de aditivo	2.5%	3%	3.5%
Z Fragua N° 05	135.27%	139.15%	144.18%
Chema 3	135%	140.23%	143.34%
Sika R Sem Acelerante	136.06%	141.84%	144.59%

Para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvieron los siguientes porcentajes en función del aditivo y la cantidad utilizada de este:

% Respecto a lo esperado			
Cantidad de aditivo	2.5%	3%	3.5%
Z Fragua N° 05	138.10%	143.99%	147.43%
Chema 3	137%	143.32%	146.45%
Sika R Sem Acelerante	139.05%	145.12%	147.88%

- Las probetas estudiadas alcanzaron la resistencia de diseño en los primeros siete días, observándose en su grafico un aumento exponencial de la resistencia y en los siguientes días tuvieron un aumento de resistencia de forma lineal.

- La máxima resistencia a la compresión del concreto se obtuvo a los 28 días, en las probetas que fueron elaboradas con 3.5% de aditivo. Para concreto  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo al aditivo se obtuvieron las siguientes resistencias: Z Fragua N° 05 =  $199.22 \text{ kg/cm}^2$ , Chema 3 =  $198.65 \text{ kg/cm}^2$  y para Sika R Sem Acelerante Pe =  $200.51 \text{ kg/cm}^2$ . Mientras tanto, para un concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y de acuerdo al aditivo utilizado se obtuvieron las siguientes resistencias: Z Fragua N° 05 =  $238.81 \text{ kg/cm}^2$ , Chema 3 =  $237.92 \text{ kg/cm}^2$  y para Sika R Sem Acelerante Pe =  $239.42 \text{ kg/cm}^2$ .
- El acelerante que mayor efecto tuvo aumentando la resistencia inicial del concreto fue el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, tanto para concreto  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , así como también para concreto  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- El uso de los aditivos acelerantes se debió realizar de acuerdo a sus especificaciones técnicas, de acuerdo al clima y el tiempo de fraguado que se desee alcanzar. La cantidad de aditivo debe estar en un rango promedio de 1.5 % a 4 % respecto al volumen del cemento.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- Utilizar el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, debido a que presenta mejores propiedades respecto a los otros aditivos utilizados, ya que en esta investigación se demostró que este aditivo aumenta la resistencia en mayor porcentaje que el resto de aditivos.
- Utilizar los aditivos en una cantidad del 3% respecto al volumen de la bolsa de cemento, porque en los primeros siete días se obtiene valores por encima de la resistencia requerida; por lo cual sería antieconómico utilizar mayor cantidad de aditivo.
- Se recomienda mezclar bien el aditivo en el agua antes de ser usado.
- Se recomienda tener un control riguroso de las propiedades físicas de los agregados, ya que de esto depende que el diseño de mezclas sea satisfactorio y así obtener las resistencias deseadas.
- Utilizar aditivos acelerantes cuando se necesite que el concreto desarrolle resistencia rápidamente. El empleo de aditivos es útil debido a que acelera los procesos de desencofrado y reduce los tiempos de ejecución de los proyectos.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2010). *Tecnología del concreto* (I ed., Vol. I). Recuperado el 5 de setiembre de 2017, de <https://es.scribd.com/doc/161103318/Flavio-Abanto-Castillo-Tecnologia-del-Concreto-Teoria-y-Problemas>
- Abanto, F. (2015). El agua en el concreto. En *Generalidades, propiedades y procesos del concreto* (pág. 21). Recuperado el 05 de setiembre de 2017, de [https://www.academia.edu/9706247/CONCRETO\\_Generalidades\\_propiedades\\_y\\_procesos](https://www.academia.edu/9706247/CONCRETO_Generalidades_propiedades_y_procesos)
- ADITIVOS, Z. (2017). Z FRAGUA N° 5. Obtenido de <http://zaditivos.com.pe/index.php/productos/acelerante/z-fragua-nd-5.html>
- Brabb, E., & Hrod, B. (1989). *Landslides: Extent and economic significance*. Rotterdam, Netherlands.
- Castellón, H., & De la Ossa, k. (2013). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo i y tipo iii, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*. Recuperado el 05 de mayo de 2017, de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/537/1/TESIS%20DE%20GRAD%20O.pdf>
- CHEMA . (Diciembre de 2017). *Ficha Técnica Chema 3 ó Chema Estruct.* Lima-Perú.
- CHEMA. (Diciembre de 2017). *CHEMA N° 5*.
- Córdova Zamora, M. (2009). *Estadística Descriptiva e inferencial* (Quinta Edición ed.). Lima: MOSHERA S.R.L.
- Gómez, c., & Santillán, H. (2015). *Análisis granulométrico de agregados*. Obtenido de [https://www.academia.edu/7298815/GUIA\\_DE\\_ANALISIS\\_GRANULOMETRICO\\_POR\\_TAMIZADO](https://www.academia.edu/7298815/GUIA_DE_ANALISIS_GRANULOMETRICO_POR_TAMIZADO)
- María, Z. A., & Lincol, Z. S. (2016). *Universidad Señor de Sipán*. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/3949>
- Pacasmayo. (diciembre de 2016). *Pacasmayo*. Recuperado el 05 de setiembre de 2017, de <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/adicionado/extraforte/>
- SIKA®. (Diciembre de 2017). *SIKA N° 3*.
- Silva, M., Villamil, L., & Tobar, K. (26 de febrero de 2016). *Materiales para diseño de construcción*. Recuperado el 05 de setiembre de 2017, de <https://materialesyprocesos.wordpress.com/2016/02/26/aditivos/>

Torres Trigoso, J. F. (2013). *Repositorio Institucional - UNC* . Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/426>

Ysquierdo Villanueva, J. (26 de Octubre de 2015). *Repositorio Institucional - UNC*. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/641>

## ANEXOS

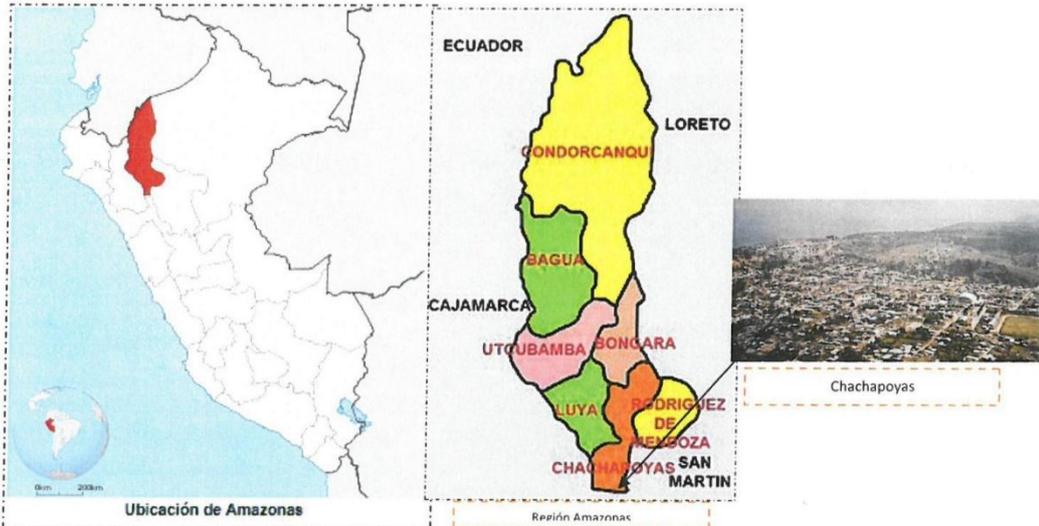
### ANEXO N° 01.- RESULTADOS DE PRUEBAS DE LABORATORIO.

2017

INVERSIONES  
LICERA

Ing. Yván Segundo  
Licera Correa REG.CIP  
53820

TESIS: INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO  $f'c=175\text{KG}/\text{CM}^2$  Y  $210\text{KG}/\text{CM}^2$ , CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016



### ESTUDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El presente estudio se realiza a solicitud de QUELMEYER VALLE GÓMEZ

INVERSIONES LICERA  
*Elbis Meléndez*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
*Yván S. Licera*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## **ESTUDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

EXP N° 070-2017-LINV.L.

TESIS:

**INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016**

Tema :

Verificación de Resistencia de Concreto

Ubicación:

**Distrito** : Chachapoyas

**Provincia** : Chachapoyas

**Región** : Amazonas

Solicita:

**Bach. Ing. Civil QUELMER VALLE GÓMEZ**

Laboratorio:

**INVERSIONES LICERA**

Técnico Laboratorista:

**Tec. Elbis Meléndez Grandez**

Profesional Responsable:

**Ing. Yván Segundo Licera Correa REG.CIP 53820**

Fecha de Muestreo:

**28-09-2017**

Fecha de Ensayo:

**VARIOS**

INVERSIONES LICERA

  
-----  
**ELBIS MELÉNDEZ GRANDEZ**  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

  
-----  
**YVAN S. LICERA CORREA**  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## **ESTUDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

EXP N° 070-2017-LINV.L.

### **1.- NOMBRE DEL PROYECTO DE TESIS:**

El proyecto denominado: **INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACCELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM<sup>2</sup> Y 210 KG/CM<sup>2</sup>, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016**

### **2.- UBICACIÓN:**

Distrito	:	Chachapoyas
Provincia	:	Chachapoyas
Departamento	:	Amazonas

### **3.- GENERALIDADES:**

El presente informe comprende los ensayos a la compresión del concreto como método común empleado en la ingeniería civil con la finalidad a través de él verificar si el concreto que se está empleando o empleará en una determinada obra logrará alcanzar la resistencia de diseño y/o la requerida o exigida por la supervisión.

El ensayo a la compresión es considerado como un método destructivo porque es necesaria la rotura de probetas para determinar la resistencia a la compresión de las mismas.

La forma de las probetas para su ensayo por lo general es cilíndrica de sección típica:

**Probeta Cilíndrica: 15cmx30cm**

Para realizar el ensayo a la compresión se requiere como mínimo dos probetas, a partir de las cuales podemos hallar el valor promedio de los resultados obtenidos o descartar el resultado de la o las probetas que se consideren como inadecuadas para la producción del concreto las mismas que podrían afectar los resultados de la resistencia de diseño y/o la exigida en obra.

INVERSIONES LICERA  
  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



## INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

Los moldes de las probetas que se emplearán deberán de ser rígidos y no absorbentes. Para evitar este fenómeno fisicoquímico el molde se untará con aceite de carro u otra sustancia que por su naturaleza no dañe al concreto.

#### 4.- OBJETIVO:

- Realizar los diseños de mezclas por el método ACI par resistencia  $F'c=175\text{kg/cm}^2$  y  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- Verificar la resistencia de diseño con la utilización de aditivos (03 tipos).

#### 5.- DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE CHACHAPOYAS

1. Asunción
2. Balsas
- 3. Chachapoyas**
4. Cheto
5. Chilibuín
6. Chuquibamba
7. Granada
8. Huancas
9. La Jalca
10. Leimebamba
11. Levanto
12. Magdalena
13. Mariscal Castilla
14. Molinopampa
15. Montevideo
16. Olleros
17. Quinjalca
18. San Francisco de Daguas
19. San Isidro de Maino
20. Soloco
21. Sonche

INVERSIONES LICERA  
  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

## INVERSIONES LICERA

De: Yvan Segundo Licera Correa

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

### 6.- CLIMA-TEMPERATURA-ZONA SÍSMICA:

#### CLIMA:

En esta parte del Perú, ubicada en la ceja de selva, la temperatura promedio es de 18 °C y la humedad relativa es de 74 por ciento. A pesar de ser una zona calurosa que pertenece a la sierra y no a la selva, el visitante no debe confiarse demasiado, ya que existen lugares en los que la temperatura puede llegar hasta los 2 °C.

En Chachapoyas, el clima es templado, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima (periodo 1960-1991) es 19,8 °C y 9,2 °C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo 1960-1991 es 777,8 mm.

Gráfico N° 01

Parámetros climáticos promedio de Chachapoyas													[ocultar]
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	21.2	21	20.7	21.3	21.5	21.1	21	21.4	21.6	21.7	22.4	22.4	21.4
Temp. media (°C)	15.0	15.7	15.7	15.0	15.7	14.9	14.6	14.9	15.6	15.9	16.2	16.2	15.6
Temp. mín. media (°C)	10.4	10.5	10.7	10.4	9.9	8.8	8.6	8.4	9.6	10.1	10	10	9.8
Precipitación total (mm)	76	85	121	90	49	29	28	27	62	94	82	68	811

Fuente: Climate-data.org

#### ASPECTO SISMICO:

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

Según el Anexo 01 del DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA, Chachapoyas se ubica en la Zona 02 con un período de diseño de 0.25 seg.

INVERSIONES LICERA  
  
 ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
 TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
 YVAN S. LICERA CORREA  
 ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
 Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

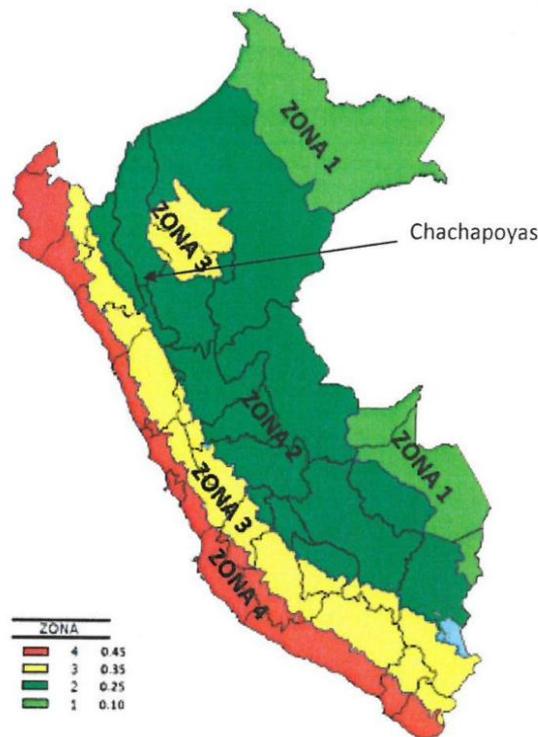
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoria en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**ZONAS SÍSMICAS**



**FIGURA N° 1**

**7.- INVESTIGACION DE CAMPO:**

**7.1 Verificación INSITU de la zona de los agregados:**

Los agregados fueron traídos por el Tesista desde la cantera de la familia Moestanza, ubicados en el sector de Santa Lucía-Chachapoyas, se recibieron 250kg de Piedra Chancada y 300 Kg de Arena Gruesa, el agua empleada es la potable suministrada por EMUSAP al servicio público.

INVERSIONES LICERA  
*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

## INVERSIONES LICERA

De: Yvan Segundo Licera Correa

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

### 7.2 Diseño de Mezclas:

Para el proyecto se diseñó la mezcla de concreto, utilizando el método A.C.I. (American Concrete Institute), con la norma A.C.I. 211.1, basada en la norma ASTM C33, donde se explica el procedimiento para optimizar la granulometría en las mezclas de concreto. Se elaboraron noventa (24) cilindros con adición a la cantidad de agua de diseño 2.5%-3%-3.5% de los aditivos acelerantes de resistencia.

Se ensayaron para las siguientes edades: 7 días, 14 días, 28 días.

Para las pruebas de resistencia a la compresión se fallaron especímenes con su lectura de carga y verificación del tipo de falla estructural de cada probeta.

Se encontró que al aumentar la edad de las muestras de concreto sin adición del aditivo, la resistencia a la compresión se incrementa. Además, al aumentar el porcentaje de aditivo, la resistencia inicial aumenta.

La trabajabilidad de la mezcla se determinó con el ensayo del cono de Abrahams midiendo el slump de diseño.

### 7.3 Ensayos de Laboratorio:

Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de Inversiones Licera, siguiendo las normas establecidas por las Normas ASTM:

#### Clasificación de Suelos:

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)

Clasificación de Suelos (ASTM D-422)

#### Ensayo de Diseño de Mezclas:

Ensayo de Abrasión Los Ángeles (MTC E 207)

Ensayo de Humedad Natural (ASTM D-4220)

Ensayo de Peso Específico de Agregado Grueso (ASTM C 127 y AASHTO T 85D-2216)

Peso Unitario de los Agregados (NTP 400.017, ASTM C-29, MTC E203)

#### Diseño de Mezclas:

Método A.C.I. (American Concrete Institute), con la norma

A.C.I. 211.1, basada en la norma ASTM C33

INVERSIONES LICERA  
  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS

RPC 949183795 - FIJO 041-630482

Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## 8.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO:

### 8.1 Clasificación de Suelos

Se cumplieron con cada uno de los procedimientos para determinar Los límites de Atterberg son ensayos de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification System, USCS). La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras.

### 8.2 Abrasión (Método de los Ángeles)

Se realizó con el equipo de Máquina de los Ángeles, con 500 ciclos de ensayo por muestra de agregado grueso (piedra chancada) obteniendo el siguiente resultado:

- Desgaste al final del ensayo: **8.32%**

Según la **Norma ASTM C131** encontramos que  $8.32% < 50%$  de lo cual podemos deducir que se trata de una piedra de alta resistencia al desgaste ideal para ser utilizados en obras de concreto armado y simple de alta resistencia.

### 8.3 Granulometría de la Arena Gruesa

Se realizó el método por tamizado con el objetivo de determinar el Módulo de finesa, obteniendo el siguiente resultado:

- Módulo de Finesa de Arena Gruesa: **2.67 < 3.1**

El resultado comparativo demuestra que se trata de una arena gruesa con un módulo de finesa permisible para ser utilizado en el concreto.

### 8.4 Granulometría de la Piedra Chancada

Se realizó el método por tamizado con el objetivo de determinar el Módulo de finesa, obteniendo el siguiente resultado:

INVERSIONES LICERA  
*Euler*  
MELENDEZ GRANDEZ  
CNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
*e.X*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

- Módulo de Fineza de Piedra Chancada: **8.64**

El resultado comparativo demuestra que se trata de una piedra chancada con un módulo de fineza permisible para ser utilizado en el concreto.

#### **8.5 Peso Específico del Agregado Grueso (Piedra Chancada)**

Se realizó el método por tamizado con el objetivo de determinar el Peso específico por gravedad, obteniendo el siguiente resultado:

- Peso Específico por Gravedad: **2.657 gr/cm<sup>3</sup>**

#### **8.6 Peso Específico de la Arena Gruesa**

Se realizó el método por tamizado con el objetivo de determinar el Peso específico de la arena gruesa, obteniendo el siguiente resultado:

- Peso Específico de Arena Gruesa: **2.678 gr/cm<sup>3</sup>**

#### **8.7 Peso Unitario de la Arena Gruesa**

Se realizó el método por tamizado con el objetivo de determinar el Peso Unitario de la Arena Gruesa en suelto y compactado, obteniendo el siguiente resultado:

- Peso Unitario Suelto de la Arena Gruesa : **1491kg/m<sup>3</sup>**
- Peso Unitario Compactado de la Arena Gruesa : **1716kg/m<sup>3</sup>**

#### **8.8 Peso Unitario de la Piedra Chancada**

Se realizó el método por tamizado con el objetivo de determinar el Peso Unitario de la Piedra Chancada en suelto y compactado, obteniendo el siguiente resultado:

- Peso Unitario Suelto de la Piedra Chancada : **1345kg/m<sup>3</sup>**
- Peso Unitario Compactado de la Piedra Chancada : **1498kg/m<sup>3</sup>**

#### **8.9 Humedad Natural de la Arena Gruesa**

Se realizó el método por secado en Horno eléctrico, obteniendo el siguiente resultado:

INVERSIONES LICERA  
*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

- Humedad Natural de la Arena Gruesa

**: 10.41%**  
INVERSIONES LICERA  
*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



## INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

### 8.10 Humedad Natural de la Piedra Chancada

Se realizó el método por secado en Horno eléctrico, obteniendo el siguiente resultado:

- Humedad Natural de la Piedra Chancada : **2.83%**

### 8.11 Tamaño Máximo Nominal del agregado Grueso

Según las tablas del método ACI 211.1

- Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso : **1 ½"**

### 8.12 Selección del Asentamiento

Según las tablas del método ACI 211.1

- El Asentamiento: **3"- 4"**

### 8.13 Proporciones de Mezclas para Concreto 175kg/cm<sup>2</sup>

- **Proporción en Peso**

Cemento	:	1 saco
Arena Gruesa	:	3.12 saco
Piedra Chancada	:	3.93 saco
Agua	:	12.67 lt/saco

- **Proporción en Volumen**

Cemento	:	1 p3
Arena Gruesa	:	2.85 p3
Piedra Chancada	:	4.26 p3
Agua	:	12.67 lt/p3

### 8.14 Proporciones de Mezclas para Concreto 210kg/cm<sup>2</sup>

- **Proporción en Peso**

Cemento	:	<b>1 saco</b>
Arena Gruesa	:	<b>2.67 saco</b>
Piedra Chancada	:	<b>3.49 saco</b>
Agua	:	<b>11.64 lt/saco</b>

INVERSIONES LICERA  
*Euler*  
SIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL



## INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

- **Proporción en Volumen**

Cemento	:	1 p3
Arena Gruesa	:	2.43 p3
Piedra Chancada	:	3.79 p3
Agua	:	11.64 lt/p3

### 8.15 Proporciones de Aditivos para Elaboración de probetas de Concreto 175kg/cm<sup>2</sup>

Agua (tres probetas)	2.5% Aditivo	3.0% Aditivo	3.5% Aditivo
1.63 lts	0.041 lts	0.049 lts	0.057 lts

### 8.16 Proporciones de Aditivos para Elaboración de probetas de Concreto 210kg/cm<sup>2</sup>

Agua (tres probetas)	2.5% Aditivo	3.0% Aditivo	3.5% Aditivo
1.69 lts	0.042 lts	0.051 lts	0.060 lts

### 09.- ANALISIS Físico – Químico del Agua:

Características Evaluadas	Resultados	Máx. Permisibles
1. Ph	6,95	5,5 - 8
2. Sulfatos	4 ppm	1000
3. Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )(ppm)	60	1000
4. Materia Orgánica	1,12ppm	3
5. Sólido en Suspensión	30ppm	5000
6. CO <sub>2</sub>	0,12	2ppm
7. Duresa	89	300ppm

INVERSIONES LICERA

*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

### CONCLUSIONES

El Estudio Técnico corresponde exclusivamente para la Tesis: **INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016.**

Las muestras fueron acopiadas e ingresadas al laboratorio por el solicitante.

Se trabajó con material de la cantera de la familia Mestanza sector Santa Isabel-Chachapoyas.

Se realizó el diseño de mezcla de concreto por el Método ACI 211.1 para resistencia de **175 kg/cm2 y 210 kg/cm2.**

Se moldearon testigos para concretos sin aditivos 9 testigos por diseño (total 18).

Se moldearon testigos con incorporador de aditivo para mejorar la resistencia inicial del concreto con adición en el agua **2.5%-3.0%-3.5%. (54 testigos)**

Se realizaron todos los ensayos requeridos por el método y se concluye:

- La piedra empleada es de alta resistencia al desgaste ideal para concretos de alta resistencia.
- El módulo de finesa de la Arena Gruesa está en el Rango permisible < 3.1.
- Los tipos de fallas obtenidos en los testigos son del tipo 2 es decir la mezcla es bien trabajable.
- Los aditivos adicionan resistencia inicial según cuadros adjuntos
- El aditivo que presenta una mayor resistencia inicial es el SIKA COMO consta en el cuadro de resultado adjunto.

## 11.- Citas Bibliográficas

- NORMAS ASTM
- Enrique Rivva López/Tecnología del Concreto/2013
- Juan Ortega García/Concreto Armado I-II
- Juan Ortega García/Inspección de Estructuras de Concreto Armado
- Enrique Rivva López/Diseños de Alta Resistencia/ICG
- Norma ACI 211.1
- Reglamento Nacional de Construcciones

INVERSIONES LICERA  
  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## 11.- RESULTADOS DE LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
-----  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TÉCNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
-----  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## RESISTENCIA A LA ABRASION ( MAQUINA DE LOS ANGELES)

SOLICITA : QUELMER VALLE GÓMEZ

TESIS : INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL  
DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN  
UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2,  
CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016

LUGAR : CHACHAPOYAS  
CANTERA : MESTANZA  
MUESTRA : AGREGADO GRUESO  
FECHA : 29/09/2017

Peso de la muestra (gr.) : 5000  
Metodo : A  
Numero de esferas : 12  
Numero de revoluciones : 500  
Peso de la muestra ensayada (gr.) : 4584  
Desgaste (%) : 8.32

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 131.

NOTA: La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

INVERSIONES LICERA  
*Eulw*  
-----  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
*o.f.*  
-----  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



- Consultoria en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

## INVERSIONES LICERA

De: Yvan Segundo Licera Correa

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y MÓDULO DE FINEZA

SOLICITA : QUELMER VALLE GÓMEZ

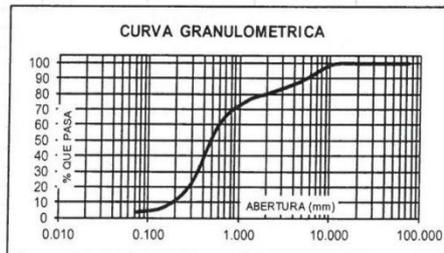
TESIS : INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM<sup>2</sup> Y 210 KG/CM<sup>2</sup>, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016

LUGAR : CHACHAPOYAS

FECHA : 29/09/2017 CANTERA : MESTANZA MATERIAL : ARENA GRUESA

PESO SECO INICIAL	1727.3
PESO SECO LAVADO	1662.4
PESO PERDIDO POR LAVADO	64.9

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (m.m.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	31.70	1.84	1.84	98.16
N° 4	4.750	169.60	9.82	11.65	88.35
N° 8	2.360	117.90	6.83	18.48	81.52
N° 16	1.180	106.90	6.19	24.67	75.33
N° 30	0.600	257.80	14.93	39.59	60.41
N° 50	0.300	658.90	38.15	77.74	22.26
N° 100	0.150	262.20	15.18	92.92	7.08
N° 200	0.075	57.40	3.32	96.24	3.76
PLATO		64.90	3.76	100.00	0.00
TOTAL		1727.30	100.00		



NOTA : La muestra fue traída por el personal de laboratorio

MÓDULO DE FINEZA: 2.67

OBSERVACIONES:

Muestra tomada e identificada por personal técnico de LABORATORIO SELVA VERDE SAC

Referencia:

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM C 125-06 Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates

Téc.: ELBIS MELENDEZ GRANDEZ

Rev.: ING. YVAN S. LICERA CORREA Fecha de emisión: 15/11/2017

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

INVERSIONES LICERA  
  
 ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
 TÉCNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
 YVAN S. LICERA CORREA  
 ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
 Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoria en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingenieria y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>			
NORMA - ASTM C 33			
<b>SOLICITA :</b>	QUELMER VALLE GÓMEZ		
<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM <sup>2</sup> Y 210 KG/CM <sup>2</sup> , CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016		
<b>LUGAR :</b>	CHACHAPOYAS		
<b>FECHA :</b>	<b>29/09/2017</b>	<b>CANTERA :</b>	<b>MESTANZA</b>
		<b>MATERIAL :</b>	<b>ARENA GRUESA</b>
<b>A :</b>	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)		1328.70
<b>B :</b>	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)		828.60
<b>C = A - B :</b>	Volumen de masa + volumen de vacios		500.10
<b>D :</b>	Peso de material seco en estufa		1306.80
<b>E = C - (A - D) :</b>	Volumen de masa		478.20
<b>ABSORCION (%) :</b>	$((A-F)/F) \times 100$		1.68
	<b>P.e. Bulk (Base Seca) =</b>	<b>D/C</b>	2.613
	<b>P.e. Bulk (Base Saturada) =</b>	<b>A/C</b>	2.657 <b>CONCRETO</b>
	<b>P.e. Aparente (Base Seca) =</b>	<b>D/E</b>	2.733

INVERSIONES LICERA

*Elbis*  
ELBIS MELÉNDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

## INVERSIONES LICERA

De: Yvan Segundo Licera Correa

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

### PESOS UNITARIOS

SOLICITA : QUELMER VALLE GÓMEZ  
TESIS : INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016  
LUGAR : CHACHAPOYAS  
CANTERA : MESTANZA  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 29/09/2017

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	9200	9210	9220
Peso de molde	4922	4922	4922
Peso de muestra	4278	4288	4298
Volumen de molde	2876	2876	2876
Peso unitario	1487	1491	1494
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1491</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	9850	9865	9860
Peso de molde	4922	4922	4922
Peso de muestra	4928	4943	4938
Volumen de molde	2876	2876	2876
Peso unitario	1713	1719	1717
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1716</b>		

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 29

NOTA : La muestra fue traído por el interezado a este laboratorio.

INVERSIONES LICERA  
*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
*Yvan*  
YVAN S. LIBERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

<b>PESOS UNITARIOS</b>			
<b>SOLICITA :</b>	QUELMER VALLE GÓMEZ		
<b>TESIS :</b>	INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016		
<b>LUGAR :</b>	CHACHAPOYAS		
<b>CANTERA :</b>	MESTANZA		
<b>MATERIAL :</b>	PIEDRA CHANCADA		
<b>FECHA :</b>	29/09/2017		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>0 1</b>	<b>0 2</b>	<b>0 3</b>
Peso de molde + muestra	16800	16850	16800
Peso de molde	4950	4950	4950
Peso de muestra	11850	11900	11850
Volumen de molde	8820	8820	8820
Peso unitario	1344	1349	1344
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1345</b>		
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>			
<b>Ensayo N°</b>	<b>0 1</b>	<b>0 2</b>	<b>0 3</b>
Peso de molde + muestra	18150	18200	18150
Peso de molde	4950	4950	4950
Peso de muestra	13200	13250	13200
Volumen de molde	8820	8820	8820
Peso unitario	1497	1502	1497
<b>Peso unitario prom.</b>	<b>1498</b>		
<b>ESPECIFICACIONES :</b>	El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 29		
<b>NOTA :</b>	La muestra fue traído por el interezado a este laboratorio.		

INVERSIONES LICERA

*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

## INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMAS: NTP 339.127, ASTM 02216-17		
SOLICITA	:	QUELMER VALLE GÓMEZ
TESIS	:	INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016
LUGAR	:	CHACHAPOYAS
CANtera	:	MESTANZA
MATERIAL	:	ARENA GRUESA
FECHA	:	29/09/2017
ENSAYO N°		
	<b>0 1</b>	<b>0.2</b>
Peso de tara + MH	3764.20	3764.20
Peso de tara + MS	3436.40	3436.40
Peso de tara	287.10	287.10
Peso del agua	327.80	327.80
MS	3149.30	3149.30
Contenido de humedad (%)	10.41	10.41
( % ) Promedio	<b>10.41</b>	

CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMAS: NTP 339.127, ASTM 02216-17		
SOLICITA	:	QUELMER VALLE GÓMEZ
TESIS	:	INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016
LUGAR	:	CHACHAPOYAS
CANtera	:	MESTANZA
MATERIAL	:	PIEDRA CHANCADA
FECHA	:	04/10/2016
ENSAYO N°		
	<b>0 1</b>	<b>0.2</b>
Peso de tara + MH	4280.00	4280.00
Peso de tara + MS	4170.10	4170.10
Peso de tara	289.30	289.30
Peso del agua	109.90	109.90
MS	3880.80	3880.80
Contenido de humedad (%)	2.83	2.83
( % ) Promedio	<b>2.83</b>	

INVERSIONES LICERA

*Eufus*

ELBIS MELENDEZ GRANDER  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*oX*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

### DISEÑO DE MEZCLA

(MÉTODO A.C.I.211.1)

**SOLICITA :** QUELMER VALLE GÓMEZ  
INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO  
**TESIS :** DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO  
F'C=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016  
**LUGAR :** CHACHAPOYAS  
**FECHA :** 30-set-17.

#### I.- ESPECIFICACIONES

- \* La selección de las proporciones se harán empleando el método del A.C.I.
- \* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

#### 1.2.- Materiales

<b>a.- Cemento Portland</b>		<b>pacasmayo</b>
Tipo	:	1
P. Especifico	:	3.11
<b>b.- Agua</b>		
Tipo	:	
P. Especifico	:	
<b>c.- Agregado Fino</b>		<b>MESTANZA</b>
P. Especifico de la masa	:	2.678
Peso Unitario Seco Suelto	:	1491.00 $\text{kg/m}^3$
Peso Unitario Seco Compactado	:	1716.00 $\text{kg/m}^3$
Contenido de humedad	:	10.41 %
Absorción	:	1.20 %
Modulo de fineza	:	2.67
<b>d.- Agregado Grueso</b>		<b>MESTANZA</b>
Tamaño maximo nominal	:	1 1/2"
P. Especifico de la masa	:	2.657
Peso Unitario Seco Suelto	:	1345.00 $\text{kg/m}^3$
Peso Unitario Seco Compactado	:	1498.00 $\text{kg/m}^3$
Contenido de humedad	:	2.83 %
Absorción	:	0.96 %
Modulo de fineza	:	8.64

#### II.- SECUENCIA DE DISEÑO

2.1.- Determinacion de Resistencia Promedio :	245 $\text{kg/cm}^2$
2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal :	1 1/2"
2.3.- Selección del Asentamiento :	3" a 4"
2.4.- Volumen Unitario de Agua :	181 $\text{lt/m}^3$
2.5.- Contenido de Aire :	1.0 %
2.6.- Relación Agua - Cemento a/c :	0.630

INVERSIONES LICERA

*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS

RPC 949183795 - FIJO 041-630482

Email: [ilc32@hotmail.com](mailto:ilc32@hotmail.com)



## INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

2.7.- Factor Cemento	:	287.30 kg/m <sup>3</sup>	:	6.76 bls/m <sup>3</sup>
2.8.- Contenido del Agregado Grueso	:	1098.03 kg/m <sup>3</sup>		
2.9.-Contenido de Agregado Fino				
Vol. Absoluto. De Agregado Fino	:	0.303		
Peso del Agregado Fino	:	812.4 kg/m <sup>3</sup>		
2.10.- Valores de Diseño				
Cemento	:	287.3 kg/m <sup>3</sup>		
Agua	:	181.0 lt/m <sup>3</sup>		
Agregado Fino Seco	:	812.4 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	1098.0 kg/m <sup>3</sup>		
2.11.- Corrección por Humedad				
Agregado Fino	:	896.97 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso	:	1129.11 kg/m <sup>3</sup>		
* humedad superficial del agregado				
Agregado Fino	:	9.21 %		
Agregado Grueso	:	1.87 %		
* Aporte de humedad de los agregados				
Agregado Fino	:	74.82		
Agregado Grueso	:	<u>20.53</u>		
		95.35		
* Agua efectiva	:	85.65 lt/m <sup>3</sup>		
2.12.- Valores de Diseño Corregidos				
Cemento	:	287.30 kg/m <sup>3</sup>		
Agua	:	85.65 lt/m <sup>3</sup>		
Agregado Fino Seco	:	896.97 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	1129.11 kg/m <sup>3</sup>		
2.13.- Proporción en Peso				
1	3.12	3.93	;	12.67 lt/saco
2.14.- Proporción en Volumen				
1	2.85	4.26	;	12.67 lt/pie <sup>3</sup>

INVERSIONES LICERA

*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

## DISEÑO DE MEZCLA

(MÉTODO A.C.I.211.1)

**SOLICITA :** QUELMER VALLE GÓMEZ  
INFLUENCIA DE TRES ADITIVOS ACELERANTES EN EL DESARROLLO  
**TESIS :** DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UN CONCRETO  
F'c=175KG/CM2 Y 210 KG/CM2, CHACHAPOYAS-AMAZONAS-2016  
**LUGAR :** CHACHAPOYAS  
**FECHA :** 30-set-17

### I.- ESPECIFICACIONES

- \* La selección de las proporciones se harán empleando el método del A.C.I.
- \* La resistencia de diseño especificada a los 28 días es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### 1.2.- Materiales

<b>a.- Cemento Portland</b>		<b>pacasmayo</b>
Tipo	:	1
P. Especifico	:	3.11
<b>b.- Agua</b>		
Tipo	:	
P. Especifico	:	
<b>c.- Agregado Fino</b>		<b>MESTANZA</b>
P. Especifico de la masa	:	2.678
Peso Unitario Seco Suelto	:	1491.00 $\text{kg/m}^3$
Peso Unitario Seco Compactado	:	1716.00 $\text{kg/m}^3$
Contenido de humedad	:	10.41 %
Absorción	:	1.20 %
Modulo de fineza	:	2.67
<b>d.- Agregado Grueso</b>		<b>MESTANZA</b>
Tamaño maximo nominal	:	1 1/2"
P. Especifico de la masa	:	2.657
Peso Unitario Seco Suelto	:	1345.00 $\text{kg/m}^3$
Peso Unitario Seco Compactado	:	1498.00 $\text{kg/m}^3$
Contenido de humedad	:	2.83 %
Absorción	:	0.96 %
Modulo de fineza	:	8.64

### II.- SECUENCIA DE DISEÑO

2.1.- Determinación de Resistencia Promedio :	294 $\text{kg/cm}^2$
2.2.- Selección del Tamaño Maximo Nominal :	1 1/2"
2.3.- Selección del Asentamiento :	3" a 4"
2.4.- Volumen Unitario de Agua :	181 $\text{lt/m}^3$
2.5.- Contenido de Aire :	1.0 %
2.6.- Relación Agua - Cemento a/c :	0.560

INVERSIONES LICERA  
*Elbis*  
ELBIS MELENDEZ GRANDEZ

INVERSIONES LICERA  
*Yvan*  
YVAN S. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



## INVERSIONES LICERA

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

2.7.- Factor Cemento	:	323.21 kg/m <sup>3</sup>	:	7.61 bls/m <sup>3</sup>
2.8.- Contenido del Agregado Grueso	:	1098.03 kg/m <sup>3</sup>		
2.9.- Contenido de Agregado Fino				
Vol. Absoluto. De Agregado Fino	:	0.292		
Peso del Agregado Fino	:	781.5 kg/m <sup>3</sup>		
2.10.- Valores de Diseño				
Cemento	:	323.2 kg/m <sup>3</sup>		
Agua	:	181.0 lt/m <sup>3</sup>		
Agregado Fino Seco	:	781.5 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	1098.0 kg/m <sup>3</sup>		
2.11.- Corrección por Humedad				
Agregado Fino	:	862.82 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso	:	1129.11 kg/m <sup>3</sup>		
* humedad superficial del agregado				
Agregado Fino	:	9.21 %		
Agregado Grueso	:	1.87 %		
* Aporte de humedad de los agregados				
Agregado Fino	:	71.97		
Agregado Grueso	:	<u>20.53</u>		
		92.51		
* Agua efectiva	:	88.49 lt/m <sup>3</sup>		
2.12.- Valores de Diseño Corregidos				
Cemento	:	323.21 kg/m <sup>3</sup>		
Agua	:	88.49 lt/m <sup>3</sup>		
Agregado Fino Seco	:	862.82 kg/m <sup>3</sup>		
Agregado Grueso Seco	:	1129.11 kg/m <sup>3</sup>		
2.13.- Proporción en Peso				
<b>1</b>	<b>2.67</b>	<b>3.49</b>	<b>;</b>	<b>11.64 lt/saco</b>
2.14.- Proporción en Volumen				
<b>1</b>	<b>2.43</b>	<b>3.79</b>	<b>;</b>	<b>11.64 lt/pie<sup>3</sup></b>

INVERSIONES LICERA

*Eufy*

ELBIS MELENDEZ GIL-ANDEZ  
TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan*  
YVAN G. LICERA CORREA  
ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**RESULTADO DE CARGAS F'C 175 KG/CM2 Y 210 KG/CM2**

FECHA MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	TIPO DE FALLA	altura especimen (cm)	área especimen cm2	carga (175 kg/cm2)	carga (210 kg/cm2)	FC 175KG/CM2	FC 210KG/CM2	validación (175kg/cm2)	validación (210kg/cm2)
02/10/2017	10/10/2017	7	1	2	15	176.72	22111.11	26201.71	125.12	148.27	71%	71%
02/10/2017	10/10/2017		2	2	15	176.72	23031.27	27554.64	130.33	155.93	74%	74%
02/10/2017	10/10/2017		3	2	15	176.72	22697.27	25936.99	128.44	146.77	73%	70%
			<b>Muestra promedio</b>				<b>22613.22</b>	<b>26564.45</b>	<b>127.96</b>	<b>150.32</b>	<b>73%</b>	<b>72%</b>
02/10/2017	17/10/2017	14	1	2	15	176.72	27449.14	32822.16	155.33	185.74	89%	88%
02/10/2017	17/10/2017		2	2	15	176.72	27622.32	32641.56	156.31	184.71	89%	88%
02/10/2017	17/10/2017		3	2	15	176.72	29691.65	33363.62	168.02	188.80	96%	90%
			<b>Muestra promedio</b>				<b>28254.37</b>	<b>32942.44</b>	<b>159.89</b>	<b>186.42</b>	<b>91%</b>	<b>89%</b>
02/10/2017	31/10/2017	28	1	2	15	176.72	31160.16	37498.39	176.33	212.20	101%	101%
02/10/2017	31/10/2017		2	2	15	176.72	31494.15	36979.56	178.22	209.26	102%	100%
02/10/2017	31/10/2017		3	2	15	176.72	31434.06	37646.66	177.88	213.04	102%	101%
			<b>Muestra promedio</b>				<b>31160.16</b>	<b>37374.87</b>	<b>176.33</b>	<b>211.50</b>	<b>101%</b>	<b>101%</b>

**RESULTADO DE RESISTENCIA CON ADITIVOS F'C 175 KG/CM2**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	Z FRAGUA N°5 (kg/cm2)			CHEMA 3 (kg/cm2)			SIKA® SEM ACCELERANTE PE (kg/cm2)		
		2.50%	3.00%	3.50%	2.50%	3.00%	3.50%	2.50%	3.00%	3.50%
7	1	167.25	177.87	187.81	166.78	173.91	186.42	168.81	174.12	190.31
	2	175.00	175.51	185.85	175.73	181.26	185.55	177.20	183.82	187.33
	3	177.03	180.82	179.82	176.72	183.15	178.30	176.31	186.56	177.44
<b>Muestra promedio</b>		<b>173.09</b>	<b>178.07</b>	<b>184.49</b>	<b>173.08</b>	<b>179.44</b>	<b>183.42</b>	<b>174.11</b>	<b>181.50</b>	<b>185.03</b>
14	1	187.35	186.73	198.55	183.55	183.45	196.96	177.55	195.83	200.11
	2	175.98	193.18	191.98	176.75	192.33	190.90	187.34	186.57	191.12
	3	186.15	195.33	202.10	186.81	194.52	202.12	189.87	197.55	203.14
<b>Muestra promedio</b>		<b>183.16</b>	<b>191.75</b>	<b>197.54</b>	<b>182.37</b>	<b>190.10</b>	<b>196.66</b>	<b>184.92</b>	<b>193.32</b>	<b>198.12</b>
28	1	188.38	199.35	192.86	178.76	197.78	190.66	180.94	187.55	193.55
	2	194.46	195.66	201.14	192.38	195.72	201.50	190.32	199.53	203.44
	3	179.88	187.14	203.66	187.92	185.58	203.80	192.52	196.76	204.54
<b>Muestra promedio</b>		<b>187.57</b>	<b>194.05</b>	<b>199.22</b>	<b>186.35</b>	<b>193.03</b>	<b>198.65</b>	<b>187.93</b>	<b>194.61</b>	<b>200.51</b>

INVERSIONES LICERA

*Eufus*  
 ELBIS MELENDEZ GONZALEZ  
 TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA

*Yvan S. Licera Correa*  
 YVAN S. LICERA CORREA  
 ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
 Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**RESULTADO DE RESISTENCIA CON ADITIVOS F'C 210 KG/CM2**

DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	Z FRAGUA N°5 (kg/cm <sup>2</sup> )			CHEMA 3 (kg/cm <sup>2</sup> )			SIKA® SEM ACCELERANTE PE (kg/cm <sup>2</sup> )		
		2.50%	3.00%	3.50%	2.50%	3.00%	3.50%	2.50%	3.00%	3.50%
7	1	200.71	217.81	225.89	201.22	208.77	223.71	202.56	209.86	228.68
	2	209.63	210.61	223.34	208.21	217.66	222.66	212.63	220.67	224.91
	3	212.43	220.94	215.63	210.32	219.91	214.06	211.88	223.92	213.32
<b>Muestra promedio</b>		<b>207.59</b>	<b>216.45</b>	<b>221.62</b>	<b>206.58</b>	<b>215.45</b>	<b>220.14</b>	<b>209.02</b>	<b>218.15</b>	<b>222.30</b>
14	1	225.01	222.47	238.22	220.17	220.08	237.53	213.06	234.98	239.61
	2	211.28	232.71	230.44	210.59	230.79	228.59	224.81	223.76	230.09
	3	223.38	234.15	241.76	223.71	233.42	241.53	227.85	236.86	244.73
<b>Muestra promedio</b>		<b>219.89</b>	<b>229.78</b>	<b>236.81</b>	<b>218.16</b>	<b>228.10</b>	<b>235.88</b>	<b>221.91</b>	<b>231.87</b>	<b>238.14</b>
28	1	226.12	239.16	231.06	214.27	237.33	228.67	217.08	225.56	231.65
	2	233.35	235.07	241.32	230.74	234.77	240.82	227.53	239.32	242.72
	3	215.19	224.55	244.06	225.46	222.51	244.26	230.89	235.99	243.88
<b>Muestra promedio</b>		<b>224.89</b>	<b>232.93</b>	<b>238.81</b>	<b>223.49</b>	<b>231.54</b>	<b>237.92</b>	<b>225.17</b>	<b>233.62</b>	<b>239.42</b>

INVERSIONES LICERA  
  
 ELBIS MELENDEZ GRANDE  
 TECNICO LABORATORIO

INVERSIONES LICERA  
  
 YVAN S. LICERA CORREA  
 ING. CIVIL

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FIJO 041-630482  
 Email: ilc32@hotmail.com

**ANEXO N° 02.- RESULTADOS DE ROTURA DE PROBETAS.**

**Tabla N° 41.- Resultados de rotura de probetas a distintos días, para un concreto F’c = 175kg/cm<sup>2</sup>.**

<b>ROTURA DE PROBETAS CON Y SIN ADITIVOS, CON UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE 175Kg/cm<sup>2</sup> DE RESISTENCIA</b>											
<b>DÍAS DE EVALUACIÓN</b>	<b>MUESTRAS</b>	<b>SIN ADITIVO</b>	<b>CON ADITIVO</b>								
			<b>Z FRAGUA N°5 (kg/cm2)</b>			<b>CHEMA 3 (kg/cm2)</b>			<b>SIKA® SEM ACELERANTE PE (kg/cm2)</b>		
			<b>2.50%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>	<b>2.50%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>	<b>2.50%</b>	<b>3.00%</b>	<b>3.50%</b>
<b>7</b>	<b>1</b>	125.123	167.25	177.87	187.81	166.78	173.91	186.42	168.81	174.12	190.31
	<b>2</b>	130.33	175.00	175.51	185.85	175.73	181.26	185.55	177.20	183.82	187.33
	<b>3</b>	128.44	177.03	180.82	179.82	176.72	183.15	178.30	176.31	186.56	177.44
<b>Muestra promedio</b>		<b>127.96</b>	<b>173.09</b>	<b>178.07</b>	<b>184.49</b>	<b>173.08</b>	<b>179.44</b>	<b>183.42</b>	<b>174.11</b>	<b>181.50</b>	<b>185.03</b>
<b>14</b>	<b>1</b>	155.330	187.35	186.73	198.55	183.55	183.45	196.96	177.55	195.83	200.11
	<b>2</b>	156.31	175.98	193.18	191.98	176.75	192.33	190.9	187.34	186.57	191.12
	<b>3</b>	168.02	186.15	195.33	202.1	186.81	194.52	202.12	189.87	197.55	203.14
<b>Muestra promedio</b>		<b>159.89</b>	<b>183.16</b>	<b>191.75</b>	<b>197.54</b>	<b>182.37</b>	<b>190.10</b>	<b>196.66</b>	<b>184.92</b>	<b>193.32</b>	<b>198.12</b>
<b>28</b>	<b>1</b>	176.33	188.38	199.35	192.86	178.76	197.78	190.66	180.94	187.55	193.55
	<b>2</b>	178.22	194.46	195.66	201.14	192.38	195.72	201.5	190.32	199.53	203.44
	<b>3</b>	177.88	179.88	187.14	203.66	187.92	185.58	203.8	192.52	196.76	204.54
<b>Muestra promedio</b>		<b>177.48</b>	<b>187.57</b>	<b>194.05</b>	<b>199.22</b>	<b>186.35</b>	<b>193.03</b>	<b>198.65</b>	<b>187.93</b>	<b>194.61</b>	<b>200.51</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

Tabla N° 42.- Resultados de rotura de probetas a distintos días, para un concreto F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.

ROTURA DE PROBETAS CON Y SIN ADITIVOS, CON UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO DE 210Kg/cm <sup>2</sup> DE RESISTENCIA											
DÍAS DE EVALUACIÓN	MUESTRAS	SIN ADITIVO	CON ADITIVO								
			Z FRAGUA N°5 (kg/cm <sup>2</sup> )			CHEMA 3 (kg/cm <sup>2</sup> )			SIKA® SEM ACELERANTE PE (kg/cm <sup>2</sup> )		
			2.50%	3.00%	3.50%	2.50%	3.00%	3.50%	2.50%	3.00%	3.50%
7	1	148.271	200.71	217.81	225.89	201.22	208.77	223.71	202.56	209.86	228.68
	2	155.927	209.63	210.61	223.34	208.21	217.66	222.66	212.63	220.67	224.91
	3	146.773	212.43	220.94	215.63	210.32	219.91	214.06	211.88	223.92	213.32
<b>Muestra promedio</b>		<b>150.32</b>	<b>207.59</b>	<b>216.45</b>	<b>221.62</b>	<b>206.58</b>	<b>215.45</b>	<b>220.14</b>	<b>209.02</b>	<b>218.15</b>	<b>222.30</b>
14	1	185.735	225.01	222.47	238.22	220.17	220.08	237.53	213.06	234.98	239.61
	2	184.713	211.28	232.71	230.44	210.59	230.79	228.59	224.81	223.76	230.09
	3	188.799	223.38	234.15	241.76	223.71	233.42	241.53	227.85	236.86	244.73
<b>Muestra promedio</b>		<b>186.42</b>	<b>219.89</b>	<b>229.78</b>	<b>236.81</b>	<b>218.16</b>	<b>228.10</b>	<b>235.88</b>	<b>221.91</b>	<b>231.87</b>	<b>238.14</b>
28	1	212.197	226.12	239.16	231.06	214.27	237.33	228.67	217.08	225.56	231.65
	2	209.261	233.35	235.07	241.32	230.74	234.77	240.82	227.53	239.32	242.72
	3	213.036	215.19	224.55	244.06	225.46	222.51	244.26	230.89	235.99	243.88
<b>Muestra promedio</b>		<b>211.50</b>	<b>224.89</b>	<b>232.93</b>	<b>238.81</b>	<b>223.49</b>	<b>231.54</b>	<b>237.92</b>	<b>225.17</b>	<b>233.62</b>	<b>239.42</b>

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 43.- Análisis de variación para aditivo Z Fragua N° 5 y un concreto F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>.**

Z FRAGUA N°5													
DESCRIP.		Comparación a los 7 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 14 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 28 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%			
		Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%
N	Válido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		150.3237	173.0933	178.0667	184.4933	186.4157	173.0933	178.0667	184.4933	211.4980	173.0933	178.0667	184.4933
Mediana		148.2710	175.0000	177.8700	185.8500	185.7350	175.0000	177.8700	185.8500	212.1970	175.0000	177.8700	185.8500
Moda		146,77 <sup>a</sup>	167,25a	175,51a	179,82a	184,71 <sup>a</sup>	167,25a	175,51a	179,82a	209,26 <sup>a</sup>	167,25a	175,51a	179,82a
Desviación estándar		4.91009	5.16126	2.66046	4.16418	2.12634	5.16126	2.66046	4.16418	1.98220	5.16126	2.66046	4.16418
Varianza		24.109	26.639	7.078	17.340	4.521	26.639	7.078	17.340	3.929	26.639	7.078	17.340
Asimetría		1.552	-1.436	0.331	-1.310	1.293	-1.436	0.331	-1.310	-1.390	-1.436	0.331	-1.310
Error estándar de asimetría		1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225
Rango		9.15	9.78	5.31	7.99	4.09	9.78	5.31	7.99	3.78	9.78	5.31	7.99
Mínimo		146.77	167.25	175.51	179.82	184.71	167.25	175.51	179.82	209.26	167.25	175.51	179.82
Máximo		155.93	177.03	180.82	187.81	188.80	177.03	180.82	187.81	213.04	177.03	180.82	187.81

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

**Fuente:** Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 44.- Análisis de variación para aditivo Chema 3 y un concreto F'c = 175 kg/cm².**

CHEMA 3													
DESCRIPCIÓN		Comparación a los 7 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 14 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 28 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%			
		Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%
N	Válido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		150.3237	173.0767	179.4400	183.4233	186.4157	179.4400	215.4467	183.4233	211.4980	206.5833	179.4400	183.4233
Mediana		148.2710	175.7300	181.2600	185.5500	185.7350	181.2600	217.6600	185.5500	212.1970	208.2100	181.2600	185.5500
Moda		146,77 <sup>a</sup>	166,78a	173,91a	178,30a	184,71 <sup>a</sup>	173,91a	208,77a	178,30a	209,26 <sup>a</sup>	201,22a	173,91a	178,30a
Desviación estándar		4.91009	5.47549	4.88146	4.45821	2.12634	4.88146	5.89059	4.45821	1.98220	4.76309	4.88146	4.45821
Varianza		24.109	29.981	23.829	19.876	4.521	23.829	34.699	19.876	3.929	22.687	23.829	19.876
Asimetría		1.552	-1.669	-1.445	-1.658	1.293	-1.445	-1.452	-1.658	-1.390	-1.358	-1.445	-1.658
Error estándar de asimetría		1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225
Rango		9.15	9.94	9.24	8.12	4.09	9.24	11.14	8.12	3.78	9.10	9.24	8.12
Mínimo		146.77	166.78	173.91	178.30	184.71	173.91	208.77	178.30	209.26	201.22	173.91	178.30
Máximo		155.93	176.72	183.15	186.42	188.80	183.15	219.91	186.42	213.04	210.32	183.15	186.42

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 45.- Análisis de variación para aditivo Sika R Sem Acelerante Pe y un concreto F'c = 175 kg/cm<sup>2</sup>.**

SIKA® SEM ACELERANTE PE													
DESCRIPCIÓN		Comparación a los 7 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 14 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 28 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%			
		Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%
N	Válido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		150.3237	174.1067	181.5000	185.0267	186.4157	174.1067	181.5000	185.0267	211.4980	174.1067	181.5000	185.0267
Mediana		148.2710	176.3100	183.8200	187.3300	185.7350	176.3100	183.8200	187.3300	212.1970	176.3100	183.8200	187.3300
Moda		146,77 <sup>a</sup>	168,81 <sup>a</sup>	174,12 <sup>a</sup>	177,44 <sup>a</sup>	184,71 <sup>a</sup>	168,81 <sup>a</sup>	174,12 <sup>a</sup>	177,44 <sup>a</sup>	209,26 <sup>a</sup>	168,81 <sup>a</sup>	174,12 <sup>a</sup>	177,44 <sup>a</sup>
Desviación estándar		4.91009	4.60858	6.53645	6.73708	2.12634	4.60858	6.53645	6.73708	1.98220	4.60858	6.53645	6.73708
Varianza		24.109	21.239	42.725	45.388	4.521	21.239	42.725	45.388	3.929	21.239	42.725	45.388
Asimetría		1.552	-1.660	-1.396	-1.359	1.293	-1.660	-1.396	-1.359	-1.390	-1.660	-1.396	-1.359
Error estándar de asimetría		1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225
Rango		9.15	8.39	12.44	12.87	4.09	8.39	12.44	12.87	3.78	8.39	12.44	12.87
Mínimo		146.77	168.81	174.12	177.44	184.71	168.81	174.12	177.44	209.26	168.81	174.12	177.44
Máximo		155.93	177.20	186.56	190.31	188.80	177.20	186.56	190.31	213.04	177.20	186.56	190.31

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 46.- Análisis de variación para aditivo Z Fragua N° 5 y un concreto F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

Z FRAGUA N°5													
DESCRIPCIÓN		Comparación a los 7 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 14 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				Comparación a los 28 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%			
		Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%
N	Válido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		150.3237	207.5900	216.4533	221.6200	186.4157	207.5900	216.4533	221.6200	211.4980	207.5900	216.4533	221.6200
Error estándar de la media		2.83484	3.53369	3.05819	3.08414	1.22764	3.53369	3.05819	3.08414	1.14442	3.53369	3.05819	3.08414
Mediana		148.2710	209.6300	217.8100	223.3400	185.7350	209.6300	217.8100	223.3400	212.1970	209.6300	217.8100	223.3400
Moda		146,77 <sup>a</sup>	200,71 <sup>a</sup>	210,61a	215,63a	184,71 <sup>a</sup>	200,71 <sup>a</sup>	210,61a	215,63a	209,26 <sup>a</sup>	200,71 <sup>a</sup>	210,61a	215,63a
Desviación estándar		4.91009	6.12052	5.29695	5.34188	2.12634	6.12052	5.29695	5.34188	1.98220	6.12052	5.29695	5.34188
Varianza		24.109	37.461	28.058	28.536	4.521	37.461	28.058	28.536	3.929	37.461	28.058	28.536
Asimetría		1.552	-1.333	-1.077	-1.299	1.293	-1.333	-1.077	-1.299	-1.390	-1.333	-1.077	-1.299
Error estándar de asimetría		1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225
Rango		9.15	11.72	10.33	10.26	4.09	11.72	10.33	10.26	3.78	11.72	10.33	10.26
Mínimo		146.77	200.71	210.61	215.63	184.71	200.71	210.61	215.63	209.26	200.71	210.61	215.63
Máximo		155.93	212.43	220.94	225.89	188.80	212.43	220.94	225.89	213.04	212.43	220.94	225.89
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.													

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 47.- Análisis de variación para aditivo Chema 3 y un concreto F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

CHEMA 3													
DESCRIPCIÓN		comparación a los 7 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				comparación a los 14 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				comparación a los 28 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%			
		Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%
N	Válido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		150.3237	206.5833	215.4467	220.1433	186.4157	206.5833	215.4467	220.1433	211.4980	206.5833	215.4467	220.1433
Error estándar de la media		2.83484	2.74997	3.40093	3.05673	1.22764	2.74997	3.40093	3.05673	1.14442	2.74997	3.40093	3.05673
Mediana		148.2710	208.2100	217.6600	222.6600	185.7350	208.2100	217.6600	222.6600	212.1970	208.2100	217.6600	222.6600
Moda		146,77 <sup>a</sup>	201,22 <sup>a</sup>	208,77 <sup>a</sup>	214,06 <sup>a</sup>	184,71 <sup>a</sup>	201,22 <sup>a</sup>	208,77 <sup>a</sup>	214,06 <sup>a</sup>	209,26 <sup>a</sup>	201,22 <sup>a</sup>	208,77 <sup>a</sup>	214,06 <sup>a</sup>
Desviación estándar		4.91009	4.76309	5.89059	5.29442	2.12634	4.76309	5.89059	5.29442	1.98220	4.76309	5.89059	5.29442
Varianza		24.109	22.687	34.699	28.031	4.521	22.687	34.699	28.031	3.929	22.687	34.699	28.031
Asimetría		1.552	-1.358	-1.452	-1.656	1.293	-1.358	-1.452	-1.656	-1.390	-1.358	-1.452	-1.656
Error estándar de asimetría		1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225
Rango		9.15	9.10	11.14	9.65	4.09	9.10	11.14	9.65	3.78	9.10	11.14	9.65
Mínimo		146.77	201.22	208.77	214.06	184.71	201.22	208.77	214.06	209.26	201.22	208.77	214.06
Máximo		155.93	210.32	219.91	223.71	188.80	210.32	219.91	223.71	213.04	210.32	219.91	223.71
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.													

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**Tabla N° 48.- Análisis de variación para aditivo Z Fragua N° 5 y un concreto F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

SIKA® SEM ACELERANTE PE AL													
DESCRIPCIÓN		comparación a los 7 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				comparación a los 14 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%				comparación a los 28 días sin aditivo y a los 7 días con aditivos a 2.5%, 3% y 3.5%			
		Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%	Sin aditivo	Aditivo al 2.5%	Aditivo al 3%	Aditivo al 3.5%
N	Válido	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		150.3237	209.0233	218.1500	222.3033	186.4157	209.0233	218.1500	222.3033	211.4980	209.0233	218.1500	222.3033
Error estándar de la media		2.83484	3.23891	4.24985	4.62163	1.22764	3.23891	4.24985	4.62163	1.14442	3.23891	4.24985	4.62163
Mediana		148.2710	211.8800	220.6700	224.9100	185.7350	211.8800	220.6700	224.9100	212.1970	211.8800	220.6700	224.9100
Moda		146,77 <sup>a</sup>	202,56 <sup>a</sup>	209,86 <sup>a</sup>	213,32 <sup>a</sup>	184,71 <sup>a</sup>	202,56 <sup>a</sup>	209,86 <sup>a</sup>	213,32 <sup>a</sup>	209,26 <sup>a</sup>	202,56 <sup>a</sup>	209,86 <sup>a</sup>	213,32 <sup>a</sup>
Desviación estándar		4.91009	5.60996	7.36096	8.00490	2.12634	5.60996	7.36096	8.00490	1.98220	5.60996	7.36096	8.00490
Varianza		24.109	31.472	54.184	64.078	4.521	31.472	54.184	64.078	3.929	31.472	54.184	64.078
Asimetría		1.552	-1.697	-1.360	-1.310	1.293	-1.697	-1.360	-1.310	-1.390	-1.697	-1.360	-1.310
Error estándar de asimetría		1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225
Rango		9.15	10.07	14.06	15.36	4.09	10.07	14.06	15.36	3.78	10.07	14.06	15.36
Mínimo		146.77	202.56	209.86	213.32	184.71	202.56	209.86	213.32	209.26	202.56	209.86	213.32
Máximo		155.93	212.63	223.92	228.68	188.80	212.63	223.92	228.68	213.04	212.63	223.92	228.68
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.													

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos de ensayos de compresión del concreto.

**ANEXO N° 03.- PANEL FOTOGRAFICO.**



**Foto N° 01.- Obtención de muestras de agregado fino y agregado grueso.**



**Foto N° 02.- Peso de muestra seca de agregado seco, para obtener el peso específico.**



Foto N° 03.- Proceso de tamizado de los agregados.



**Foto N° 04.- Peso de los agregados para el diseño de mezclas.**



**Foto N° 05.- Preparación de la mezcla para elaborar los testigos.**



**Foto N° 06.- Preparación de la mezcla para elaborar los testigos, con los diferentes tipos de aditivos y cantidades**



**Foto N° 07.- Curado de los testigos de concreto.**



**Foto N° 08.- Sacado de muestras para su rotura.**



**Foto N° 09.- Rotura de probetas.**