



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'C=210\text{Kg/cm}^2$  A MAYOR TIEMPO DE CURADO QUE 28 DÍAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DEL RÍO CHONTA, 2016.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Pedro Ismael Neira Chávarri

**Asesor:**

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca – Perú  
2016

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Pedro Ismael Neira Chávarri**, denominada:

**“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'C=210\text{Kg/cm}^2$  A MAYOR  
TIEMPO DE CURADO QUE 28 DÍAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA  
CANTERA DEL RÍO CHONTA, 2016.”**

---

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno  
**ASESOR**

---

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Irene Ravines Azañero  
**JURADO**

---

Mg. Ing. Salomé De La Torre Ramírez  
**JURADO**

## DEDICATORIA

A mis padres, Pedro Elector Neira Arana y Elvira Mercedes Chávarri Collantes, con mucho amor y gratitud, quienes con mucho sacrificio, paciencia, cariño y todo su amor, permitieron mi formación personal y profesional en mis veintitrés (23) años de edad.

A mis muy queridas hermanas Sara Susana Neira Chávarri y Alejandra Fiorella Neira Chávarri, quienes me brindaron su apoyo, confianza y ejemplo en el transcurso de este tiempo, dándome una guía de cómo ser mejor hijo y mejor persona.

A todos mis amigos, amigas y profesores de clases, quienes tuvieron fe en mí, y creyeron que lograría concluir mis estudios universitarios.

Así mismo con todo mi cariño y amor, también para las personas que hicieron todo para que yo pudiera alcanzar mi meta, por motivarme y darme aliento cuando el camino se encontraba cuesta arriba; a todos ustedes por siempre mi corazón y todo mi agradecimiento.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios, la Virgen María y todos los entes celestiales por permitirme llegar hasta este momento, el cual es muy especial en mi vida.

A todos los seres que son importantes para mí y los llevo en mi corazón, mente y alma.

Agradezco a mi asesor de tesis el Ingeniero Miguel Ángel Mosqueira Moreno, quien estuvo conmigo asesorándome en todo momento, proporcionándome las herramientas necesarias; brindándome datos y modelos necesarios como apoyo para lograr mi objetivo de alcanzar la obtención de mi tesis.

Agradezco también al ingeniero Orlando Aguilar Aliaga, director de la carrera de ingeniería civil por ayudarme en el transcurso de la tesis. Y también agradezco al señor Víctor Cuzco, laboratorista de la universidad quien fue la persona que me apoyo durante los ensayos y pruebas de laboratorio.

Así mismo agradezco a todas aquellas personas que de alguna forma me ayudaron, brindándome su apoyo para la culminación de la presente tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Justificación.....	20
1.4. Limitaciones .....	21
1.5. Objetivos .....	21
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	21
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	21
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes .....	22
2.2. Bases Teóricas .....	24
2.3. Definición de términos básicos .....	47
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>50</b>
3.1. Formulación de la hipótesis .....	50
3.2. Operacionalización de variables .....	50
<b>CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>51</b>
4.1. Tipo de diseño de investigación.....	51
4.2. Material. ....	51
4.2.1. <i>Unidad de estudio</i> .....	51
4.2.2. <i>Población</i> .....	51
4.2.3. <i>Muestra</i> .....	52
4.3. Métodos. ....	52
4.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i> .....	52
4.3.2. <i>Procedimientos</i> .....	53
<b>CAPÍTULO 5. DESARROLLO.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>

<b>CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Principales países consumidores de concreto a nivel mundial.....	14
Tabla N° 02: Consumo de concreto en América Latina y el Caribe .....	15
Tabla N° 03: Consumo del concreto en el Perú en los últimos años.....	16
Tabla N° 04: Periodos de curado .....	17
Tabla N° 05: Resistencia a la compresión sobre probetas del mismo tipo .....	22
Tabla N° 06: Compuestos del cemento Portland .....	25
Tabla N° 07: Operacionalización de variables.....	50
Tabla N° 08: Toma de muestra.....	52
Tabla N° 09: Propiedades del agregado grueso.....	55
Tabla N° 10: Propiedades del agregado fino .....	55
Tabla N° 11: Materiales para el diseño de mezcla .....	56
Tabla N° 12: Resistencia a compresión de probetas a los 28 días de curado.....	57
Tabla N° 13: Análisis de probetas a los 28 días de curado.....	58
Tabla N° 14: Resistencia a compresión de probetas a los 35 días de curado.....	58
Tabla N° 15: Análisis de probetas a los 35 días de curado.....	59
Tabla N° 16: Resistencia a compresión de probetas a los 42 días de curado.....	60
Tabla N° 17: Análisis de probetas a los 42 días de curado.....	61
Tabla N° 18: Resistencia a compresión de probetas a los 49 días de curado.....	61
Tabla N° 19: Análisis de probetas a los 49 días de curado.....	62
Tabla N° 20: Resistencia a compresión de probetas a los 56 días de curado.....	63
Tabla N° 21: Análisis de probetas a los 56 días de curado.....	64
Tabla N° 22: Variación de resistencia a compresión sobre probetas.....	65
Tabla N° 23: Peso volumétrico suelto del agregado grueso .....	75
Tabla N° 24: Peso volumétrico suelto del agregado grueso .....	75
Tabla N° 25: Peso volumétrico compactado del agregado grueso.....	76
Tabla N° 26: Peso volumétrico compactado del agregado grueso.....	77

<b>Tabla N° 27: Granulometría del agregado grueso.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla N° 28: Granulometría del agregado grueso ajustada.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla N° 29: Composición del huso granulométrico del agregado grueso .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla N° 30: Peso volumétrico suelto del agregado fino .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla N° 31: Peso volumétrico suelto del agregado fino .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla N° 32: Peso volumétrico compactado del agregado fino .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla N° 33: Peso volumétrico compactado del agregado fino .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla N° 34: Granulometría del agregado fino .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabla N° 35: Granulometría del agregado fino ajustada .....</b>	<b>85</b>
<b>Tabla N° 36: Composición del huso granulométrico del agregado fino .....</b>	<b>86</b>
<b>Tabla N° 37: Contenido de humedad del agregado fino .....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 01: Porcentaje de las paredes elaboradas con materiales predominantes en la ciudad de Cajamarca .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura N° 02: Porcentaje de los pisos elaborados con materiales predominantes en la ciudad de Cajamarca .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura N° 03: Variación de resistencia a compresión del concreto .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura N° 04: Variación de resistencia a compresión del concreto en proyección .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura N° 05: Curva granulométrica del agregado grueso .....</b>	<b>79</b>
<b>Figura N° 06: Huso granulométrico del agregado grueso (huso 67) .....</b>	<b>80</b>
<b>Figura N° 07: Curva granulométrica del agregado fino .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura N° 08: Huso granulométrico del agregado fino (huso 67).....</b>	<b>86</b>

## RESUMEN

El concreto es uno de los materiales más usados en nuestro medio local y se sabe que este material aumenta su resistencia con el paso del tiempo. La presente investigación tiene por finalidad determinar la variación de la resistencia a la compresión de las probetas de concreto diseñadas con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , elaboradas mediante el método ACI, utilizando para esto agregados de la cantera del río Chonta en un periodo posterior al de 28 días de curado (edad en la que alcanza el 100% de su resistencia); cabe recalcar que el tipo de curado que se utilizó es el curado de tipo "inmersión". Lo que se realizó fueron probetas estándar de concreto con el método ACI, con los agregados de la "cantera del río Chonta", para lo cual primero se tuvo que determinar las propiedades físicas, tanto del agregado grueso (Ag), como del agregado fino (Af). Posteriormente se realizó el diseño de mezcla con el método ACI para luego elaborar las probetas de concreto. Luego se las dejó curar y se las ensayó obteniendo los siguientes resultados; a los 28 días (muestra patrón) de  $209.76 \text{ Kg/cm}^2$  equivalente al 100%; a los 35 días de  $217.35 \text{ Kg/cm}^2$  equivalente a 103.62%; a los 42 días de  $219.04 \text{ Kg/cm}^2$  equivalente a 104.42%; a los 49 días de  $220.04 \text{ Kg/cm}^2$  equivalente a 104.90%; y a los 56 días de  $220.22 \text{ Kg/cm}^2$  equivalente a 104.99%. Con esto se pudo validar la hipótesis planteada.

## ABSTRACT

Concrete is one of the most commonly used materials in our local environment and it is known that this material increases its resistance over time. This research aims to determine the variation of the compressive strength of concrete specimens designed with  $f_c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , developed by ACI method, using this quarry aggregates in a river Chonta later than 28 days cure (age at which reaches 100% of its strength) period; it should be emphasized that the type of curing used is curing type "immersion". What was done was standard concrete specimens with ACI method with aggregates "quarry of Chonta River," for which first had to determine the physical properties of both the coarse aggregate (Ag) as fine aggregate (Af). Subsequently the mix design was performed with the ACI method and then formulate concrete specimens. Then he left them and heal the rehearsed with the following results; 28 days (standard sample) of  $209.76 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  equivalent to 100%; 35 days of  $217.35 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  equivalent to 103.62%; 42 days of  $219.04 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  equivalent to 104.42%; at 49 days of  $220.04 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  equivalent to 104.90%; and at 56 days of  $220.22 \text{ Kg} / \text{cm}^2$  equivalent to 104.99%. With this might validate the hypothesis.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial:

Por su parte Soto (1999), en su libro historia del concreto y su llegada al Perú manifiesta que, la historia del concreto está muy ligada con la historia del cemento, para ser más específicos con el material cementante, que desde tiempos remotos ha servido para dar mayor resistencia, ante los agentes de la naturaleza, a la construcción de viviendas, templos, palacios, etc. y por ende a una mayor comodidad social. Por ejemplo, en la cultura egipcia se utilizaba un mortero, mezcla de arena con materia cementosa, para unir bloques y losas de piedra al elegir sus construcciones; los constructores griegos y romanos descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada. Un material volcánico muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli nombre con el que actualmente se conoce a las puzolanas.

Mientras que el Instituto del Cemento Portland Argentino (desde ahora lo denominaremos, ICPA) (2015), en su artículo historia del cemento y el hormigón menciona que, en el año de 1859 se empleó cemento portland por primera vez en la construcción del sistema de desagües de Londres. Mientras que en el año de 1887 Henri Le Chatelier, de Francia, estableció las relaciones entre los óxidos para preparar la cantidad adecuada de cal para producir cemento. Denominó a los componentes: Alita (silicato tricálcico), Belita (silicato dicálcico), y Celita (aluminato ferrito tetracálcico). Propuso que el endurecimiento es causado por la formación de los productos cristalinos de la reacción entre el cemento y el agua.

A partir de esta última fecha a la actualidad se dan los logros más importantes del cemento y por lo tanto del concreto, recuperando el tiempo que se perdió luego de la caída del imperio romano; teniendo como temas importantes el concreto armado,

el pre y post tensado de concreto, una serie de aditivos y sus respectivos grupos de investigación como el ACI y el ASTM.

El concreto cuyas características de resistencia, versatilidad, durabilidad y economía, lo han convertido en el material de construcción más utilizado en todo el mundo, se le puede definir como la mezcla del cemento portland, agua, agregados y aire su apariencia es a la de una roca artificial que puede parecer simple, pero con una compleja naturaleza interna. El concreto debido a su fácil maleabilidad puede adaptarse a una gran cantidad de formas que lo hacen más versátil y además cuenta con resistencia al fuego, es económico y puede crearse ahí mismo donde se tiene la construcción y es más fácil para los trabajadores usarlo (Fletes, 2013).

Fletes (2013), en su libro la importancia del concreto como material de construcción también menciona que, la mayoría de los materiales para construir son de gran importancia cuando se utilizan en su área las propiedades que los hacen ser el mejor en tener una gran resistencia, durabilidad, fracción entre otras. En este caso el concreto es perfecto para la construcción de viviendas y edificaciones. Características especiales como la resistencia a la congelación, permeabilidad y hermeticidad lo hacen perfecto para pavimentos ya que tienen una vida larga y un bajo costo en mantenimiento, también puede ser usado para retener agua o que estén expuestos al mal tiempo o a otras condiciones de exposición severas es virtualmente impermeable es usado en las grandes presas y canales.

Como mencionan los autores anteriores el uso de materiales cementantes dio por resultado el descubrimiento y el uso del cemento portland, el cual a su vez instauró que este material se vuelva el material más importante en la construcción; abriendo la nueva interrogante de cuan alta puede llegar a ser la resistencia de este nuevo conglomerante hidráulico.

Según Martínez (2014), en su estudio del sector cementero a nivel mundial y nacional, con particularización de una empresa cementera situada en la comunidad valenciana y el FICEM (2013) en su informe estadístico anual proporcionan datos

del consumo del cemento a nivel mundial, haciendo énfasis en los principales países consumidores de cemento del mundo y los países consumidores de cemento en América Latina y el Caribe.

Tabla N° 01: Principales países consumidores de concreto a nivel mundial

<b>Consumo de concreto en millones de toneladas anuales</b>						
<b>N°</b>	<b>País</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2010</b>
1	China	976.00	1200.00	1320.00	1372.00	1851.00
2	India	123.00	152.10	165.70	174.00	211.80
3	Usa	120.20	122.00	110.60	93.50	68.60
4	Brasil	34.40	40.70	45.10	51.60	60.00
5	Irán	31.50	35.60	41.20	44.50	56.00
6	Vietnam	26.00	31.70	35.90	40.20	50.20
7	Rusia	41.50	52.00	61.00	60.80	49.70
8	Egipto	23.60	30.00	34.50	38.40	49.60
9	Corea del sur	54.90	48.40	50.80	53.60	47.00
10	Turquía	30.70	41.70	42.50	42.60	46.00
11	Indonesia	30.20	32.10	34.20	38.10	40.70
12	Arabia Saudita	24.10	24.70	26.80	29.90	40.00
13	Japón	58.00	58.60	55.90	51.00	40.00
14	México	32.50	35.90	36.60	35.10	36.80
15	Italia	46.40	46.90	46.30	41.80	34.00
16	Alemania	29.00	28.90	27.20	27.60	24.60
17	España	48.00	55.90	56.00	42.70	24.50
18	Tailandia	26.30	26.60	24.90	25.80	24.90
19	Pakistán	12.50	16.90	21.00	21.20	22.60
20	Francia	21.90	24.10	24.80	24.20	20.00

Fuente: Martínez (2014).

Tabla N° 02: Consumo de concreto en América Latina y el Caribe

<b>Consumo de concreto en miles de toneladas anuales</b>				
<b>N°</b>	<b>País</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
1	Argentina	10194	11386	10456
2	Barbados	112	103	98
3	Bolivia	2449	2689	2915
4	Brasil	60008	64972	69324
5	Chile	4456	5071	5690
6	Colombia	8921	10155	10496
7	Costa Rica	1275	1350	1350
8	Cuba	1430	1298	1372
9	Ecuador	5287	5706	6025
10	El Salvador	1400	1430	1480
11	Guadalupe y Martinica	440	432	434
12	Guatemala	2794	2850	2880
13	Haití	1120	1398	1388
14	Honduras	1500	1500	1580
15	Jamaica	696	724	700
16	México	33900	34416	35600
17	Nicaragua	600	700	730
18	Panamá	1597	1806	2400
19	Paraguay	1640	1460	1280
20	Perú	8496	8838	10176
21	Puerto Rico	771	811	835
22	República Dominicana	3100	2800	2600
23	Trinidad y Tobago	548	535	512
24	Uruguay	664	767	829
25	Venezuela	7120	7760	8280

Fuente: FICEM (2013).

A nivel nacional:

Cotera (1971), en su libro el cemento como elemento estabilizador del suelo, para su empleo en la construcción explica que, la introducción del cemento en el Perú se inicia en la década de 1860. En efecto, en 1864 se introdujo en el Arancel de Aduanas, la partida correspondiente al denominado "Cemento Romano", nombre inapropiado que designaba un producto con calidades hidráulicas desarrollado a

inicios del siglo. En 1869 se efectuaron las obras de canalización de Lima, utilizando este tipo de cemento. En 1902 la importación de cemento fue de 4,500 T.M. Posteriormente, en 1904 el Ingeniero Michel Fort publicó sus estudios sobre los yacimientos calizos de Atocongo - Lima, ponderando las proyecciones de su utilización industrial para la fabricación de cemento. Finalmente, en 1916 se constituyó la Compañía nacional de Cemento Portland para la explotación de las mencionadas canteras.

En el siguiente cuadro se puede observar el consumo del concreto en el Perú desde el año 2012, haciendo el análisis mensual en toneladas de concreto usado.

Tabla N° 03: Consumo del concreto en el Perú en los últimos años

<b>Consumo del concreto en toneladas anuales en el Perú</b>					
<b>N°</b>	<b>Mes</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
1	<b>Enero</b>	642,778.70	716,256.40	706,277.70	680,904.90
2	<b>Febrero</b>	627,397.60	689,235.90	733,679.00	735,577.50
3	<b>Marzo</b>	693,231.40	708,797.50	743,822.80	655,915.70
4	<b>Abril</b>	632,005.50	714,244.30	720,548.80	691,522.50
5	<b>Mayo</b>	671,364.20	724,297.10	754,467.20	659,309.00
6	<b>Junio</b>	725,937.90	705,185.00	723,316.40	689,041.90
7	<b>Julio</b>	771,043.70	744,540.10	732,879.70	737,079.00
8	<b>Agosto</b>	798,276.80	798,697.40	804,742.60	771,337.00
9	<b>Setiembre</b>	762,686.10	774,239.40	761,202.90	823,152.30
10	<b>Octubre</b>	780,196.20	788,483.00	783,841.60	747,591.00
11	<b>Noviembre</b>	767,874.00	775,453.70	809,762.40	740,743.20
12	<b>Diciembre</b>	705,093.10	764,105.00	763,308.20	740,743.20
	<b>Total</b>	8,577,885.20	8,903,534.80	9,037,849.30	8,672,917.20

Fuente: INEI (2016).

Con la llegada del concreto al Perú se empezó a reestructurar todas las antiguas edificaciones y así mismo se empezaron a construir nuevas obras (tales como pistas, edificios y puentes), las resistencias de los concretos usados en aquellos tiempos no eran tan importantes, ya que ese concepto en el Perú no estaba bien desarrollado en aquel tiempo.

Lo que sí se pudo hacer es proponer periodos basados en la NTP 339.034 donde se puede ver que tiempos de curado hay y que resistencia aproximada tiene; se debe de tener en cuenta que dicha norma está sustentada en la norma ASTM C 39.

Tabla N° 04: Periodos de curado

Edad de ensayo (días)	% De la resistencia a compresión
3	42%
7	70%
14	80%
21	90%
28	100%

Fuente: ASTM C 39 (2009).

A nivel local:

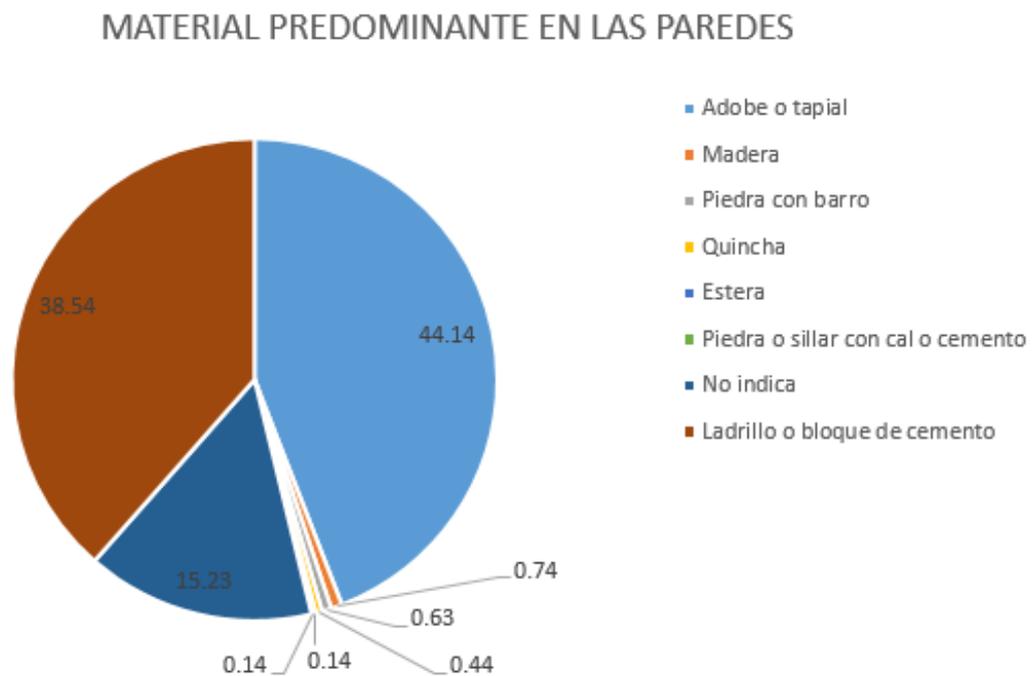
La importancia de la resistencia del concreto es que se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ( $f'c$ ), del proyecto. Al diseñar una estructura los ingenieros se valen de la resistencia especificada, ( $f'c$ ), y especifican el concreto que cumpla con el requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del proyecto. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia (IMCYC, 2004).

Según el fondo mi vivienda (2009) explica que, en relación a las características del parque habitacional de la ciudad, los principales elementos a tomar en cuenta son los materiales de paredes y pisos; para obtener una idea cercana aproximada de la calidad de las viviendas de la ciudad.

En el caso de las paredes, las que predominan como primer lugar son las viviendas de adobe o tapia en el 44,14% de los casos y como segundo lugar las paredes de ladrillo o bloque de cemento en el 38,54% de las viviendas. Estas últimas teniendo

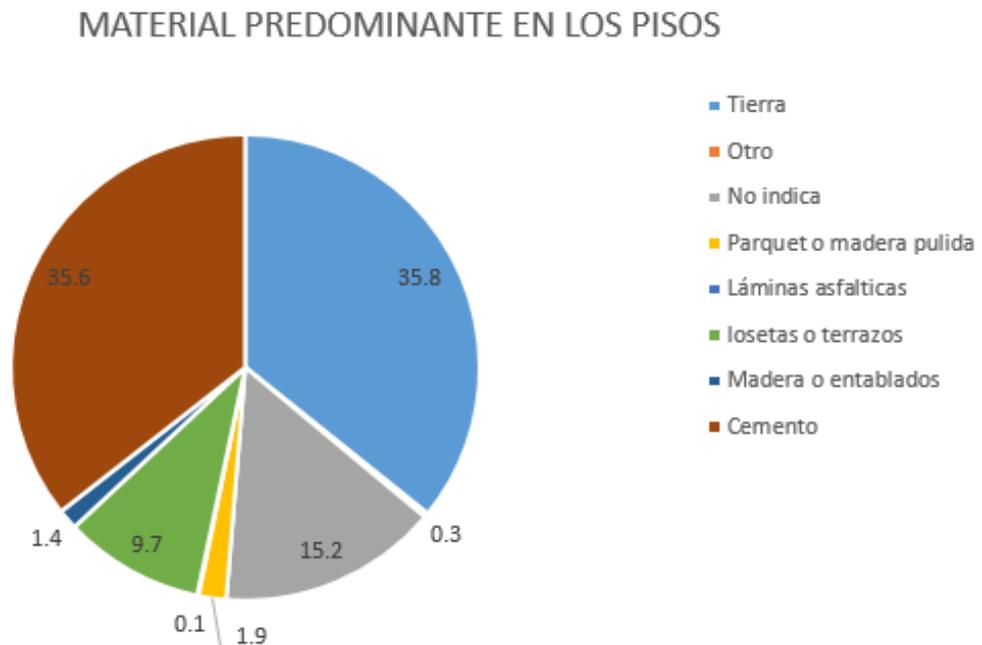
un comportamiento ascendente, ya que en los últimos tiempos es la característica principal de las casas que se vienen construyendo en la ciudad de Cajamarca. Mientras que, en relación al material de pisos, el 35,6% de viviendas de la ciudad de Cajamarca cuenta con pisos de cemento, mientras que el 35,8% de viviendas no tiene piso de óptima calidad (tierra). Un significativo porcentaje de viviendas dispone de pisos de losetas o terrazos (9,7%) y de parquet o madera pulida (1,9%).

Figura N° 01: Porcentaje de las paredes elaboradas con materiales predominantes en la ciudad de Cajamarca.



Fuente: Fondo mi vivienda (2009).

Figura N° 02: Porcentaje de los pisos elaborados con materiales predominantes en la ciudad de Cajamarca.



Fuente: Fondo mi vivienda (2009).

Según Payá (2010) en su libro evolución de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura menciona que, el incremento de la resistencia del hormigón es mayor en las primeras edades, haciéndose más lento el proceso con el paso del tiempo hasta que se estabiliza. Normalmente se adopta como un patrón la resistencia a la edad de 28 días, llegando a alcanzar a esa edad gran parte de la resistencia total.

Mediante todos los estudios del fondo Mi Vivienda muestra a nivel local que existen crecimientos del uso del concreto en la ciudad de Cajamarca, mientras que Payá define que en las edades iniciales del concreto su resistencia se eleva rápidamente, y conforme pasa el tiempo esta va reduciendo su velocidad de resistencia. Sin embargo, no propone resultados demostrables de la resistencia del concreto en un periodo mayor a los 28 días, donde sabemos es el 100% de la resistencia de diseño.

Como se puede apreciar en la realidad problemática varios autores sostienen que a los 28 días de curado se alcanza la resistencia al 100% del diseño; mientras que otros demuestran que el consumo de concreto sigue aumentando; ante esto la finalidad de la investigación es ver en cuanto varia la resistencia a la compresión del concreto a una determinada edad que sea superior a 28 días de curado.

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la variación de la resistencia a compresión del concreto diseñado con un  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  para diferentes tiempos de curado, utilizando agregados de la cantera del río “Chonta”?

## 1.3. Justificación

La justificación teórica

Los resultados de la presente investigación permitirán añadir nueva información relacionada con el marco científico de investigaciones relacionadas con la edad o tiempo de curado en el diseño de mezclas de concreto diseñadas por el método ACI.

Justificación práctica

Esta investigación permitirá aportar datos reales de la variación de la resistencia a compresión axial del concreto a edades mayores a 28 días; los cuales serán usados por empresas del sector construcción público y privado.

Justificación académica

Una vez concluida la investigación, ésta podrá ser utilizada como fuente para futuras investigaciones relacionadas con el tema, y a su vez se permitirá proponer nuevas líneas de investigación.

#### **1.4. Limitaciones**

Ya que existen diferentes formas y procedimientos de curado. En la presente investigación se curó por inmersión.

Como se tiene un muestreo no probabilístico por conveniencia, los resultados de la investigación no se pueden generalizar a otras canteras.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar la variación de la resistencia a compresión de probetas de concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  a mayor tiempo de curado que 28 días, utilizando agregados de la cantera del río Chonta.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- 1) Determinar las propiedades del agregado grueso y del agregado fino de la cantera de río Chonta.
- 2) Elaborar las probetas con  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$  estándar de concreto con los agregados de cantera de río, exponiéndolas a diferentes tiempos de curado.
- 3) Realizar los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas de concreto elaboradas, para tiempos de curado de 28, 35, 42, 49 y 56 días.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

Montoya (2000) en su libro hormigón armado edición N° 14 menciona que; dada la gran cantidad de factores que intervienen en el proceso de endurecimiento del hormigón, es muy difícil predecir la resistencia a una edad a partir de los resultados obtenidos a edades más tempranas, o viceversa.

Así mismo la institución española Fomento (2008) en su libro instrucción del hormigón estructural precisa, en la siguiente tabla unos valores estimativos de la resistencia a la compresión a la edad de “j” días en la relación con la resistencia a 28 días.

Tabla N° 05: Resistencia a la compresión sobre probetas del mismo tipo

Edad del hormigón (días)	3	7	28	90	360
% De la resistencia en hormigones de endurecimiento normal	0.40	0.65	1.00	1.20	1.35
% De la resistencia en hormigones de endurecimiento rápido	0.55	0.75	1.00	1.15	1.20

Fuente: (Fomento, 2008).

Es decir, a los 3 días su resistencia será del orden del 40% de la resistencia que tendrá a los 28 días; a los 7 días su resistencia será del orden del 65% de la resistencia que tendrá a los 28 días, siguiendo esa relación para todos los valores.

Como se puede observar existen estudios de resistencia a la compresión axial del concreto, teniendo como base el análisis de un concreto simple y un concreto con la incorporación de aditivo acelerante, sin embargo, lo que se quiere determinar en la presente investigación es saber que ocurre cuando el periodo de curado aumenta.

Rivera (2003) en su libro de concreto simple, la resistencia de un concreto normalmente aumenta con la edad, dicho aumento se produce muy rápidamente durante los primeros días posteriores a su colocación, resultando más gradual al transcurrir el tiempo; aún continuará incrementándose en una proporción más reducida durante un periodo de tiempo indefinido. La resistencia a compresión de un concreto a los 28 días, determinada de acuerdo con los ensayos normalizados y suponiendo que haya sido curado en forma correcta, se emplea generalmente como índice de calidad del mismo. El mejor método para obtener un criterio sobre calidad, debido a la disposición de los resultados, es el derivado de consideraciones estadísticas.

Según Osorio (2013) en su libro resistencia mecánica del concreto, afirma que; desde el momento en que los granos del cemento inician su proceso de hidratación comienzan las reacciones de endurecimiento, que se manifiestan inicialmente con el “atiesamiento” del fraguado y continúan luego con una evidente ganancia de resistencias, al principio de forma rápida y disminuyendo la velocidad a medida que transcurre el tiempo. En la mayoría de los países la edad normativa en la que se mide la resistencia mecánica del concreto es la de 28 días, aunque hay una tendencia para llevar esa fecha a los 7 días. Es frecuente determinar la resistencia mecánica en periodos de tiempo distinto a los de 28 días. Las edades más usuales en tales casos pueden ser 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días. En algunas ocasiones y de acuerdo a las características de la obra, esa determinación no es solo informativa, si no normativa, fijado así en las condiciones contractuales.

La edad de 28 días se eligió en los momentos en que se comenzaba a estudiar a fondo la tecnología del concreto, por razones técnicas y prácticas. Técnicas porque para los 28 días ya el desarrollo de resistencia está avanzado en gran proporción y para la tecnología de la construcción esperar ese tiempo no afectaba significativamente la marcha de las obras. Prácticas porque 28 días es un múltiplo de los días de la semana y evita ensayar en día festivo un concreto que se vació en días laborables. Pero las razones técnicas han cambiado sustancialmente porque con los métodos constructivos actuales 28 días puede significar un decisivo

adelanto de la obra por encima de los volúmenes de concreto cuya calidad no se conoce.

Se puede apreciar que todos los autores coinciden en que el concreto luego de los 28 días tiende a aumentar su resistencia a la compresión axial; pero como se puede apreciar nadie puede sustentar con datos reales que valores se tiene a un determinado periodo. Únicamente la institución “Fomento” proporciona datos estimativos de la proyección que puede llegar a alcanzar la resistencia a la compresión del concreto a un periodo de tiempo determinado.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1 Cemento:**

#### **a) Descripción del cemento**

El cemento es un conglomerante (material capaz de unir uno o varios fragmentos para darle cohesión mediante transformaciones químicas) formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. Hasta este punto la molienda entre estas rocas es llamada “Clinker”. Mientras que para el instituto IMCYC, son compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulico. Los cementos hidráulicos fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua. Durante esta reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta de aspecto similar a una roca. Cuando la pasta (cemento y agua) se agrega a los agregados (arena y grava, piedra triturada u otro material granular) actúa como adhesivo y une a todas las partículas de agregado para formar así al concreto, el material de construcción más versátil y de mayor uso en el mundo (Anter, 2002).

Sin embargo, la Pontificia Universidad Católica del Perú (2010) en el artículo de reporte financiero de CENTRUM menciona que, el cemento Portland es un alúmino silicato de calcio, patentado por J. Aspdin en 1824, y denominado Portland por su semejanza a una piedra que abunda en esa localidad de Inglaterra. Se obtiene por calentamiento incipiente

(aproximadamente de  $1300\text{ }^\circ\text{C}$  a  $1500\text{ }^\circ\text{C}$ ) de una mezcla de minerales finamente molidos, formados por piedra caliza y arcilla. El calentamiento se efectúa en hornos giratorios levemente inclinados de 3m de diámetro y 100 m de largo.

Por lo que podemos concluir que el cemento es un conglomerante hidráulico, el cual es resultado de un proceso de mezclas químicas; y que al reaccionar químicamente con el agua genera una pasta ligante que se endurece con el paso del tiempo.

### b) Propiedades químicas del cemento

Según la empresa productora de cemento CEMEX (2001) en su artículo elaboración del cemento comenta que, el Clinker portland es un mineral artificial formado por silicatos, aluminatos y ferroaluminatos de calcio, por lo cual se suelen considerar cuatro componentes principales del cemento que se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla N° 06: Compuestos del cemento portland

<u>Nombre del compuesto</u>	<u>Fórmula</u>	<u>Abreviatura</u>
Silicato tricálcico	$3CaOSiO_2$	$C_3S$
Silicato dicálcico	$2CaOSiO_2$	$C_2S$
Aluminio tricálcico	$3CaOAl_2O_3$	$C_3A$
Ferroaluminato tetracálcico	$4CaOFe_2O_3Al_2O_3$	$C_4AF$

Fuente: CEMEX (2001).

Estos compuestos son llamados potenciales, y no se presentan aislados sino que más bien puede hablarse de “fases”, donde las más importantes son:

Alita (a base de  $C_3S$ , Silicato tricálcico), lo que menciona el instituto CEMEX, 2001 es que; es la fase principal en la mayoría de los clinkers portland y de ella depende en buena parte las características de desarrollo de resistencia mecánica; el  $C_3S$  endurece más rápidamente por tanto tiene mayor influencia en el tiempo del fraguado y resistencia inicial; mientras que

Mingarro, 1985 expone que; El silicato tricálcico es un silicato cálcico hidratado existente en los clinkers de los cementos portland de un 40% a 60%. Se caracteriza por una elevada velocidad de hidratación (fraguado), así como una elevada capacidad exotérmica.

Belita (a base de  $C_2S$ , silicato dicálcico), que según el instituto CEMEX, 2001; es usualmente la segunda fase en importancia en el Clinker y su componente principal, el  $C_2S$  se hidrata más lentamente y su contribución al desarrollo de la resistencia empieza a sentirse después de una semana; por otro lado Mingarro, 1985 manifiesta que; El silicato dicálcico es un silicato cálcico hidratado que resulta ser un ingrediente típico en los clinkers de los cementos portland. Se caracteriza por una velocidad de hidratación (fraguado) más lenta a comparación con el silicato tricálcico.

En otras palabras, “Alita” es el compuesto químico que hace que cemento empiece su proceso de fraguado en contacto con el agua. Mientras que “Belita” es el compuesto químico que hace que el cemento siga fraguando con forme transcurran los días de haber sido elaborado.

### **c) Hidratación del cemento**

Según Mingarro (1985) en su libro prontuario del cemento menciona que, la hidratación es; una reacción química inorgánica donde el agua se añade a la estructura cristalina de un mineral, creando generalmente un nuevo mineral, llamado también el hidrato. Por otro lado el instituto CEMEX, 2001 explica que; es la reacción mediante el cual el cemento se transforma en un agente de enlace, generado por los procesos químicos responsables de la formación de compuestos durante la hidratación, los cuales originan propiedades mecánicas útiles en las aplicaciones estructurales.

Para el autor la hidratación del cemento es el proceso por el cual el cemento reacciona químicamente con el agua, generando un gel o pasta que sirve de envolvente hidráulico para unir los diferentes agregados que componen un concreto.

## 2.2.2 Agregados:

### a) Agregado fino

Según Lambe (1997) en su libro mecánica de suelos define que, el agregado fino consistirá en arena natural proveniente de canteras aluviales o de arena producida artificialmente. La forma de las partículas deberá ser generalmente cúbica o esférica y razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas. La arena natural estará constituida por fragmentos de roca limpios, duros, compactos, durables. Así mismo detalla que en la producción artificial del agregado fino no deben utilizarse rocas que se quiebren en partículas laminares, planas o alargadas, independientemente del equipo de procesamiento empleado.

Por otra parte Whitman (1997) en su libro mecánica de suelos explica que, el agregado fino o arena deberá cumplir con los requisitos establecidos en la norma, es decir, no deberá contener cantidades dañinas de arcilla, limo, álcalis, mica, materiales orgánicos y otras sustancias perjudiciales; así mismo lo aclara diciendo que, es 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.

Por lo que se puede concluir que; de acuerdo a la norma técnica de la Sociedad Americana De Prueba De Materiales (ASTM) el agregado fino es aquel que se encuentra granulométricamente dentro de lo que pasa del tamiz de 3/8" y lo que queda retenido en el tamiz N° 200.

### b) Agregado grueso

Lambe (1997) en su libro mecánica de suelos expone que, el agregado grueso estará formado por roca o grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El tamaño mínimo será de 4,8 mm. El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante

un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado. Se enfoca a que la forma de las partículas más pequeñas del agregado grueso de roca o grava triturada deberá ser generalmente cúbica y deberá estar razonablemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas en todos los tamaños.

Por otra parte, Whitman (1997) en su libro mecánica de suelos detalla que, el agregado grueso deberá estar de acuerdo con la norma ASTM C 33 (El uso de la norma está sujeto de acuerdo al país en el cual se aplique la misma ya que las especificaciones de cada una de estas varían de acuerdo con la región o país). Explicando que es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede clasificarse en piedra o grava chancada.

Se entiende que el agregado grueso es aquel que se encuentra normado por el ASTM, ubicándose granulométricamente dentro del material que pasa el tamiz de 3" y el que queda retenido dentro del tamiz de 3/8".

### **2.2.3 Canteras:**

Según el instituto Constructores del Perú (2011) en su libro estudio de canteras y fuentes de agua, define a las canteras como una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridos. Éstas suelen ser explotaciones de pequeño tamaño, aunque el conjunto de ellas representa, probablemente, el mayor volumen de la minería mundial.

Así mismo explica que, los productos obtenidos en las canteras, a diferencia del resto de las explotaciones mineras, no son sometidos a concentración. Las principales rocas obtenidas en las canteras son: mármoles, granitos, calizas y pizarras.

Mientras que en el derecho civil se entiende por una cantera a, un lugar natural, casi siempre en la superficie del terreno, que permite extraer piedra, yeso, pizarra, y materiales muy diversos, destinados por lo común a la edificación u otras obras.

Con estos conceptos se puede concluir que las canteras son yacimientos de material (conocidos también como agregado grueso y agregado fino) que indistintamente de su naturaleza tienen como fin alimentar el sector de la construcción.

#### **a) Cantera de río**

Según el instituto Constructores del Perú (2011) en su libro estudio de canteras y fuentes de agua, una cantera de río es aquella que extrae sus recursos de las inmediaciones de un río, estos se caracterizan por tener un agregado grueso redondeado y con un alto índice de compactación, mientras que los agregados finos son más limpios, con menos finos y limos.

#### **b) Cantera de Cerro**

Según el instituto Constructores del Perú (2011) en su libro estudio de canteras y fuentes de agua, una cantera de cerro es aquella que extrae sus recursos de las explotaciones de los cerros, estas pueden ser mediante explosivos o con la ayuda de maquinaria pesada; la característica de los agregados gruesos de esta cantera, es que son alargados filosos y angulosos, mientras que los agregados finos presentan una elevada concentración de arcillas y finos.

Como resultado a estas definiciones se puede decir que tanto una cantera de río como una cantera de cerro proporcionan los materiales fundamentales necesarios para la construcción, ya que ambos tienen presencia de agregado fino y agregado grueso; sin embargo, dependiendo de algunos parámetros (obtenidos de pruebas de laboratorio) estos pueden seleccionarse para diferentes usos, ya que, si estos agregados no cumplen las especificaciones técnicas, no pueden formar parte de un concreto.

### **2.2.4 Agua:**

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (desde ahora será denominado como IMCYC) (2004) en su artículo conceptos básicos del

cemento expone que, casi cualquier agua natural que sea potable y que no tenga un sabor u olor pronunciado, se puede utilizar para producir concreto. Sin embargo, algunas aguas no potables pueden ser adecuadas para el concreto; ya que cree que la importancia de estudiar el agua en el cemento radica en que puede presentar impurezas, como azúcar, ácidos, materia vegetal y aceites que impidan o retarden la hidratación.

Analizando el concepto podemos afirmar que el agua es una sustancia que no tiene olor, sabor y color, la cual tiene que estar libre e impurezas para la adecuada fabricación del concreto.

#### **2.2.5 Diseño de mezclas:**

Según Huanca (2006) en su libro de diseño de mezclas de concreto menciona que, el proporcionamiento de mezclas de concreto, es comúnmente llamado diseño de mezclas, es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

- 1) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregado, agua y aditivos).
- 2) Determinación de sus cantidades relativas (proporcionamiento" para producir un, tan económico como sea posible, concreto de trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad apropiada.

Estas proporciones dependerán de cada ingrediente en particular los cuales a su vez dependerán de la aplicación particular del concreto. También podrían ser considerados otros criterios, tales como minimizar la contracción y el asentamiento o ambientes químicos especiales.

A su vez Arana (2006) en su libro diseño de mezclas expone que, el diseño de mezcla es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, y esto se conoce como diseño de mezclas,

puede ser definida como el 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 especificaciones técnicas de la obra.

Es claro que ambos autores comparten algunas ideas, por lo que el autor cree que un diseño de mezcla es el proporcionamiento adecuado de los materiales que componen a un concreto, el cual puede tener o no adiciones (ya sean aditivos u otros elementos), haciendo que el producto cumpla con las especificaciones técnicas necesarias para la obtención del concreto requerido.

### **2.2.6 Curado:**

Según el ASTM en su norma de curado de concreto ASTM – C 31 - NTP – 339.033 explica que; cuando se elige una aplicación de agua, debe estudiarse la economía del método particular que se usará en cada obra; además, el método elegido debe proporcionar una cubierta continua de agua, libre de materiales perjudiciales para el concreto y describen varios métodos de curado con agua:

- 1) Anegamiento o inmersión: Es el método más completo de curado. Se usa cuando se trata de losas para pisos, puentes o pavimentos, techos planos (azoteas), es decir, en cualquier lugar donde sea posible almacenar agua con una altura pequeña (ejemplo: 2 cm).
  
- 2) Rociado de niebla o aspersión: El rociado de niebla o aspersión mediante boquilla o aspersores proporciona un curado excelente cuando la temperatura es bastante superior a la congelación.

- 3) Costales, carpetas de algodón y alfombras: Estos materiales retienen agua sobre la superficie de concreto. Cuanto más pesado sea el costal (o más grueso) más agua retendrá y requerirá periodos de remojo más prolongados.
- 4) Curado con tierra: Se emplea especialmente en trabajos comparativamente más pequeños que losas o pisos. Lo importante es que la tierra esté libre de partículas mayores de 25 mm y que no contenga cantidades peligrosas de materia orgánica.
- 5) Curado con arena y aserrín: La arena limpia y el aserrín, ambos mojados, se emplean para el curado de la misma manera que la tierra. La arena y el aserrín son útiles cuando los carpinteros y montadores de encofrados trabajan en la superficie, ya que dichos recubrimientos proporcionan protección contra raspaduras y manchas.
- 6) Curado con paja o heno: Cuando se utiliza en el curado este tipo de materiales deben aplicarse capas gruesas y mojadas, para evitar que el viento las eleve (debe tener un mínimo de 15 cm de espesor).

Así entonces podemos decir que el curado de concreto es el procedimiento por el cual el concreto continúa con su reacción química inicial, haciendo que todas las partículas de cemento entren en contacto con el agua; está claro que para esto el concreto ya fraguado tiene que ser expuesto a ambientes con agua o húmedos para que el proceso pueda llevarse a cabo.

## 2.2.7 Ensayos de laboratorio de los agregados:

### 2.2.7.1 Para el agregado grueso (AG):

#### a) Determinación del peso específico aparente y real del agregado grueso (Peso específico de masa) ASTM C 127.

Según el ASTM expone como pasos que; como primer paso se procede a pesar 5000gr. De agregado grueso (5kg.), no se considera el material que tiene mucho contenido de arena y agregado fino pegado. Luego se empieza a lavarlo (al agregado grueso) para quitarle las impurezas y demás materiales que se encuentren junto a nuestro agregado

En seguida se homogeniza el material para colocarlo en el horno y secarlo a una temperatura de 100 grados centígrados por un periodo de al menos 24 horas. Después de haber secado al material en el horno lo sacamos y esperamos a que se enfríe para luego sumergirlo en agua (saturarlo) por un tiempo no menor a 24 horas.

Teniendo todos los pasos anteriores concluidos se saca a la muestra del agua, se la seca con una franela (solo superficialmente); en seguida se pesa para tener el estado "SSS". Posteriormente se coloca la muestra dentro del agua y se la pesa, para hallar su peso sumergido; al hacer esto se debe de tener cuidado de no topar la muestra sumergida con nada (incluso con los bordes del recipiente que las contiene), esto se toma como referencia para que el peso sumergido no tenga una gran variación.

Al final se vuelve a secar la muestra en el horno a una temperatura de 100 grados por un periodo no menor al de 24 horas; acabado esto se pesa normalmente la muestra para determinar su peso seco.

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} \dots (1)$$

$$P_{msss} = \frac{B}{B - C} \dots (2)$$

$$Pea = \frac{A}{A - C} \dots (3)$$

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} * 100 \dots (4)$$

A= Peso en el aire de la muestra seca al horno en gramos.

B= Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca (sss).

C= Peso en el agua de la muestra saturada superficialmente seca (sss).

### **b) Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso ASTM C 29.**

Según el ASTM expone como pasos que para determinar los pesos unitarios se procede de la siguiente manera:

#### **PESO UNITARIO SUELTO:**

Se empieza pesando el molde vacío; seguidamente se determina el volumen de la parte interna del recipiente. Luego se vierte la muestra a una altura aproximada de 15 centímetros del borde superior.

Después se enraza la superficie con el agregado (hasta que la muestra este al ras). Se vuelve a pesar el molde con todo el material dentro para determinar el peso del material y el volumen.

Todo este proceso se debe repetir como mínimo tres veces, verificando una variación menor del 1%; al final con la ayuda de las fórmulas se determina el peso volumétrico unitario.

#### **PESO UNITARIO COMPACTADO:**

Se determina el volumen del recipiente por la parte de adentro, luego se vierte el material sobre el recipiente en tres capas iguales (todas las capas deben de ser compactadas con la ayuda de una varilla con 25 golpes uniformes). Posteriormente se enraza la superficie superior con la ayuda de

la varilla; al final se pesa el recipiente con el material para determinar su peso unitario seco compactado (PUSC) con la ayuda de las fórmulas.

Todo este proceso se debe repetir como mínimo tres veces, verificando una variación menor del 1%; al final con la ayuda de las fórmulas se determina el peso volumétrico unitario.

### AGREGADO SUELTO

#### MÉTODO 1: PESO UNITARIO SUELTO.

$$Vr = \frac{\pi \phi^2 h}{4} \dots (5)$$

$$PUSS = \frac{Prm - Prv}{Vr} \dots (6)$$

Dónde:

*Prv = Peso del recipiente vacío.*

*Prm = Peso del recipiente mas la muestra.*

*Vr = Volumen del recipiente.*

*h = Profundidad del recipiente.*

*Ø = Diámetro del recipiente.*

#### MÉTODO 2: PESO UNITARIO SUELTO.

$$PU = Ws * f \dots (7)$$

$$f = \frac{1000}{Wa} \dots (8)$$

Dónde:

*Ws = Peso neto del agregado en el recipiente.*

*Wa = Peso del recipiente con agua*

AGREGADO COMPACTADO  
MÉTODO 1: PESO UNITARIO COMPACTADO.

$$Vr = \frac{\pi\phi^2 h}{4} \dots (9)$$

$$PUSC = \frac{Prm - Prv}{Vr} \dots (10)$$

Dónde:

*Prv = Peso del recipiente vacío.*

*Prm = Peso del recipiente mas la muestra.*

*Vr = Volumen del recipiente.*

*h = Profundidad del recipiente.*

*$\phi$  = Diámetro del recipiente.*

MÉTODO 2: PESO UNITARIO COMPACTADO.

$$PU = Ws * f \dots (11)$$

$$f = \frac{1000}{Wa} \dots (12)$$

Dónde:

*Ws = Peso neto del agregado en el recipiente.*

*Wa = Peso del recipiente con agua.*

**c) Determinación del módulo de finura y coeficiente de uniformidad (ensayo granulométrico) ASTM C 136.**

Según el ASTM expone como pasos que; primero se seca el material en cartones o plásticos que se colocan al sol para que nuestro material pueda orearse; en un tiempo estimado de 30 minutos si la muestra está bien extendida y el clima es un poco soleado la muestra estará lista para ser usada. Esto se realiza para calcular un módulo de finura y un coeficiente de uniformidad.

Como primer paso se procede a extraer 3000gr. (3kg.), para tener una buena muestra en la balanza se va colocando poco a poco ésta, para que no nos pacemos y luego tengamos que sacar el excedente de dicha muestra pesada. Luego se colocan los tamices en orden (los de mayor abertura arriba y los de menor hacia la parte de abajo), empezando desde el de 3 pulgadas, 1 1/2 pulgadas, 3/4 de pulgada, 1/2 de pulgada, 3/8 de pulgada, y el tamiz número 4. Todo esto para el módulo de finura del agregado grueso. En seguida se va vaciando el material por pocos, para que las mallas no se saturen de material y para que estas no se rompan con el peso de toda la muestra. Al vaciar el material se van moviendo los tamices de forma suave para que pase el material que aún está retenido (no se debe hacer que la muestra salte porque lo que ha pasado en los tamices más pequeños se regresa a los superiores). Al proceso también se lo conoce como vibración.

Después se procede a pesar el material que ha quedado retenido en cada malla; se tiene que tener cuidado al maniobrar las mallas ya que el material puede caerse, el proceso se repite con todas las mallas; una vez acabado de pesar todo lo que quedo en las mallas se procede a lavarlas para cuidar el material de trabajo.

Posteriormente se dibuja la curva granulométrica con los valores obtenidos de las mallas en las cuales se pesó el material retenido, con la ayuda de programas de computación se ingresan datos para obtener la gráfica exacta. Al final con la ayuda de las fórmulas se determina tanto el módulo de finura como el coeficiente de uniformidad.

#### **d) Determinación del contenido de humedad natural del agregado grueso (contenido de humedad) ASTM D 2216.**

Según la Sociedad Americana De Pruebas De Materiales (ASTM) expone como pasos que; lo primero que se tiene que hacer es sacar una muestra de 5000gr. (5kg.) de agregado grueso, para su mejor determinación se coloca en la balanza y se va colocando de poco a poco el material hasta alcanzar el peso requerido.

Seguidamente se coloca la muestra en el horno a una temperatura de 100 °C por un periodo no menor de 24 horas, al acabar el tiempo establecido se vuelve a pesar para determinar el peso seco de la muestra. Al final con la ayuda de las fórmulas se determinará el contenido de humedad de nuestra muestra.

$$w\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100 \dots (13)$$

Donde:

$w\%$  = Contenido de humedad.

$Ph$  = Peso humedo de la muestra.

$Ps$  = Peso seco de la muestra.

#### **e) Determinación de la resistencia a la abrasión (prueba en la maquina los ángeles) ASTM C 131.**

Según el ASTM expone como pasos que; lo primero que se tiene que hacer es sacar una muestra de 5000gr. (5kg.) de agregado grueso, para su mejor determinación se coloca en la balanza y se va colocando de poco a poco el material hasta alcanzar el peso requerido.

Luego se prepara el material de acuerdo con la gradación que se va a utilizar, lavamos el material y lo colocamos en el horno a una temperatura de 100 grados por un periodo no menor de 24 horas. Después se pesa la muestra y se determina el peso inicial de ésta con la ayuda de la balanza.

Seguidamente se coloca el material dentro de la máquina los ángeles, esta se la programa para que la muestra de 500 revoluciones.

Pasado el tiempo en que la máquina dio las 500 revoluciones se saca todo el material teniendo cuidado al separar las bolas de acero; luego se lo tamiza por la malla número 12.

Como en la mayoría de las pruebas se pesa en material retenido en la malla número 12 y se determina el porcentaje de desgaste con una de las expresiones que tenemos de la explicación teórica.

$$\%desgaste = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \times 100 \dots (14)$$

### 2.2.7.1 Para el agregado fino (AF):

#### a) Determinación del peso específico aparente y real del agregado fino (Peso específico de masa) ASTM C 128.

Según el ASTM expone como pasos que; primero se empieza seleccionando 1000gr (1kg.) de agregado fino, luego empezamos a preparar a la muestra para nuestro ensayo de cuarteo; de la muestra escogida, enseguida se lava el material.

Posteriormente se sumerge la muestra de un kilogramo en agua durante un periodo no menor a las 24 horas. Pasado el tiempo se decanta dicha muestra (con cuidado para que la muestra no se caiga), se siguen con el proceso de secado de la muestra con una corriente de aire caliente (se puede llevar una secadora de cabello para mujer); todo esto hasta que todas las partículas del agregado puedan fluir libremente.

Una vez que nuestro material se encuentra totalmente seco se lo coloca dentro del molde cónico que nos es otorgado por el ayudante de laboratorio (todo esto se lo hace en tres partes o tres capas); cada una de las capas es compactada con la varilla metálica (con 25 golpes es suficiente), una vez que cada capa fue compactada se retira el cono metálico. Si el agregado que pusimos para compactarlo mantiene su forma es porque todavía existe rastros de que la muestra esta húmeda (si esto ocurre se tendrá que volver a sacar la muestra un poco más; luego esta volverá a colocarse en el aparato metálico hasta que la muestra se desmorone); si es que la muestra se derrumba al quitar el cono metálico en el primer ciclo se sabe que la muestra ya evaporó toda su agua absorbida y se tiene que echar un poco

más de agua, al final se repite el proceso de compactar dentro del cono (si esta vez el material que se colocó dentro del cono pierde su consistencia se lo acepta y se sigue con las demás pruebas).

Alcanzado ya el estado “SSS” se procede a tomar una fiola, se la limpia y se la pesa, después de ello se toman 500gr. De agregado (de él que ya está en estado “SSS”) y se los vierten en dicha fiola; se la sacude para que las burbujas de aire salgan. Luego se lo coloca en un “Baño María” a una temperatura de 23 grados con una desviación de (+/-) 2 grados.

Después de 1 minuto se la llena con un poco de agua (hasta 500 centímetros cúbicos) y se empieza a agitar hasta sacar todas las burbujas de aire que se quedaron atrapadas al introducir la mezcla (si se tiene un poco de desconfianza y se cree que no todas las burbujas hayan salido se introduce un palito y se hace que este quite a las burbujas). Inmediatamente después se pesa todo y se determina el peso total de agua introducida.

Como paso final se retira el agua con mucho cuidado y se seca la muestra en el horno a una temperatura de 100 grados centígrados por un periodo de 24 horas, luego de ello se obtiene su peso seco.

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} \dots (15)$$

$$P_{msss} = \frac{B}{B - C} \dots (16)$$

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} \dots (17)$$

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} * 100 \dots (18)$$

A= Peso en el aire de la muestra seca al horno en gramos.

B= Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca (sss).

C= Peso en el agua de la muestra saturada superficialmente seca (sss).

**b) Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino ASTM C 29.**

Según el ASTM expone como pasos que para determinar los pesos unitarios se procede de la siguiente manera:

**PESO UNITARIO SUELTO:**

Se empieza pesando el molde vacío; seguidamente se determina el volumen de la parte interna del recipiente.

Luego se vierte la muestra a una altura aproximada de 15 centímetros del borde superior. Después se enraza la superficie con el agregado (hasta que la muestra este al ras).

Se vuelve a pesar el molde con todo el material dentro para determinar el peso del material y el volumen. Todo este proceso se debe repetir como mínimo tres veces, verificando una variación menor del 1%; al final con la ayuda de las fórmulas se determina el peso volumétrico unitario.

**PESO UNITARIO COMPACTADO:**

Se determina el volumen del recipiente por la parte de adentro, luego se vierte el material sobre el recipiente en tres capas iguales (todas las capas deben de ser compactadas con la ayuda de una varilla con 25 golpes uniformes).

Posteriormente se enraza la superficie superior con la ayuda de la varilla; al final se pesa el recipiente con el material para determinar su peso unitario seco compactado (PUSC) con la ayuda de las fórmulas.

Todo este proceso se debe repetir como mínimo tres veces, verificando una variación menor del 1%; al final con la ayuda de las fórmulas se determina el peso volumétrico unitario.

## AGREGADO SUELTO

### MÉTODO 1: PESO UNITARIO SUELTO.

$$V_r = \frac{\pi \phi^2 h}{4} \dots (19)$$

$$PUSS = \frac{Prm - Prv}{V_r} \dots (20)$$

Dónde:

*Prv* = Peso del recipiente vacío.

*Prm* = Peso del recipiente mas la muestra.

*V<sub>r</sub>* = Volumen del recipiente.

*h* = Profundidad del recipiente.

$\phi$  = Diámetro del recipiente.

### MÉTODO 2: PESO UNITARIO SUELTO.

$$PU = W_s * f \dots (21)$$

$$f = \frac{1000}{W_a} \dots (22)$$

Dónde:

*W<sub>s</sub>* = Peso neto del agregado en el recipiente.

*W<sub>a</sub>* = Peso del recipiente con agua

## AGREGADO COMPACTADO

### MÉTODO 1: PESO UNITARIO COMPACTADO.

$$V_r = \frac{\pi \phi^2 h}{4} \dots (23)$$

$$PUSC = \frac{Prm - Prv}{V_r} \dots (24)$$

Dónde:

$P_{rv}$  = Peso del recipiente vacío.

$P_{rm}$  = Peso del recipiente mas la muestra.

$V_r$  = Volumen del recipiente.

$h$  = Profundidad del recipiente.

$\emptyset$  = Diámetro del recipiente.

MÉTODO 2: PESO UNITARIO COMPACTADO.

$$PU = W_s * f \dots (25)$$

$$f = \frac{1000}{W_a} \dots (26)$$

Dónde:

$W_s$  = Peso neto del agregado en el recipiente.

$W_a$  = Peso del recipiente con agua.

**c) Determinación del módulo de finura y coeficiente de uniformidad (ensayo granulométrico) ASTM C 136.**

Según el ASTM expone como pasos que; primero se seca el material en cartones o plásticos que se colocan al sol para que nuestro material pueda orearse; en un tiempo estimado de 30 minutos si la muestra está bien extendida y el clima es un poco soleado la muestra estará lista para ser usada.

Como primer paso se procede a extraer 2000gr. (2kg.), para tener una buena muestra en la balanza se va colocando poco a poco ésta, para que no nos pacemos y luego tengamos que sacar el excedente de dicha muestra pesada.

Luego se colocan los tamices en orden (los de mayor abertura arriba y los de menor hacia la parte de abajo), empezando desde el número 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200; teniendo en cuenta el orden anterior.

En seguida se va vaciando el material por pocos, para que las mallas no se saturen de material y para que estas no se rompan con el peso de toda la muestra. Al vaciar el material se van moviendo los tamices de forma suave para que pase el material que aún está retenido pase a siguiente tamiz (no se debe hacer que la muestra salte porque lo que ha pasado en los tamices más pequeños se regresa a los superiores). Al proceso también se lo conoce como vibración.

Después se procede a pesar el material que ha quedado retenido en cada malla; se tiene que tener cuidado al maniobrar las mallas ya que el material puede caerse, el proceso se repite con todas las mallas; una vez acabado de pesar todo lo que quedo en las mallas se procede a lavarlas para el cuidado del equipo de trabajo.

Posteriormente se dibuja la curva granulométrica con los valores obtenidos de las mallas en las cuales se pesó el material retenido, con la ayuda de programas de computación se ingresan datos para obtener la gráfica exacta.

Al final con la ayuda de las fórmulas se determina tanto el módulo de finura como el coeficiente de uniformidad.

**d) Determinación del contenido de humedad natural del agregado fino (contenido de humedad) ASTM D 2216.**

Según el ASTM expone como pasos que; como primer paso se procede a extraer 2000gr. (2kg.), para tener una buena muestra en la balanza se va colocando poco a poco ésta, para que no nos pacemos y luego tengamos que sacar el excedente de dicha muestra pesada.

Luego de ello se lo coloca en el horno a una temperatura de 100 grados centígrados por un periodo de 24 horas; al sacar la muestra (con cuidado) se determina su peso seco natural de dicha muestra.

Finalmente con la ayuda de las fórmulas se encontrará el contenido de humedad.

$$w\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100 \dots (27)$$

Donde:

$w\%$  = Contenido de humedad.

$Ph$  = Peso humedo de la muestra.

$Ps$  = Peso seco de la muestra.

#### **e) Determinación de la cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200 ASTM C 117.**

Según el ASTM expone como pasos que; primero se selecciona una muestra de 500gr. (0.5kg.) de agregado fino (este tiene que estar seco).

Después de esto se lo combina con agua, se lo agita y se lo lava (hasta que el color del agua pase de ser turbio o marrón hasta que sea transparente), para esto se tiene que tener la malla de tamiz N° 200.

Cuando el lavado de la muestra ha concluido se saca el contenido de material que ha quedado retenido se lo seca, se aplica la fórmula de porcentaje de partículas finas, el cual debe ser menor al 5%.

$$\%Part. Finas = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100 \dots (28)$$

Donde:

$Pi$  = Peso inicial de la muestra.

$Pf$  = Peso final de la muestra.

Con todos los ensayos que la norma de la Sociedad Americana De Pruebas De Materiales (ASTM) propone se lograrán obtener los resultados, así como se exponen en todas las fuentes de investigación ya vistas.

### **2.2.8 Resistencia a la compresión:**

Según Levensen (2011) en su libro tensión y compresión del concreto exponer que; el esfuerzo a la compresión es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección. En general, cuando se somete un material a un conjunto de fuerzas se produce tanto flexión, como cizallamiento o torsión, todos estos esfuerzos conllevan la aparición de tensiones tanto de tracción como de compresión. Aunque en ingeniería se distingue entre el esfuerzo de compresión (axial) y las tensiones de compresión.

También expone que, en un prisma mecánico el esfuerzo de compresión puede ser simplemente la fuerza resultante que actúa sobre una determinada sección transversal al eje baricéntrico de dicho prisma, lo que tiene el efecto de acortar dicha pieza en la dirección del eje baricéntrico. Las piezas prismáticas sometidas a un esfuerzo de compresión considerable son susceptibles de experimentar pandeo flexional, por lo que su correcto dimensionamiento requiere examinar dicho tipo de linealidad no geométrica.

Mientras que para García (2003) en su libro resistencia a compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido menciona que, la resistencia mecánica del concreto endurecido ha sido tradicionalmente la propiedad más identificada con su comportamiento como material de construcción. En términos generales, la resistencia mecánica, que potencialmente puede desarrollar el concreto, depende de la resistencia individual de los agregados y de la pasta de cemento endurecida, así como, de la adherencia que se produce en ambos materiales. En la práctica, habría que añadir a estos factores el grado de densificación logrado en la

mezcla ya que, como ocurre con otros materiales, la proporción de vacíos en el concreto endurecido tiene un efecto decisivo en su resistencia.

### 2.3. Definición de términos básicos

#### a) El cemento:

Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.047 el cemento es, una mezcla de calizas y arcillas pulverizadas a grandes temperaturas, con adición de yeso que al entrar en contacto con el agua, desarrolla la capacidad de unir fragmentos de grava y arena, para formar un sólido único o piedra artificial, conocida con el nombre de concreto hidráulico.

#### b) Los agregados:

Según la Norma Técnica Peruana NTP 339.128 define a los agregados como, el conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Así también estos son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto.

#### c) El agua:

Según la norma técnica peruana NTP 339.088, define el agua como, componente que se utiliza para generar las reacciones químicas en los cementantes del concreto hidráulico o del mortero del cemento portland.

#### d) Canteras:

Según el Ministerio de Energía y Minas el término cantera es, el que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales y

ornamentales; también es una explotación superficial a cielo abierto de una roca muy bien clasificada y cuantificada, a excepción de las calizas, carbón y metales, donde se refiere a la actividad minera que produce agregados (áridos): gravas, gravillas, arenas, etc., que abastecen las necesidades de la construcción; además donde se aplica la más variada tecnología que va desde el pico y la pala hasta la pólvora y maquinaria de diferente orden. Igualmente se refiere a las explotaciones a cielo abierto de materiales de construcción entre los cuales se incluyen las rocas industriales y ornamentales, gravas, gravillas, arenas y arcillas. Es el lugar donde se extraen materiales de construcción, sea directamente o después de transformación, áridos para vías, o materiales para otras necesidades ingenieriles tales como enrocados, terraplenes y obras de contención. Excluyendo de esta clasificación la extracción de minerales propiamente dichos.

**e) Diseño de mezcla:**

Según el comité ACI 211 define el diseño de mezclas como, un proceso que consiste en calcular las proporciones de los elementos que forman el concreto, con el fin de obtener los mejores resultados. Explica que existen diferentes métodos de Diseños de Mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia a la existencia de múltiples variables de las que dependen los resultados de dichos métodos, aun así, se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos, sin embargo, existe la posibilidad de seleccionar alguno según sea la ocasión.

**f) Curado:**

Según la Norma Técnica Peruana NTP – 339.033 – ASTM – C 31 el curado consiste en; almacenar los especímenes por un período de hasta 48 horas en un rango de temperatura entre  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en un ambiente que prevenga la pérdida de humedad de los especímenes. Para mezclas de

concreto con una resistencia especificada de 40 MPa o mayor, la temperatura inicial de curado debe estar entre 20 °C y 26 °C. Se pueden emplear varios procedimientos que sean capaces de mantener, durante el período de curado inicial, las condiciones de humedad y temperatura especificadas. Se debe usar un procedimiento o combinación de procedimientos adecuados (Nota 5). Proteger todos los especímenes de la luz directa del sol y, si se usan, de los dispositivos de calentamiento por radiación. La temperatura de almacenamiento debe ser controlada usando dispositivos de calentamiento y enfriamiento, como sea necesario. Registrar la temperatura usando un termómetro, máximo - mínimo. Si se usan moldes de cartón, proteger la superficie exterior del molde del contacto con arpilleras húmedas u otros dispositivos que proporcionen humedad.

**g) Esfuerzo de compresión:**

Según la Norma Técnica Peruana NTP – 339.034 – ASTM – C 39, el esfuerzo a compresión es, la resultante de las presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

### 3.1. Formulación de la hipótesis

La resistencia a compresión axial del concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ , utilizando agregados de la cantera del río Chonta a mayor tiempo de curado que 28 días aumenta hasta 10% por cada 7 días de curado.

### 3.2. Operacionalización de variables

Tabla N° 07: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Tiempo de curado</b>	Los especímenes se deben curar manteniendo agua libre sobre su superficie permanentemente, a una temperatura de $23\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ . (NTP-339.033, 2009).	Tiempo de curado	Días
<b>Resistencia a compresión</b>	Resistencia a la compresión: Es aquella relación entre una fuerza máxima aplicada y el área actuante de una probeta (ASTM C-39, 2009).	Esfuerzo	$\text{Kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia (2016).

## **CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. Tipo de diseño de investigación.**

#### **4.1.1 Según su propósito.**

Esta investigación es de tipo aplicada, pues busca que los conocimientos que se adquieren en la presente investigación sean utilizados para beneficiar a la sociedad, dando a conocer cuál es la resistencia de un concreto a un determinado tiempo de curado.

#### **4.1.2 Según su finalidad.**

Es una investigación experimental, que pretende evaluar los resultados de realizar ensayos de compresión de las probetas de concreto y ver si estos son los que se esperan al realizar la tesis.

### **4.2. Material.**

#### **4.2.1. Unidad de estudio.**

Probeta de concreto con un  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  diseñados con el método ACI.

#### **4.2.2. Población.**

Todas las probetas de concreto estándar, elaboradas por el método ACI; diseñadas con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Elaborados con agregados de la cantera del "Río Chonta" ubicada en el distrito de Baños Del Inca, departamento de Cajamarca.

#### **4.2.3. Muestra.**

El número de la muestra se indica en el siguiente cuadro. La muestra no es probabilística ya que, en el reglamento nacional de edificaciones, capítulo 3, artículo 4, anexo cálculo de desviación estándar; específica que con una toma de muestra superior o igual a 3 ensayos es suficiente para obtener

resultados de concretos elaborados, es por ello que se considera la siguiente muestra:

Tabla N° 08: Toma de muestra

Número de probetas de concreto elaboradas por el método ACI con los agregados de la cantera del Río Chonta	DÍAS DE CURADO				
	28 días (patrón)	35 días	42 días	49 días	56 días
	10	10	10	10	10
Total	50				

Fuente: Elaboración propia (2016).

### 4.3. Métodos.

#### 4.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos

Para la recolección de datos se realizarán los ensayos en el laboratorio según lo especifican las normas ASTM que se tienen para cada uno, así mismo este procedimiento servirá para obtener los parámetros necesarios tanto del agregado grueso como del agregado fino.

Luego de ello se procederá a realizar el diseño de mezcla del método ACI con la ayuda de los datos obtenidos, para finalmente obtener la dosificación (tanda) exacta de los materiales que se utilizaran para la elaboración de concreto.

Una vez terminada la fase de elaboración de probetas de concreto se esperará el tiempo necesario para que estas alcancen los días que se están proponiendo, después de ello se procederá a realizar el ensayo de compresión de las probetas de concreto y los datos obtenidos se los llevará a cuadros estadísticos de Excel para que posteriormente sean procesados y analizados.

#### 4.3.2. Procedimientos

Para realizar el análisis de la información se procederá a seguir los pasos que los ensayos de laboratorio proponen, los cuales están propuestos por las normas internacionales así como las normas peruanas; teniendo como base el texto original del ASTM, los cuales se nombran a continuación:

- Determinación del peso específico aparente y real del agregado grueso (Peso específico de masa) ASTM C 127.
- Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso ASTM C 29.
- Determinación del módulo de finura y coeficiente de uniformidad (ensayo granulométrico) ASTM C 136.
- Determinación del contenido de humedad natural del agregado grueso (contenido de humedad) ASTM D 2216.
- Determinación de la resistencia a la abrasión (prueba en la maquina los ángeles) ASTM C 131.
- Determinación del peso específico aparente y real del agregado fino (Peso específico de masa) ASTM C 128.
- Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino ASTM C 29.
- Determinación del módulo de finura y coeficiente de uniformidad (ensayo granulométrico) ASTM C 136.
- Determinación del contenido de humedad natural del agregado fino (contenido de humedad) ASTM D 2216.
- Determinación de la cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200 ASTM C 117.

Después se empiezan con los procedimientos de:

- Diseño de mezcla con el método ACI:
- Elaboración de las probetas de concreto
- Ensayo a la compresión de las probetas de concreto
- Toma de resultados y análisis de los mismos.

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO

Se determinó el peso específico aparente y real del agregado grueso y del agregado fino; tal y cual como lo establece la norma ASTM C 127 y ASTM C 128 respectivamente.

Posteriormente se calculó el peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso y del agregado fino; guiado por la norma ASTM C 29.

Luego se calculó la granulometría del agregado grueso y del agregado fino; para lo cual con la norma ASTM C 136 se pudieron realizar todos los pasos y procedimientos para determinar dichos parámetros.

Seguidamente se determinó el contenido de humedad natural del agregado grueso y del agregado fino; utilizando la norma ASTM D 2216 se pudo obtener dichos parámetros.

Finalmente se calculó la resistencia a la abrasión con la ayuda de la norma ASTM C 131; y la cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200 con la ayuda de la norma ASTM C117.

Cuando todos los parámetros se obtuvieron se realizó el diseño de mezclas con los pasos que detalla el comité ACI 211.

Una vez que se tienen los valores del diseño de mezcla se proceden a realizar los moldes de concreto (probetas estándar); para su posterior curado con agua; con la ayuda de la norma NTP 339.033 se lograron realizar ambos procedimientos.

Como paso final se procedió a determinar la resistencia a compresión de las probetas de concreto con la máquina de compresión axial; para ello se utilizó la norma ASTM C 39.

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

### 1) RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO CHONTA.

En las siguientes dos tablas (N° 09 y N° 10) podemos observar cuales son las propiedades del agregado grueso y del agregado fino respectivamente de la cantera del rio Chonta.

Tabla N° 09: Propiedades del agregado grueso para huso 67.

Parámetro del agregado	Valor	Unidad
Peso específico de masa	2.28	$\text{g/cm}^3$ .
Peso de masa saturado superficialmente seco	2.43	$\text{g/cm}^3$ .
Peso específico aparente	2.68	$\text{g/cm}^3$ .
Porcentaje de absorción	6.58	%
Peso unitario seco suelto	1393.24	$\text{Kg/m}^3$ .
Peso unitario suelto	1266.72	$\text{Kg/m}^3$ .
Peso unitario seco compactado	1498.08	$\text{Kg/m}^3$ .
Peso unitario compactado	1333.66	$\text{Kg/m}^3$ .
Módulo de finura	7.00	-
Contenido de humedad	2.29	%
Resistencia a la abrasión	29.10	%

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla N° 10: Propiedades del agregado fino para huso 67.

Parámetro del agregado	Valor	Unidad
Peso específico de masa	2.58	$\text{g/cm}^3$ .
Peso de masa saturado superficialmente seco	2.63	$\text{g/cm}^3$ .
Peso específico aparente	2.71	$\text{g/cm}^3$ .
Porcentaje de absorción	1.83	%
Peso unitario seco suelto	2389.73	$\text{Kg/m}^3$ .
Peso unitario suelto	1387.83	$\text{Kg/m}^3$ .
Peso unitario seco compactado	2607.49	$\text{Kg/m}^3$ .
Peso unitario compactado	1483.57	$\text{Kg/m}^3$ .
Módulo de finura	2.85	-
Contenido de humedad	1.40	%
Material que pasa por el tamiz N° 200	18.21	%

Fuente: Elaboración propia (2016).

## 2) RESULTADOS DEL DISEÑO DE MEZCLA ACI 211 DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO (CHONTA).

En la siguiente tabla podemos observar cuales son los valores obtenidos del diseño de mezcla ACI, los cuales fueron usados en laboratorio para la elaboración de las probetas estándar de concreto.

Tabla N° 11: Materiales para el diseño de mezcla.

<b>Material</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Cemento	79.44	Kg.
Agua	43.12	L.
Agregado fino	192.20	Kg.
Agregado grueso	248.19	Kg.

Fuente: Elaboración propia (2016).

### 3) RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO ELABORADAS POR EL MÉTODO ACI 211, ELABORADAS CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO (CHONTA).

En la siguiente tabla observamos los resultados del ensayo a compresión de las probetas de concreto, ensayadas a una edad de 28 días de curado (muestra patrón).

Tabla N° 12: Resistencia a compresión de probetas a los 28 días de curado.

<b>ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)</b>				
Número de probeta	Esfuerzo máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga máxima aplicada (Kg)	Deformación máxima (mm)	Deformación unitaria máxima
Probeta N° 1	204.75	37398	3.93	0.0129276
Probeta N° 2	207.18	38591	3.63	0.0119408
Probeta N° 3	184.38	33899	3.85	0.0129195
Probeta N° 4	212.41	39053	4.81	0.0160067
Probeta N° 5	198.60	36514	3.07	0.0101993
Probeta N° 6	214.68	39987	4.17	0.0138308
Probeta N° 7	212.14	39515	4.02	0.0133113
Probeta N° 8	207.13	37092	2.86	0.0094234
Probeta N° 9	197.89	35908	2.70	0.0088525
Probeta N° 10	180.70	33658	2.68	0.0088013

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla se puede observar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la tabla N° 12, analizando parámetros como su promedio y desviación estándar; los cuales ayudaron a validar los resultados obtenidos; eligiendo entre todos los valores aquellos que eran aceptables.

Tabla N° 13: Análisis de probetas a los 28 días de curado.

DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS						
N° de ensayo	Valor	Condición		Condición		Resultado
1	37398	-1639.5	Si	1333.95	Si	<b>37398</b>
2	38591	-446.51	Si	2526.95	Si	<b>38591</b>
3	33899	-5138.5	Si	-2165	No	-
4	39053	15.4908	No	2988.95	Si	-
5	36514	-2523.5	Si	449.954	Si	<b>36514</b>
6	39987	949.491	No	3922.95	Si	-
7	39515	477.491	No	3450.95	Si	-
8	37092	-1945.5	Si	1027.95	Si	<b>37092</b>
9	35908	-3129.5	Si	-156.05	No	-
10	33658	-5379.5	Si	-2406	No	-
<b>Promedio</b>	<b>37550.8</b>	<b>39037.5</b>	<b>Cumple</b>	<b>36064</b>	<b>Cumple</b>	<b>Valores aceptados del ensayo</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>1486.73</b>					
<b>Ensayo a los 28 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>	<b>Límite inferior</b>			

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla observamos los resultados del ensayo a compresión de las probetas de concreto, ensayadas a una edad de 35 días de curado.

Tabla N° 14: Resistencia a compresión de probetas a los 35 días de curado.

ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)				
Número de probeta	Esfuerzo máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga máxima aplicada (Kg)	Deformación máxima (mm)	Deformación unitaria máxima
Probeta N° 1	228.99	41553	3.94	0.0129605
Probeta N° 2	220.64	41097	4.15	0.0136513
Probeta N° 3	219.12	39761	4.72	0.0156291
Probeta N° 4	211.47	39389	4.46	0.0148419
Probeta N° 5	207.58	37668	4.41	0.0146755
Probeta N° 6	151.35	26746	3.86	0.0128239
Probeta N° 7	173.34	31042	3.33	0.0109720
Probeta N° 8	141.66	25369	4.18	0.0138640
Probeta N° 9	180.26	32709	3.06	0.0100990
Probeta N° 10	186.81	33454	3.62	0.0120066

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla se puede observar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la tabla N° 14, analizando parámetros como su promedio y desviación estándar; los cuales ayudaron a validar los resultados obtenidos; eligiendo entre todos los valores aquellos que eran aceptables.

Tabla N° 15: Análisis de probetas a los 35 días de curado.

<b>DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS</b>						
<b>N° de ensayo</b>	<b>Valor</b>	<b>Condición</b>		<b>Condición</b>		<b>Resultado</b>
1	41553	2150.05	No	9614.95	Si	-
2	41097	1694.05	No	9158.95	Si	-
3	39761	358.053	No	7822.95	Si	-
4	39389	-13.947	Si	7450.95	Si	<b>39389</b>
5	37668	-1734.9	Si	5729.95	Si	<b>37668</b>
6	26746	-12657	Si	-5192.1	No	-
7	31042	-8360.9	Si	-896.05	No	-
8	25369	-14034	Si	-6569.1	No	-
9	32709	-6693.9	Si	770.947	Si	<b>32709</b>
10	33454	-5948.9	Si	1515.95	Si	<b>33454</b>
<b>Promedio</b>	<b>35670.5</b>	<b>39402.9</b>	<b>Cumple</b>	<b>31938.1</b>	<b>Cumple</b>	<b>Valores aceptados del ensayo</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>3732.45</b>					
<b>Ensayo a los 35 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>		

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla observamos los resultados del ensayo a compresión de las probetas de concreto, ensayadas a una edad de 42 días de curado.

Tabla N° 16: Resistencia a compresión de probetas a los 42 días de curado.

<b>ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)</b>				
Número de probeta	Esfuerzo máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga máxima aplicada (Kg)	Deformación máxima (mm)	Deformación unitaria máxima
Probeta N° 1	223.45	40015	4.19	0.0138056
Probeta N° 2	218.28	39608	4.05	0.0133224
Probeta N° 3	223.13	39958	3.62	0.0150329
Probeta N° 4	226.27	41058	4.42	0.0146600
Probeta N° 5	219.63	39592	3.97	0.0131240
Probeta N° 6	226.64	41125	4.09	0.0135430
Probeta N° 7	219.46	39823	3.52	0.0117529
Probeta N° 8	209.83	37826	3.72	0.0123179
Probeta N° 9	218.78	39438	4.08	0.0134876
Probeta N° 10	210.78	38753	3.53	0.0117471

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla se puede observar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la tabla N° 16, analizando parámetros como su promedio y desviación estándar; los cuales ayudaron a validar los resultados obtenidos; eligiendo entre todos los valores aquellos que eran aceptables.

Tabla N° 17: Análisis de probetas a los 42 días de curado.

DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS						
N° de ensayo	Valor	Condición		Condición		Resultado
1	40015	162.947	No	981.453	Si	-
2	39608	-244.05	Si	574.453	Si	<b>39608</b>
3	39958	105.947	No	924.453	Si	-
4	41058	1205.95	No	2024.45	Si	-
5	39592	-260.05	Si	558.453	Si	<b>39592</b>
6	41125	1272.95	No	2091.45	Si	-
7	39823	-29.053	Si	789.453	Si	<b>39823</b>
8	37826	-2026.1	Si	-1207.5	No	-
9	39438	-414.05	Si	404.453	Si	<b>39438</b>
10	38753	-1099.1	Si	-280.55	No	-
<b>Promedio</b>	<b>39442.8</b>					
<b>Desviación estándar</b>	<b>409.253</b>	<b>39852.1</b>	<b>Cumple</b>	<b>39033.5</b>	<b>Cumple</b>	<b>Valores aceptados del ensayo</b>
<b>Ensayo a los 42 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>		

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla observamos los resultados del ensayo a compresión de las probetas de concreto, ensayadas a una edad de 49 días de curado.

Tabla N° 18: Resistencia a compresión de probetas a los 49 días de curado.

ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)				
Número de probeta	Esfuerzo máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga máxima aplicada (Kg)	Deformación máxima (mm)	Deformación unitaria máxima
Probeta N° 1	185.90	33733	4.26	0.0140594
Probeta N° 2	226.73	40872	3.82	0.0126490
Probeta N° 3	101.83	18357	5.46	0.0180795
Probeta N° 4	177.96	32081	4.22	0.0139967
Probeta N° 5	156.78	28076	4.08	0.0135323
Probeta N° 6	149.37	26926	3.48	0.0115423
Probeta N° 7	138.16	24905	2.96	0.0098013
Probeta N° 8	221.50	39666	4.21	0.0139635
Probeta N° 9	167.22	30344	5.62	0.0186401
Probeta N° 10	137.65	24813	2.83	0.0093709

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla se puede observar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la tabla N° 18, analizando parámetros como su promedio y desviación estándar; los cuales ayudaron a validar los resultados obtenidos; eligiendo entre todos los valores aquellos que eran aceptables.

Tabla N° 19: Análisis de probetas a los 49 días de curado.

<b>DISPERCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS</b>						
<b>N° de ensayo</b>	<b>Valor</b>	<b>Condición</b>		<b>Condición</b>		<b>Resultado</b>
1	33733	-6282.8	Si	3070.36	Si	<b>33733</b>
2	40872	856.24	No	10209.4	Si	-
3	18357	-21659	Si	-12306	No	-
4	32081	-7934.8	Si	1418.36	Si	<b>32081</b>
5	28076	-11940	Si	-2586.6	No	-
6	26926	-13090	Si	-3736.6	No	-
7	24905	-15111	Si	-5757.6	No	-
8	39666	-349.76	Si	9003.36	Si	<b>39666</b>
9	30344	-9671.8	Si	-318.64	No	-
10	24813	-15203	Si	-5849.6	No	-
<b>Promedio</b>	<b>35339.2</b>	<b>40015.8</b>	<b>Cumple</b>	<b>30662.6</b>	<b>Cumple</b>	<b>Valores aceptados del ensayo</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>4676.56</b>					
<b>Ensayo a los 49 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>		

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla observamos los resultados del ensayo a compresión de las probetas de concreto, ensayadas a una edad de 56 días de curado.

Tabla N° 20: Resistencia a compresión de probetas a los 56 días de curado.

<b>ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)</b>				
Número de probeta	Esfuerzo máximo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Carga máxima aplicada (Kg)	Deformación máxima (mm)	Deformación unitaria máxima
Probeta N° 1	206.79	37278	4.09	0.0134761
Probeta N° 2	129.09	23118	3.11	0.0102810
Probeta N° 3	141.62	25698	3.20	0.0105960
Probeta N° 4	220.44	38955	4.55	0.0150662
Probeta N° 5	155.04	27397	3.54	0.0117219
Probeta N° 6	113.66	20624	2.96	0.0098013
Probeta N° 7	199.07	35650	4.08	0.0134876
Probeta N° 8	176.28	31777	4.08	0.0134432
Probeta N° 9	221.44	39918	4.25	0.0140264
Probeta N° 10	144.21	25484	3.22	0.0106271

Fuente: Elaboración propia (2016).

En la siguiente tabla se puede observar el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la tabla N° 20, analizando parámetros como su promedio y desviación estándar; los cuales ayudaron a validar los resultados obtenidos; eligiendo entre todos los valores aquellos que eran aceptables.

Tabla N° 21: Análisis de probetas a los 56 días de curado.

DISPERCIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS						
N° de ensayo	Valor	Condición		Condición		Resultado
1	37278	-2643.5	Si	3768.33	Si	<b>37278</b>
2	23118	-16804	Si	-10392	No	-
3	25698	-14224	Si	-7811.7	No	-
4	38955	-966.53	Si	5445.33	Si	<b>38955</b>
5	27397	-12525	Si	-6112.7	No	-
6	20624	-19298	Si	-12886	No	-
7	35650	-4271.5	Si	2140.33	Si	<b>35650</b>
8	31777	-8144.5	Si	-1732.7	No	-
9	39918	-3.526	Si	6408.33	Si	<b>39918</b>
10	25484	-14438	Si	-8025.7	No	-
<b>Promedio</b>	<b>36715.6</b>	39921.5	Cumple	33509.7	Cumple	Valores aceptados del ensayo
<b>Desviación estándar</b>	<b>3205.93</b>					
<b>Ensayo a los 56 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>		

Fuente: Elaboración propia (2016).

**4) VARIACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO ELABORADAS POR EL MÉTODO ACI 211, ELABORADAS CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO (CHONTA).**

En la siguiente tabla vemos la ponderación de los resultados por días de curado.

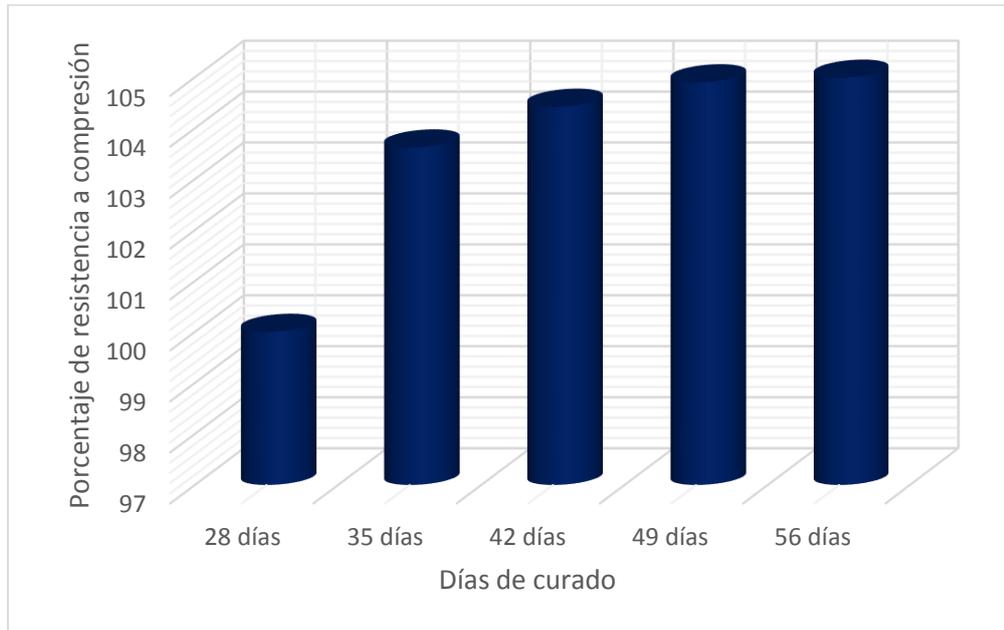
Tabla N° 22: Variación de resistencia a compresión sobre probetas

Tiempo de curado del concreto en días	28	35	42	49	56
Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm <sup>2</sup> )	209.76	217.35	219.04	220.04	220.22
% de la resistencia a compresión del concreto	100.00	103.62	104.42	104.90	104.99
Variación de la resistencia a la compresión (%)	Aumenta en:	3.62	4.42	4.90	4.99

Fuente: Elaboración propia (2016).

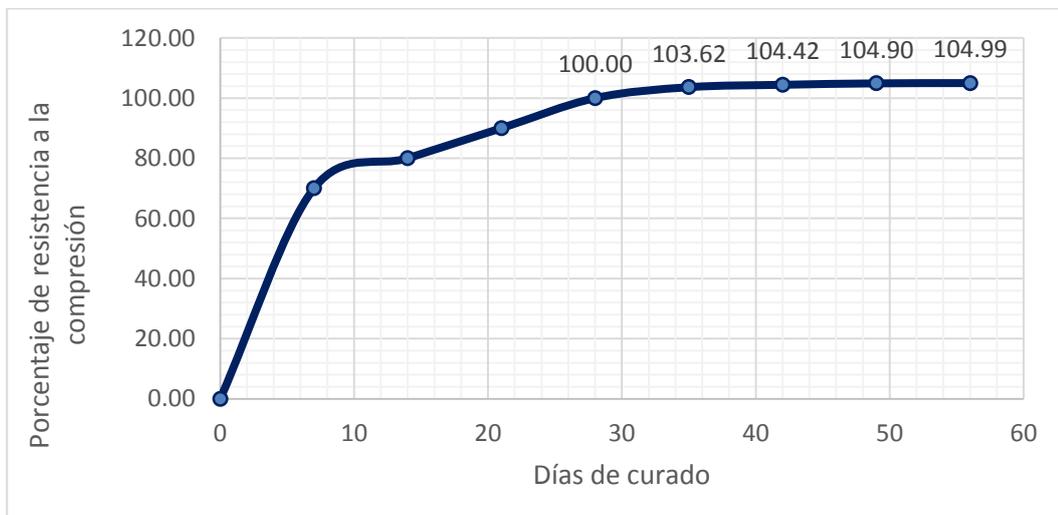
En las siguientes figuras se pueden ver la variación de la resistencia a compresión del concreto; dichas figuras son la representación gráfica de los datos de la tabla N° 22.

Figura N° 03: Variación de resistencia a compresión del concreto.



Fuente: Elaboración propia (2016).

Figura N° 04: Variación de resistencia a compresión del concreto en proyección.



Fuente: Elaboración propia (2016).

## CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

Primero que nada, en la tabla N° 22 se muestra la obtención de la resistencia a compresión del concreto de la muestra patrón; la cual fue de  $209.76\text{ Kg/cm}^2$ ; este valor se encuentra dentro del rango aceptable para un concreto, el cual es de  $\pm 10\%$  la resistencia de diseño proyectada.

En cuanto a las resistencias de los concretos curados a tiempos mayores a los 28 días, se puede apreciar en la tabla N° 22 que todas estas son mayores que la muestra patrón; aumentando conforme aumentaban los días de curado; cabe recalcar que no tienen un crecimiento igual; es decir su resistencia no aumenta de forma lineal como si lo hacen los días de curado.

En la tabla N° 22 se puede apreciar la variación de la resistencia a compresión de las probetas de concreto diseñadas con un  $f'c = 210\text{ Kg/cm}^2$  a los 35 días es de  $3.62\%$ , a los 42 días es de  $4.42\%$ , a los 49 días es de  $4.90\%$  y a los 56 días es de  $4.99\%$ . Cumpliendo con la hipótesis establecida en el capítulo 3.

En las tablas N° 12, N° 14, N° 16, N° 18 y N° 20 se pueden apreciar todos los resultados de los ensayos a compresión de todas las probetas realizadas, teniendo en consideración los parámetros más resaltantes como lo son la resistencia compresión, la deformación y la carga máxima aplicada.

Se puede apreciar del mismo modo que en todos los periodos de curado existen muestras que se alejan de la realidad; para lo cual mediante probabilidad estadística se han ajustado los valores más óptimos del ensayo (ver tablas N° 13, N° 15, N° 17, N° 19 y N° 21), dando los valores que se proponen en el capítulo 6.

Concerniente a la resistencia del concreto esta está ligada directamente con la resistencia al desgaste del agregado, o lo que es lo mismo la resistencia a la abrasión (ensayo de abrasión ASTM C 131); viendo los resultados de la tabla N° 09; podemos observar que el desgaste en este ensayo es muy elevado; por lo que se puede precisar

con certeza que el concreto que este fabricado con un agregado grueso cuyo desgaste a la abrasión sea bajo, tendrá resistencias superiores a las obtenidas en la presente investigación. Mientras que en la tabla N° 10 sé que la cantidad de partículas finas es muy elevada ocasionando que la relación agua cemento cambie y esto a su vez hace que la resistencia a compresión se vea afectada.

En cuanto a la proporción de los agregados dentro del diseño de mezcla se puede ver en la tabla N° 11 que se trata de una proporción buena, ya que la cantidad de agregado grueso es superior a la cantidad de agregado fino; lo cual nos garantiza que el concreto fabricado tenga una tendencia a la resistencia a la que se ha diseñado.

Se tiene como un parámetro no muy bueno la velocidad de ensayo, ya que el promedio de estas es muy mayor que lo recomendado por la norma ASTM C 39 la cual dice que la velocidad de ensayo debe de ser de 0.25 MPA. +/- 0.05 MPA. Lo cual con la máquina a compresión de la Universidad Privada del Norte esto no se cumple, ya que esta máquina no cuenta con un regulador de velocidad definido. Esto, aunque no se ha estudiado puede quizás variar la resistencia a compresión del concreto diseñado.

En cuanto al curado del concreto este se dijo que sería por inmersión y así se hizo, lo que no se pudo hacer fue curar los especímenes de concreto a las temperaturas que la norma recomienda; teniendo una temperatura de curado inicial de 20 °C a 26 °C y una temperatura final de 23 °C +/- 2 °C; lo cual no pudo hacerse ya que la posa de curado de probetas de concreto de la Universidad Privada del Norte no cuenta con un regulador de temperatura del agua. Por ello se hace la observación de que es posible que la resistencia a compresión del concreto diseñado sufra algunas variaciones.

En cuanto a los antecedentes de la tabla N° 05 podemos ver que los resultados obtenidos en la investigación están dentro de los valores que se proyectan al periodo de 90 días; teniendo un aumento de la resistencia a compresión del concreto de 20%; mientras que los resultados obtenidos en ésta investigación son que el concreto aumenta su resistencia a compresión en 4.99% a los 56 días de curado.

## CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que la resistencia a compresión axial del concreto de  $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ , utilizando agregados de la cantera del río Chonta aumenta hasta 10% por cada 7 días de curado; esto conlleva a que la hipótesis planteada es verdadera.
- 2) Haciendo el análisis de los ensayos a compresión elaborados en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte y procesándolos bajo en programa Excel; se pudo determinar la variación de la resistencia a compresión de probetas de concreto de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  a mayor tiempo de curado que 28 días, utilizando agregados de la cantera del río “Chonta”; obteniendo un aumento en la variación de hasta 4.99% respecto al valor alcanzado a los 28 días de curado.
- 3) Siguiendo los ensayos normados para la obtención de las propiedades de los agregados, se determinó las propiedades del agregado grueso y del agregado fino de la cantera del río Chonta.
- 4) Con todos los parámetros calculados se elaboraron las probetas estándar de concreto con los agregados de cantera de río, exponiéndolas a diferentes tiempos de curado.

## RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda realizar investigaciones con las diferentes canteras de la ciudad de Cajamarca; con la finalidad de generalizar los resultados obtenidos.
- 2) Se recomienda también realizar investigaciones similares a ésta utilizando diferentes tipos de curado, ya que puede que al cambiar el tipo de curado también pueda cambiar los resultados de la presente tesis.
- 3) Se ha demostrado que la resistencia a compresión del concreto aumenta después de los 28 días de curado; se recomienda que en los diseños estructurales de vigas, columnas, losas, escaleras y obras de arte; se reduzcan los coeficientes de reducción de seguridad, el cual actualmente para todos los diseños es equivalente a 0.45 del  $f'c$ . Como se ha podido demostrar este valor aún no tiene un tope establecido, es por ello que en los países desarrollados han empezado a hacer los cambios de sus coeficientes de diseño de concreto.
- 4) Se recomienda que se hagan estudios analíticos para ver si la tercera recomendación es viable, ya que, si bien es cierto que la resistencia a compresión del concreto sigue creciendo, no se sabe si es el único parámetro que influye en una posible variación de dicho coeficiente de reducción de diseño.

## REFERENCIAS

- 1) ACI, A. C. (2005). Diseño de mezclas. Michigan: American Concrete Institute.
- 2) ANTER, A. n. (2002). Instrucción para la recepción de cementos. Madrid: ANTER.
- 3) Arana, R. D. (2008). Diseño De Mezclas. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- 4) ASTM. (2003). Curado de concreto. Philadelphia: ASTM.
- 5) ASTM. (2009). Ensayo a la compresión de especímenes de concreto. Lima: ASTM.
- 6) ASTM. (2009). Pruebas y ensayos de los materiales. Philadelphia: ASTM.
- 7) Catastro, P. N. (2011). Levantamiento topográfico con fines catastrales. Caracas: Instituto geográfico de Venezuela "Simón Bolívar".
- 8) CEMEX. (2001). Elaboración del cemento. Nicaragua: HOLCIM.
- 9) COLCIENCIAS, U. y. (2006). Ahorro de energía en la industria del cemento. Colombia: Unidad de planeamiento minero energética de Colombia y el instituto colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- 10) Cordero, Á. F. (2012). El hormigón: Historia, antecedentes en obras y factores indicativos de su resistencia. Madrid: Escuela politécnica superior Villanueva De La Cañada.
- 11) Cotera, M. G. (1971). El cemento como elemento estabilizador del suelo, para su empleo en construcción. Lima: ITINTEC .
- 12) ENRED. (2010). La sociedad de la información del siglo XXI. Ministerio de ciencia y tecnología .
- 13) FICEM. (2013). Informe estadístico 2013. Bogotá: Federación interamericana del cemento.
- 14) Fletes, M. O. (2013). La importancia del concreto como material de construcción. Tepic - Mexico: Instituto tecnológico de Tepic.
- 15) Fomento, M. d. (2008). Instrucción de hormigón estructura. Madrid: Centro de publicaciones de la secretaría técnica del ministerio de Fomento.
- 16) García, M. A. (2003). Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido. Piura: Universidad de Piura.
- 17) Guayanay, F. M. (2012). Aplicación de nuevas tecnologías en topografía. Quito: Escuela politecnica nacional de Quito.
- 18) Guillen, M. (2010). Diseño estructural. Lima.
- 19) Harmsen, T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado, tercera edición. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- 20) Huanca, S. L. (2006). Diseño de mezclas de concreto. Puno: Universidad Nacional Del Altiplano.

- 21) humanos, M. d. (1984). Código Civil. Lima: Ministerio de justicia y derechos humanos.
- 22) ICPA. (2015). Historia del cemento y hormigón. Buenos Aires: Instituto del cemento portland argentino.
- 23) IGN. (14 de Diciembre de 2015). Centro nacional de información geográfica. Obtenido de Gobierno de España: <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesGeodesiaStmagd.do>
- 24) IMCYC. (2004). Conceptos básicos del concreto. Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 1 - 8.
- 25) INEI. (2016). Consumo del concreto en el Perú. Lima: Ministerio de producción del Perú.
- 26) Lambe, T. W. (1997). Mecánica de suelos. Mexico: Limusa.
- 27) Levensen, R. G. (2011). Tensión y compresión. Guatemala: Universidad Del Valle De Guatemala.
- 28) Martínez, A. R. (2014). Estudio del sector cementero a nivel mundial y nacional, con particularización de una empresa cementera situada en la comunidad Valenciana. Valencia: Universidad Politécnica De Valencia.
- 29) Medina, W. H. (29 de Setiembre de 2011). Práctica número 3. Determinación de propiedades de los agregados. Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- 30) MEM, M. d. (2009). Canteras y extracción de minerales. Lima: Ministerio de energía y minas.
- 31) Mingarro, M. F. (1985). Prontuario del cemento. Barcelona: Técnicos asociados S.A.
- 32) MINSAL, M. d. (2011). Calidad del agua para consumo humano. Lima: Ministerio de salud.
- 33) MIVIVIENDA, F. (2009). Estudio de mercado de la vivienda social en la ciudad de Cajamarca. Lima: Fondo mi vivienda.
- 34) Montoya, P. J. (2000). Hormigón armado edición N° 14. Barcelona: Gustavo Gili.
- 35) NTP. (2009). Curado de especímenes de concreto. Lima: NTP.
- 36) NTP, N. t. (2001). Concreto hidráulico. Lima: Norma técnica peruana.
- 37) NTP, N. t. (2006). Curado de concreto. Lima: NTP.
- 38) NTP, N. T. (2008). Análisis granulométrico. Lima: Norma Técnica Peruana.
- 39) NTP, N. T. (2008). Ensayo de compresión. Lima: Norma Técnica Peruana.
- 40) Osorio, J. D. (2013). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. 360° Del concreto, 1 - 4.
- 41) Payá, M. V. (2010). Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura. Valencia: Universidad Politécnica De Valencia.
- 42) Peña, J. S. (2003). Manual de prácticas de topografía y cartografía. Universidad de la rioja.
- 43) PUCP. (2010). Sector sementero del Perú. Centrum, 1 - 26.

- 44) RAE, R. A. (2014). España: Real Academia De La Lengua Española RAE.
- 45) Rivera, G. (2003). Concreto simple. Bogota: Código colombiano de construcciones sismoresistentes.
- 46) Rodriguez, L. E. (2014). Definición de terminos. Carcas: Ministerio de educación superior Politécnico Universitario Santiago Marino.
- 47) Sika. (2010). Curado del concreto. Lima: Sika.
- 48) Soto, A. C. (1999). Historia del concreto y su llegada al Perú. Lima: Colegio de ingenieros del Perú.
- 49) Soto, A. C. (1999). Historia del concreto y su llegada al Perú. Lima: Colegio de ingenieros del Perú.
- 50) URC, C. P. (2011). Estudio de canteras y fuentes de agua. Lima: URC Perú consultores.
- 51) Whitman, R. V. (1997). Mecánica de suelos. Mexico DC: Limusa.
- 52) Zulia. (2008). Study of the concrete's compressive strength due to the combined effect of the water-cement ratio, the coarse-fine aggregate ratio and the source of the aggregates. Maracaibo: Universidad de Zulia, versión impresa ISSN 0254-0770.

## ANEXOS

### ANEXO N° 01 – RECOJO DE INFORMACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO.

#### Determinación del peso específico aparente y real del agregado grueso (Peso específico de masa) ASTM C 127.

$$P_{natural} = 5000gr.$$

$$P_{sss} = 5117gr. = B$$

$$P_{sumergido} = 3012gr. = C$$

$$P_{tempamb} = 4801gr. = A$$

$$P_{em} = \frac{A}{B - C}$$

$$P_{em} = \frac{4801}{5117 - 3012}$$

$$P_{em} = 2.28 \text{ g/cm}^3$$

$$P_{msss} = \frac{B}{B - C}$$

$$P_{msss} = \frac{5117}{5117 - 3012}$$

$$P_{msss} = 2.43 \text{ g/cm}^3$$

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C}$$

$$P_{ea} = \frac{4801}{4801 - 3012}$$

$$P_{ea} = 2.68 \text{ g/cm}^3$$

$$\%Abs = \frac{B - A}{A} * 100$$

$$\%Abs = \frac{5117 - 4801}{4801} * 100$$

$$\%Abs = 6.58\%$$

A= Peso en el aire de la muestra seca al horno en gramos.

B= Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente seca (sss).

C= Peso en el agua de la muestra saturada superficialmente seca (sss).

**Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado grueso ASTM C 29.**

**AGREGADO SUELTO**

MÉTODO 1: PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 23: Peso volumétrico suelto del agregado grueso

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	24966
P2	24928
P3	25521
PROMEDIO	<b>25138.33</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$Prv = 5828gr.$$

$$Prm = 25138.33gr.$$

$$Vr = \frac{\pi \phi^2 h}{4} \quad Vr = \frac{\pi(25.2^2)27.8}{4} \quad Vr = 13865.51cm^3 \quad Vr = 0.01386m^3$$

Dónde:

*Prv* = Peso del recipiente vacío.

*Prm* = Peso del recipiente mas la muestra.

*Vr* = Volumen del recipiente.

*h* = Profundidad del recipiente.

$\phi$  = Diámetro del recipiente.

$$PUSS = \frac{Prm - Prv}{Vr} \quad PUSS = \frac{25.13833 - 5.828}{0.01386} \quad PUSS = 1393.24 \text{ Kg/m}^3$$

MÉTODO 2: PESO UNITARIO SUELTO.

$$Ws = 25138.33gr.$$

$$Wa = 19846gr.$$

Tabla N° 24: Peso volumétrico suelto del agregado grueso

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	24966
P2	24928
P3	25521
PROMEDIO	<b>25138.33</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$PU = Ws * f$$

$$f = 1000 / Wa$$

*Ws = Peso neto del agregado en el recipiente.*

*Wa = Peso del recipiente con agua*

Halla primero el valor de "f":

$$f = \frac{1000}{Wa} \quad f = \frac{1000}{19846} \quad f = 0.05039$$

Reemplaza el valor de "f" en la siguiente ecuación:

$$PU = Ws * f \quad PU = 25138.33 * 0.05039 \quad PU = 1266.72 \text{Kg/m}^3$$

### AGREGADO COMPACTADO

MÉTODO 1: PESO UNITARIO COMPACTADO.

Tabla N° 25: Peso volumétrico compactado del agregado grueso

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	26294
P2	26522
P3	26584
PROMEDIO	<b>26466.67</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$Prv = 5828 \text{gr.}$$

$$Prm = 26467.67 \text{gr.}$$

$$Vr = \frac{\pi \phi^2 h}{4} \quad Vr = \frac{\pi (25.2^2) 27.8}{4} \quad Vr = 13865.51 \text{cm}^3 \quad Vr = 0.01386 \text{m}^3$$

Dónde:

*Prv = Peso del recipiente vacío.*

*Prm = Peso del recipiente mas la muestra.*

*Vr = Volumen del recipiente.*

*h = Profundidad del recipiente.*

*ϕ = Diámetro del recipiente.*

$$PUSC = \frac{Prm - Prv}{Vr} \quad PUSC = \frac{26.46667 - 5.828}{0.01386} \quad PUSC = 1489.08 \text{ Kg/m}^3$$

MÉTODO 2: PESO UNITARIO COMPACTADO.

$$W_s = 26466.67\text{gr.}$$

$$W_a = 19846\text{gr.}$$

Tabla N° 26: Peso volumétrico compactado del agregado grueso

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	26294
P2	26522
P3	26584
PROMEDIO	<b>26466.67</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$PU = W_s * f$$

$$f = 1000 / W_a$$

$W_s$  = Peso neto del agregado en el recipiente.

$W_a$  = Peso del recipiente con agua

Halla primero el valor de "f":

$$f = \frac{1000}{W_a} \quad f = \frac{1000}{19846} \quad f = 0.05039$$

Reemplaza el valor de "f" en la siguiente ecuación:

$$PU = W_s * f \quad PU = 26466.67 * 0.05039 \quad PU = 1333.66\text{Kg/m}^3$$

**Determinación del módulo de finura y coeficiente de uniformidad (ensayo granulométrico)**  
**ASTM C 136.**

Peso inicial: 3000 kg

Tabla N° 27: Granulometría del agregado grueso

Tamiz N	Peso retenido (gr.)	Peso retenido (%)	Peso retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00
1"	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	241	8.03	8.03	91.97
1/2"	1797	59.90	67.93	32.07
3/8"	730	24.33	92.26	7.74
N 4	212	7.07	99.33	0.67
Cazoleta	5	0.17	99.50	0.00
perdidas	15	0.50	100.00	-
SUMATORIA	3000	100.00	-	-

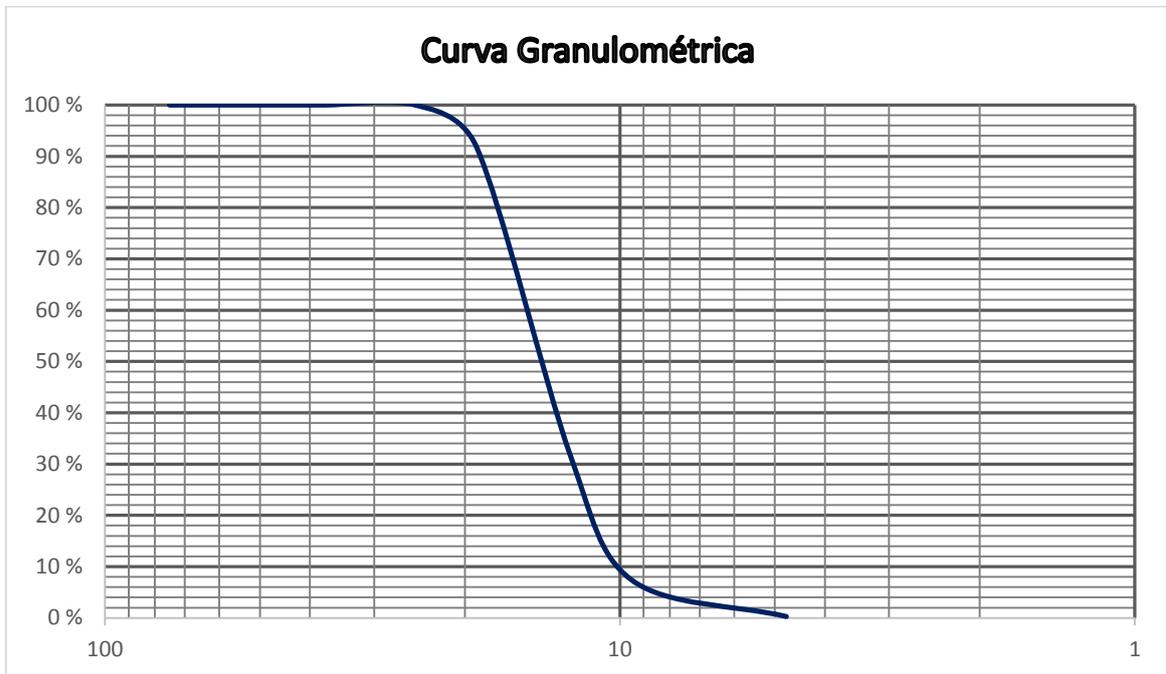
Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla N° 28: Granulometría del agregado grueso ajustada

Granulometría ajustada					
Tamiz N°	Abertura del tamiz en mm	Peso retenido (gr.)	Peso retenido (%)	Peso retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3"	75.00	0	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	244	8.13	8.13	91.87
1/2"	12.50	1800	60.00	68.13	31.87
3/8"	9.50	733	24.43	92.57	7.43
N 4	4.75	215	7.17	99.73	0.27
Cazoleta	-	8	0.27	100.00	0.00
perdidas	-	0	0.00	-	-
SUMATORIA	-	3000	100.00	-	-

Fuente: Elaboración propia (2016).

Figura N° 05: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia (2016).

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{Retenido acumulado} \left( \frac{1}{2}'' , \frac{3}{4}'' , \frac{3}{8}'' , N^{\circ}4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100 \right)}{100}$$

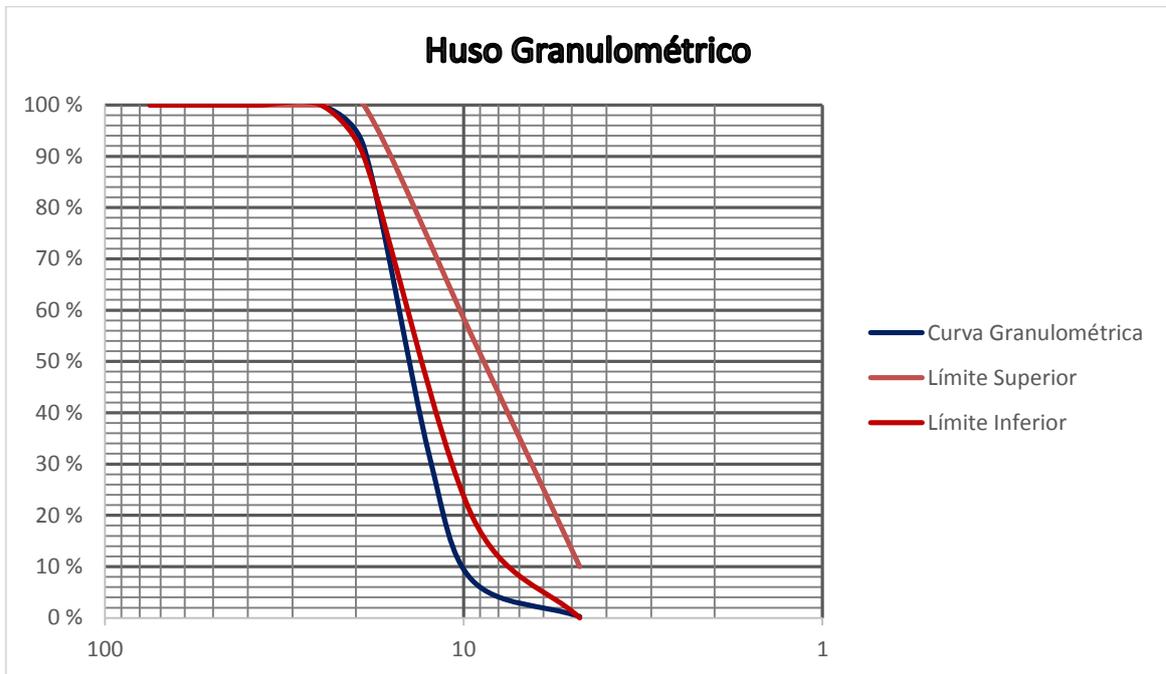
MF: 7.0043

Tabla N° 29: Composición del huso granulométrico del agregado grueso (huso 67)

Malla	Porcentaje que pasa	
3"	100	100
2"	100	100
1 1/2"	100	100
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-	-
3/8"	20	55
N° 4	0	10

Fuente: Elaboración propia (2016).

Figura N° 06: Huso granulométrico del agregado grueso (huso 67)



Fuente: Elaboración propia (2016).

**Determinación del contenido de humedad natural del agregado grueso (contenido de humedad) ASTM D 2216.**

$$Ph = 5000gr.$$

$$Ps = 4888gr.$$

$$w\% = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100$$

$$w\% = \frac{5000 - 4888}{4888} * 100$$

$$w\% = 2.29$$

**Determinación de la resistencia a la abrasión (prueba en la maquina los ángeles) ASTM C**

**131.**

$$\%desgaste = \frac{P_{inicial} - P_{final}}{P_{inicial}} \times 100$$

$$\%desgaste = \frac{5000 - 3545}{5000}$$

$$\%desgaste = 29.1\%$$

**Determinación del peso específico aparente y real del agregado fino (Peso específico de masa) ASTM C 128.**

$$W_o = 491gr.$$

$$P_f = 353gr.$$

$$V_a = 805gr.$$

$$v = 995gr.$$

$$P_{em} = \frac{W_o}{V - V_a}$$

$$P_{em} = \frac{491}{995 - 805}$$

$$P_{em} = 2.58gr/cm^3$$

$$P_{emsss} = \frac{500}{V - V_a}$$

$$P_{emsss} = \frac{500}{995 - 805}$$

$$P_{emsss} = 2.63gr/cm^3$$

$$P_{ea} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \quad P_{ea} = \frac{491}{(995 - 805) - (500 - 491)} \quad P_{ea} = 2.71gr/cm^3$$

$$\%Abs = \frac{500 - 491}{491}$$

$$\%Abs = 1.83$$

**Determinación del peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino ASTM C 29.**

MÉTODO 1: PESO UNITARIO SUELTO.

Tabla N° 30: Peso volumétrico suelto del agregado fino

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	19630
P2	19522
P3	19846
PROMEDIO	<b>19666</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$Prv = 4778gr.$$

$$Prm = 19666gr.$$

$$Vr = \frac{\pi\phi^2h}{4} \quad Vr = \frac{\pi(20.3^2)19.25}{4} \quad Vr = 6230.3536cm^3 \quad Vr = 0.00623m^3$$

Dónde:

*Prv* = Peso del recipiente vacío.

*Prm* = Peso del recipiente mas la muestra.

*Vr* = Volumen del recipiente.

*h* = Profundidad del recipiente.

$\phi$  = Diámetro del recipiente.

$$PUSS = \frac{Prm - Prv}{Vr} \quad PUSS = \frac{19.666 - 4.778}{0.00623} \quad PUSS = 2389.73 \text{ Kg/m}^3$$

MÉTODO 2: PESO UNITARIO SUELTO.

$$Ws = 19666gr.$$

$$Wa = 14170gr.$$

Tabla N° 31: Peso volumétrico suelto del agregado fino

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	19630
P2	19522
P3	19846
PROMEDIO	<b>19666</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$PU = Ws * f$$

$$f = 1000 / Wa$$

$Ws$  = Peso neto del agregado en el recipiente.

$Wa$  = Peso del recipiente con agua

Hallar primero el valor de "f":

$$f = \frac{1000}{Wa} \quad f = \frac{1000}{14170} \quad f = 0.07057$$

Reemplaza el valor de "f" en la siguiente ecuación:

$$PU = Ws * f \quad PU = 19666 * 0.05084 \quad PU = 1387.83 \text{ Kg/m}^3$$

#### MÉTODO 1: PESO UNITARIO COMPACTADO.

Tabla N° 32: Peso volumétrico compactado del agregado fino

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	20672
P2	21170
P3	21226
PROMEDIO	<b>21022.67</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$Prv = 4778\text{gr.}$$

$$Prm = 21022.67\text{gr.}$$

$$Vr = \frac{\pi\phi^2h}{4} \quad Vr = \frac{\pi(20.3^2)19.25}{4} \quad Vr = 6230.3536\text{cm}^3 \quad Vr = 0.00623\text{m}^3$$

Dónde:

$Prv$  = Peso del recipiente vacío.

$Prm$  = Peso del recipiente mas la muestra.

$Vr$  = Volumen del recipiente.

$h$  = Profundidad del recipiente.

$\phi$  = Diámetro del recipiente.

$$PUSC = \frac{Prm - Prv}{Vr} \quad PUSC = \frac{21.02267 - 4.778}{0.00623} \quad PUSC = 2607.49 \text{ Kg/m}^3$$

#### MÉTODO 2: PESO UNITARIO COMPACTADO.

$$Ws = 21022.67\text{gr.}$$

$$Wa = 14170\text{gr.}$$

Tabla N° 33: Peso volumétrico compactado del agregado fino

MUESTRA	PESOS (gr)
P1	20672
P2	21170
P3	21226
PROMEDIO	<b>21022.67</b>

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$PU = W_s * f$$

$$f = 1000 / W_a$$

$W_s$  = Peso neto del agregado en el recipiente.

$W_a$  = Peso del recipiente con agua

Hallar primero el valor de "f":

$$f = \frac{1000}{W_a} \quad f = \frac{1000}{14170} \quad f = 0.07057$$

Reemplaza el valor de "f" en la siguiente ecuación:

$$PU = W_s * f \quad PU = 21022.67 * 0.07057 \quad PU = 1483.57 \text{ Kg/m}^3$$

### **Determinación del módulo de finura y coeficiente de uniformidad (ensayo granulométrico)**

#### **ASTM C 136.**

Peso inicial 2000 gr.

Tabla N° 34: Granulometría del agregado fino

Tamiz N	Peso retenido (gr.)	Peso retenido (%)	Peso retenido acumulado (%)	% PASA
3/8"	0.00	0.00	0.00	100
4	220	11.00	11.00	89.00
8	259	12.95	23.95	76.05
16	201	10.05	34.00	66.00
30	272	13.60	47.60	52.40
50	544	27.20	74.80	25.20
100	330	16.50	91.30	8.70
200	101	5.05	96.35	3.65
cazoleta	53	2.65	99.00	1.00
perdidas	20	1	100	0.0
SUMATORIA	2000	100.00	-	-

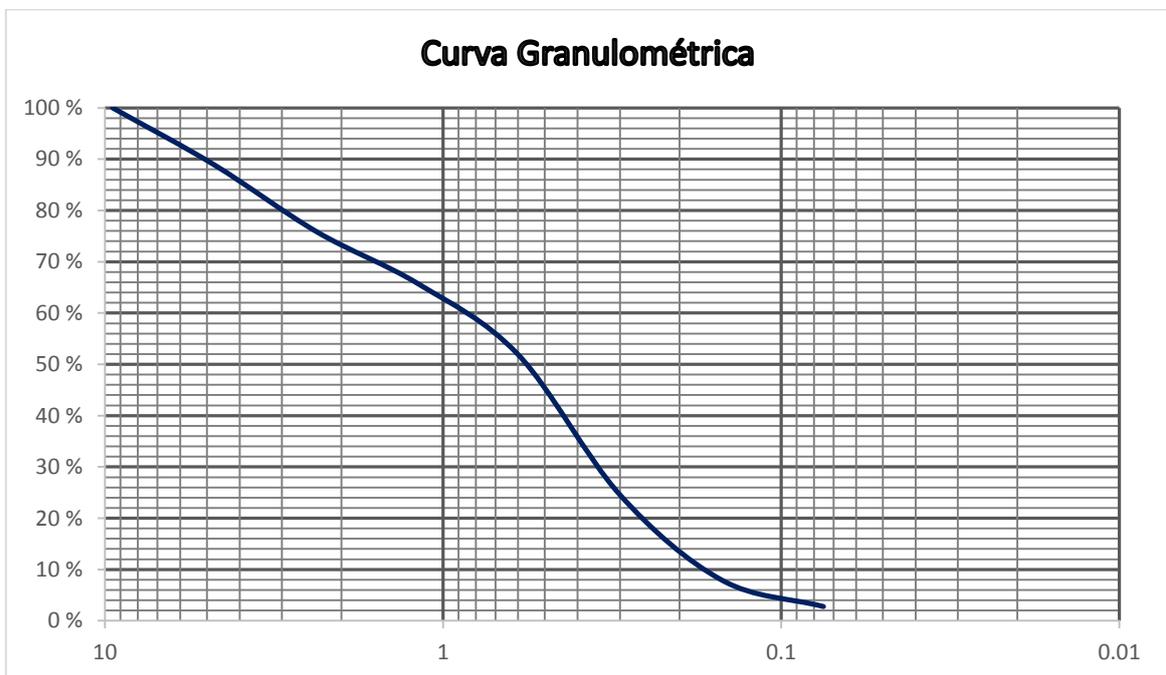
Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla N° 35: Granulometría del agregado fino ajustada

Granulometría ajustada					
Tamiz N°	Abertura del tamiz en mm	Peso retenido (gr.)	Peso retenido (%)	Peso retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/8"	9.500	0	0.00	0.00	100.00
4	4.750	222.5	11.13	11.13	88.88
8	2.360	261.5	13.08	24.20	75.80
16	1.180	203.5	10.18	34.38	65.63
30	0.600	274.5	13.73	48.10	51.90
50	0.300	546.5	27.33	75.43	24.58
100	0.150	332.5	16.63	92.05	7.95
200	0.075	103.5	5.18	97.23	2.78
Cazoleta	-	55.5	2.78	-	-
perdidas	-	0	0.00	-	-
SUMATORIA	-	2000	100.00	-	-

Fuente: Elaboración propia (2016).

Figura N° 07: Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia (2016).

$$MF = \Sigma \% \text{Retenido acumulado} \left( \frac{3/8'', N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100}{100} \right)$$

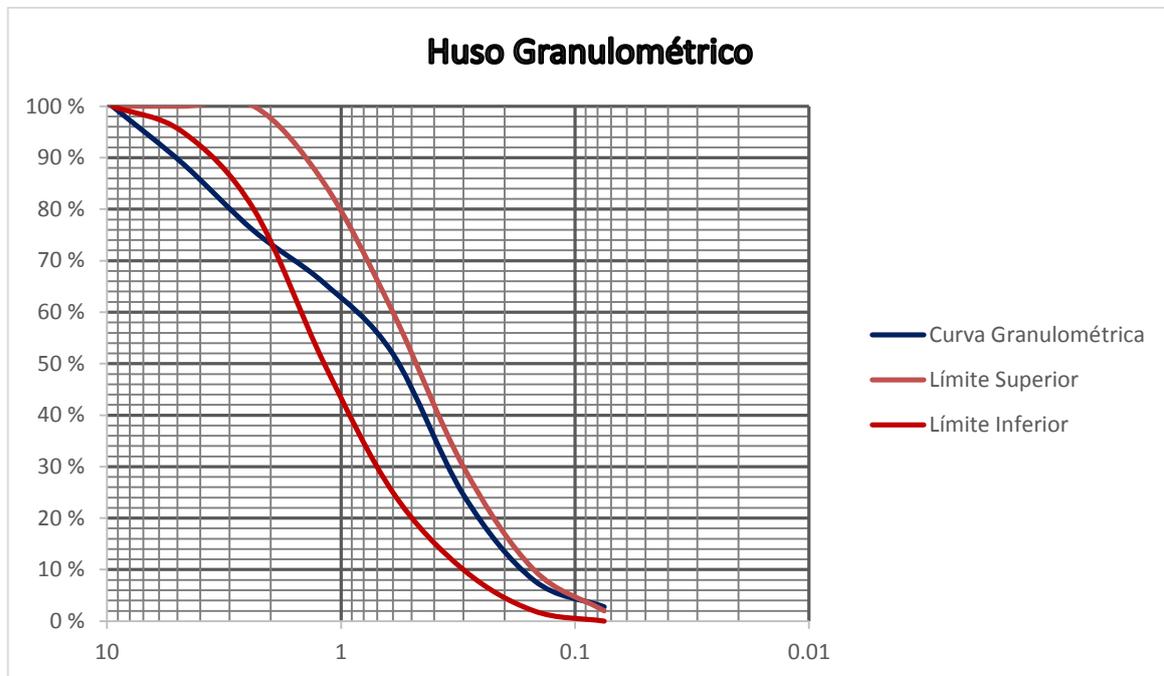
MF: 2.8528

Tabla N° 36: Composición del huso granulométrico del agregado fino (huso 67)

Malla	Porcentaje que pasa	
3/8"	100	100
N° 4	95	100
N° 8	80	100
N° 16	50	85
N° 30	25	60
N° 50	10	30
N° 100	2	10
N° 200	0	2

Fuente: Elaboración propia (2016).

Figura N° 08: Huso granulométrico del agregado fino (huso 67)



Fuente: Elaboración propia (2016).

**Determinación del contenido de humedad natural del agregado fino (contenido de humedad) ASTM D 2216.**

$P_h = 2000\text{gr.}$

Tabla N° 37: Contenido de humedad del agregado fino

ENSAYO	1	2	3
PESO TARA (gr)	58	58	58
PESO TARA + MH (gr)	2058	2059	2058
PESO TARA + MS (gr)	2030	2029	2030
PESO MUESTRA HUMEDA (A) (gr)	2000	2001	2000
PESO MUESTRA SECA (B) (gr)	1972	1971	1972

Fuente: Elaboración propia (2016).

$$w\% = \frac{A - B}{A} * 100 \quad w\% = \frac{2000 - 1972}{2000} * 100 \quad w\% = 1.40$$

**Determinación de la cantidad de material que pasa por el tamiz N° 200 ASTM C 117.**

$P_i = 571\text{gr.}$

$P_f = 467\text{gr.}$

$$\%Part. Finas = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \quad \%Part. Finas = \frac{571 - 467}{571} * 100$$

$$\%Part. Finas = 18.21$$

Dónde:

$P_i = \text{Peso antes de ingresar al horno}$

$P_f = \text{Peso despues de permanecer en el horno 24horas}$

## ANEXO N° 02 – DISEÑO DE MEZCLA ACI 211 ELABORADO CON LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO.

### 1.- DETERMINACIÓN DEL TIPO DE CEMENTO A USAR

Se usó el cemento Portland tipo I.

### 2.- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LOS 28 DÍAS

La resistencia a la compresión del concreto fue de: **210.00** Kg/cm<sup>2</sup>

### 3.- DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR

La desviación estándar fue de: **21.00** Kg/cm<sup>2</sup>

### 4.- VALORES NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

DATOS INICIALES:	
AGREGADO FINO:	VALOR
Pem (gr/cm <sup>3</sup> )	2.58
%Abs	1.83
%W	1.40
MF	2.85
AGREGADO GRUESO:	VALOR
Pem (gr/cm <sup>3</sup> )	2.28
%Abs	6.58
%W	2.29
MF	7.00
TMN (pulg.)	3/4"
PUSC (kg/m <sup>3</sup> )	1489.08
CEMENTO:	VALOR
Pem cemento (gr/cm <sup>3</sup> )	3.11
f'c 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	210.00
DS (Kg/cm <sup>2</sup> )	21.00



Datos obtenidos de laboratorio



Datos obtenidos de laboratorio



Datos obtenidos de acuerdo al cemento elegido

### 5.- DETERMINACIÓN DEL $f'cr$

$$f'cr = f'c + (1.34 * DS)$$

$$f'cr = 238.14 \text{ Kg/cm}^2$$

^

$$f'cr = f'c + (2.33 * DS) - 35$$

$$f'cr = 223.93 \text{ Kg/cm}^2$$

Aquí se escoge al mayor valor:

$f'cr = 238.14 \text{ Kg/cm}^2$
---------------------------------

### 6.- DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

El tamaño máximo nominal del agregado grueso fue de:	3/4 Pulg.
--	-----------

### 7.- DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (SLUMP)

La consistencia de la mezcla fue:	Plástica	3 - 4 Pulg.
-----------------------------------	----------	-------------

### 8.- DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA DE LA MEZCLA

El volumen de agua fue:	205.00 L/m <sup>3</sup>
-------------------------	-------------------------

### 9.- DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AIRE

El volumen de aire fue:	2.00 %
-------------------------	--------

### 10.- DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN a/c

La relación a/c fue de:	0.68 L/Kg
-------------------------	-----------

### 11.- DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO

$$FC = \text{Volumen de agua de la mezcla} / (a/c)$$

FC =	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
------	--------------------------

FC (b) =	7.05 Bolsas
----------	-------------

### 12.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

El valor de la tabla 16.2.2 será: 0.61

$$\text{PUSS} = \text{PUSC} * \text{Valor de la tabla}$$

PUSS =	915.37 Kg/m <sup>3</sup>
--------	--------------------------

### 13.- DETERMINACIÓN DEL AGREGADO FINO

Con la ayuda de la fórmula del volumen absoluto:

Cemento =	$FC / P_{em}$	=	0.0964	m <sup>3</sup>
Agua =	$V. \text{ de agua} / P_{em}$	=	0.2050	m <sup>3</sup>
Aire =	% de aire	=	0.0200	m <sup>3</sup>
Agregado grueso =	$P_{USS} / P_{em}$	=	0.4015	m <sup>3</sup>
<hr/>				
$\Sigma$ Volúmenes absolutos =		=	0.7228	m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del agregado fino =		=	0.2772	m <sup>3</sup>

PUSS del agregado fino fue de:	715.06 Kg/m <sup>3</sup>
--------------------------------	--------------------------

### 14.- VALORES DE DISEÑO DE LABORATORIO

Cemento =	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua =	205.00 L/m <sup>3</sup>
Agregado fino =	715.06 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso =	915.37 Kg/m <sup>3</sup>

Proporcionamiento:

FC / FC	A. F. / FC	A. G. / FC	H <sub>2</sub> O / FC(b)
1.00	2.39	3.05	29.07
Cemento	Arena	Piedra	Agua

### 15.- CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Determinación del peso húmedo de:

Agregado fino =	$\text{Peso seco} * (1 + \%W)$	Agregado grueso =	$\text{Peso seco} * (1 + \%W)$
Agregado fino =	725.07 Kg/m <sup>3</sup>	Agregado grueso =	936.33 Kg/m <sup>3</sup>

### 16.- HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO

Agregado fino =	$W\% - \%Abs$	=	-0.43	%
Agregado grueso =	$W\% - \%Abs$	=	-4.29	%

### 17.- APORTE DEL AGUA POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Agregado fino = Peso del A.F. sin corrección \* humedad superficial del A.F.  
 Agregado fino = -3.07 L/m<sup>3</sup>  
 Agregado grueso = Peso del A.G. sin corrección \* humedad superficial del A.G.  
 Agregado grueso = -39.27 L/m<sup>3</sup>

Total de agua que se vincula al volumen de agua original =	-42.34 L/m <sup>3</sup>
--	-------------------------

Los valores de diseño al pie de obra fueron:

Cemento =	299.71 Kg/m <sup>3</sup>
Agua =	162.66 L/m <sup>3</sup>
Agregado fino =	725.07 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso =	936.33 Kg/m <sup>3</sup>

Proporcionamiento:

FC / FC	A. F. / FC	A. G. / FC	H2O / FC(b)
1.00	2.42	3.12	23.07
Cemento	Arena	Piedra	Agua

### 18.- Volumen de la mezcla de prueba

Volumen de una probeta:  $V = \left(\frac{\pi * \phi^2}{4}\right) * h$

$\pi$ =	3.14
$\phi$ =	0.15 m
h =	0.30 m
V =	0.0053 m <sup>3</sup>
V (50) =	0.2651 m <sup>3</sup>

### 19.- Tanda de prueba para laboratorio

Cemento =	79.44 Kg
Agua =	43.12 L
Agregado fino =	192.20 Kg
Agregado grueso =	248.19 Kg

## ANEXO N° 03 – DETERMINACIÓN DE ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO ESTANDAR ELABORADAS CON AGREGADOS DE LA CANTERA DE RÍO.

### Determinación de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado

ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	1	Código	31 R
1	15.30	1	30.50	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	30.50				
3	15.30	3	30.50	Tiempo de ensayo		6.29	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		182.65	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.25	Promedio	30.40	Altura		304.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.53		0.0050		10.9497	
N° 3	4000	1.93		0.0063		21.8993	
N° 4	6000	2.11		0.0069		32.8490	
N° 5	8000	2.33		0.0077		43.7986	
N° 6	10000	2.41		0.0079		54.7483	
N° 7	12000	2.61		0.0086		65.6979	
N° 8	14000	2.72		0.0089		76.6476	
N° 9	16000	2.81		0.0092		87.5972	
N° 10	18000	2.89		0.0095		98.5469	
N° 11	20000	2.97		0.0098		109.4965	
N° 12	22000	3.08		0.0101		120.4462	
N° 13	24000	3.15		0.0104		131.3959	
N° 14	26000	3.31		0.0109		142.3455	
N° 15	28000	3.37		0.0111		153.2952	
N° 16	30000	3.46		0.0114		164.2448	
N° 17	32000	3.53		0.0116		175.1945	
N° 18	34000	3.59		0.0118		186.1441	
N° 19	36000	3.71		0.0122		197.0938	
N° 20	37398	3.93		0.0129		204.7476	
Carga máxima aplicada		37398	(Kg)	Deformación máxima		3.93	(mm)
Velocidad de ensayo		5945.63	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0129	-
Esfuerzo máximo		204.75	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	2	Código	31 R
1	15.50	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.50	2	30.10				
3	15.50	3	30.70	Tiempo de ensayo		6.38	(min)
4	15.10	4	30.70	Área		186.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.40	Promedio	30.40	Altura		304.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.21		0.0040		10.7374	
N° 3	4000	1.46		0.0048		21.4748	
N° 4	6000	1.71		0.0056		32.2122	
N° 5	8000	1.83		0.0060		42.9496	
N° 6	10000	2.02		0.0066		53.6869	
N° 7	12000	2.21		0.0073		64.4243	
N° 8	14000	2.43		0.0080		75.1617	
N° 9	16000	2.53		0.0083		85.8991	
N° 10	18000	2.59		0.0085		96.6365	
N° 11	20000	2.67		0.0088		107.3739	
N° 12	22000	2.75		0.0090		118.1113	
N° 13	24000	2.84		0.0093		128.8487	
N° 14	26000	2.96		0.0097		139.5861	
N° 15	28000	3.05		0.0100		150.3234	
N° 16	30000	3.16		0.0104		161.0608	
N° 17	32000	3.23		0.0106		171.7982	
N° 18	34000	3.35		0.0110		182.5356	
N° 19	36000	3.48		0.0114		193.2730	
N° 20	38000	3.55		0.0117		204.0104	
N° 21	38591	3.63		0.0119		207.1833	
Carga máxima aplicada		38591	(Kg)	Deformación máxima		3.63	(mm)
Velocidad de ensayo		6048.75	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0119	-
Esfuerzo máximo		207.18	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	3	Código	31 R
1	15.50	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.50	2	29.70				
3	15.10	3	29.70	Tiempo de ensayo		7.05	(min)
4	15.10	4	29.70	Área		183.85	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.30	Promedio	29.80	Altura		298.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.52		0.0051		10.8782	
N° 3	4000	1.94		0.0065		21.7564	
N° 4	6000	2.13		0.0071		32.6346	
N° 5	8000	2.30		0.0077		43.5128	
N° 6	10000	2.45		0.0082		54.3910	
N° 7	12000	2.57		0.0086		65.2692	
N° 8	14000	2.76		0.0093		76.1474	
N° 9	16000	2.86		0.0096		87.0256	
N° 10	18000	2.95		0.0099		97.9038	
N° 11	20000	3.09		0.0104		108.7821	
N° 12	22000	3.16		0.0106		119.6603	
N° 13	24000	3.27		0.0110		130.5385	
N° 14	26000	3.39		0.0114		141.4167	
N° 15	28000	3.51		0.0118		152.2949	
N° 16	30000	3.63		0.0122		163.1731	
N° 17	32000	3.72		0.0125		174.0513	
N° 18	33899	3.85		0.0129		184.3801	
Carga máxima aplicada		33899	(Kg)	Deformación máxima		3.85	(mm)
Velocidad de ensayo		4808.37	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0129	-
Esfuerzo máximo		184.38	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	4	Código	31 R
1	15.50	1	29.90	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.50	2	29.90				
3	15.10	3	30.30	Tiempo de ensayo		8.15	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		183.85	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.30	Promedio	30.05	Altura		300.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.83		0.0061		10.8782	
N° 3	4000	2.01		0.0067		21.7564	
N° 4	6000	2.09		0.0070		32.6346	
N° 5	8000	2.17		0.0072		43.5128	
N° 6	10000	2.43		0.0081		54.3910	
N° 7	12000	2.85		0.0095		65.2692	
N° 8	14000	3.09		0.0103		76.1474	
N° 9	16000	3.21		0.0107		87.0256	
N° 10	18000	3.43		0.0114		97.9038	
N° 11	20000	3.51		0.0117		108.7821	
N° 12	22000	3.59		0.0119		119.6603	
N° 13	24000	3.63		0.0121		130.5385	
N° 14	26000	3.74		0.0124		141.4167	
N° 15	28000	3.85		0.0128		152.2949	
N° 16	30000	4.01		0.0133		163.1731	
N° 17	32000	4.06		0.0135		174.0513	
N° 18	34000	4.09		0.0136		184.9295	
N° 19	36000	4.46		0.0148		195.8077	
N° 20	38000	4.73		0.0157		206.6859	
N° 21	39053	4.81		0.0160		212.4133	
Carga máxima aplicada		39053	(Kg)	Deformación máxima		4.81	(mm)
Velocidad de ensayo		4791.78	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0160	-
Esfuerzo máximo		212.41	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	5	Código	31 R
1	15.30	1	30.30	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	30.30				
3	15.30	3	29.90	Tiempo de ensayo		8.53	(min)
4	15.30	4	29.90	Área		183.85	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.30	Promedio	30.10	Altura		301.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.33		0.0044		10.8782	
N° 3	4000	1.40		0.0047		21.7564	
N° 4	6000	1.52		0.0050		32.6346	
N° 5	8000	1.64		0.0054		43.5128	
N° 6	10000	1.78		0.0059		54.3910	
N° 7	12000	1.89		0.0063		65.2692	
N° 8	14000	2.03		0.0067		76.1474	
N° 9	16000	2.14		0.0071		87.0256	
N° 10	18000	2.21		0.0073		97.9038	
N° 11	20000	2.29		0.0076		108.7821	
N° 12	22000	2.35		0.0078		119.6603	
N° 13	24000	2.43		0.0081		130.5385	
N° 14	26000	2.49		0.0083		141.4167	
N° 15	28000	2.58		0.0086		152.2949	
N° 16	30000	2.73		0.0091		163.1731	
N° 17	32000	2.81		0.0093		174.0513	
N° 18	34000	2.89		0.0096		184.9295	
N° 19	36000	2.99		0.0099		195.8077	
N° 20	36514	3.07		0.0102		198.6034	
Carga máxima aplicada		36514	(Kg)	Deformación máxima		3.07	(mm)
Velocidad de ensayo		4280.66	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0102	-
Esfuerzo máximo		198.60	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	6	Código	31 R
1	15.50	1	29.90	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	29.90				
3	15.50	3	30.50	Tiempo de ensayo		8.47	(min)
4	15.30	4	30.30	Área		186.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.40	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.41		0.0047		10.7374	
N° 3	4000	1.83		0.0061		21.4748	
N° 4	6000	2.12		0.0070		32.2122	
N° 5	8000	2.36		0.0078		42.9496	
N° 6	10000	2.51		0.0083		53.6869	
N° 7	12000	2.71		0.0090		64.4243	
N° 8	14000	2.83		0.0094		75.1617	
N° 9	16000	2.97		0.0099		85.8991	
N° 10	18000	3.05		0.0101		96.6365	
N° 11	20000	3.14		0.0104		107.3739	
N° 12	22000	3.27		0.0108		118.1113	
N° 13	24000	3.36		0.0111		128.8487	
N° 14	26000	3.49		0.0116		139.5861	
N° 15	28000	3.61		0.0120		150.3234	
N° 16	30000	3.69		0.0122		161.0608	
N° 17	32000	3.77		0.0125		171.7982	
N° 18	34000	3.85		0.0128		182.5356	
N° 19	36000	3.91		0.0130		193.2730	
N° 20	38000	4.08		0.0135		204.0104	
N° 21	39987	4.17		0.0138		214.6780	
Carga máxima aplicada		39987	(Kg)	Deformación máxima		4.17	(mm)
Velocidad de ensayo		4721.02	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0138	-
Esfuerzo máximo		214.68	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	7	Código	31 R
1	15.50	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	30.10				
3	15.50	3	30.10	Tiempo de ensayo		8.04	(min)
4	15.30	4	30.50	Área		186.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.40	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.20		0.0040		10.7374	
N° 3	4000	1.48		0.0049		21.4748	
N° 4	6000	1.67		0.0055		32.2122	
N° 5	8000	1.84		0.0061		42.9496	
N° 6	10000	2.02		0.0067		53.6869	
N° 7	12000	2.28		0.0075		64.4243	
N° 8	14000	2.43		0.0080		75.1617	
N° 9	16000	2.57		0.0085		85.8991	
N° 10	18000	2.66		0.0088		96.6365	
N° 11	20000	2.81		0.0093		107.3739	
N° 12	22000	2.93		0.0097		118.1113	
N° 13	24000	3.05		0.0101		128.8487	
N° 14	26000	3.11		0.0103		139.5861	
N° 15	28000	3.19		0.0106		150.3234	
N° 16	30000	3.32		0.0110		161.0608	
N° 17	32000	3.43		0.0114		171.7982	
N° 18	34000	3.51		0.0116		182.5356	
N° 19	36000	3.72		0.0123		193.2730	
N° 20	38000	3.86		0.0128		204.0104	
N° 21	39515	4.02		0.0133		212.1440	
Carga máxima aplicada		39515	(Kg)	Deformación máxima		4.02	(mm)
Velocidad de ensayo		4914.80	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0133	-
Esfuerzo máximo		212.14	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	8	Código	31 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.30	Tiempo de ensayo		6.32	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.35	Altura		303.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.08		0.0036		11.1683	
N° 3	4000	1.15		0.0038		22.3366	
N° 4	6000	1.23		0.0041		33.5048	
N° 5	8000	1.29		0.0043		44.6731	
N° 6	10000	1.36		0.0045		55.8414	
N° 7	12000	1.52		0.0050		67.0097	
N° 8	14000	1.64		0.0054		78.1779	
N° 9	16000	1.73		0.0057		89.3462	
N° 10	18000	1.81		0.0060		100.5145	
N° 11	20000	1.88		0.0062		111.6828	
N° 12	22000	1.95		0.0064		122.8511	
N° 13	24000	2.07		0.0068		134.0193	
N° 14	26000	2.16		0.0071		145.1876	
N° 15	28000	2.25		0.0074		156.3559	
N° 16	30000	2.34		0.0077		167.5242	
N° 17	32000	2.47		0.0081		178.6924	
N° 18	34000	2.61		0.0086		189.8607	
N° 19	36000	2.73		0.0090		201.0290	
N° 20	37092	2.86		0.0094		207.1269	
Carga máxima aplicada		37092	(Kg)	Deformación máxima		2.86	(mm)
Velocidad de ensayo		5868.99	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0094	-
Esfuerzo máximo		207.13	(kg/cm <sup>2</sup> )				



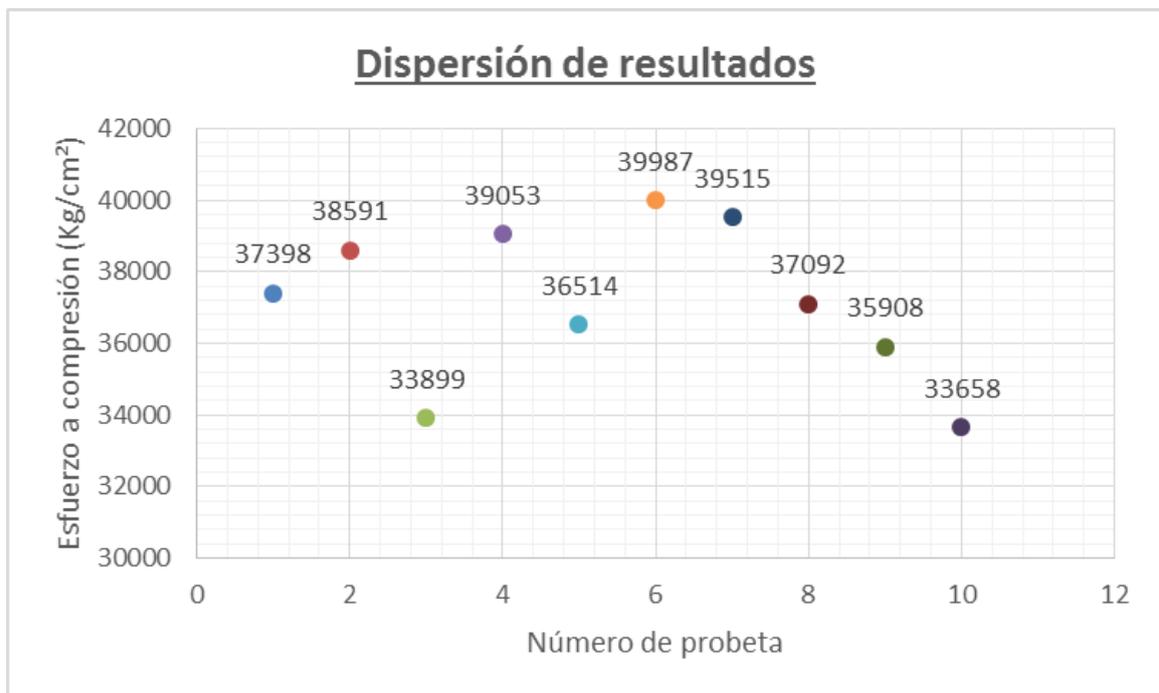
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	9	Código	31 R
1	15.30	1	30.50	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	30.50				
3	15.10	3	30.50	Tiempo de ensayo		6.12	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.50	Altura		305.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.11		0.0036		11.0218	
N° 3	4000	1.19		0.0039		22.0436	
N° 4	6000	1.26		0.0041		33.0654	
N° 5	8000	1.32		0.0043		44.0872	
N° 6	10000	1.37		0.0045		55.1091	
N° 7	12000	1.46		0.0048		66.1309	
N° 8	14000	1.51		0.0050		77.1527	
N° 9	16000	1.59		0.0052		88.1745	
N° 10	18000	1.68		0.0055		99.1963	
N° 11	20000	1.83		0.0060		110.2181	
N° 12	22000	1.95		0.0064		121.2399	
N° 13	24000	2.07		0.0068		132.2617	
N° 14	26000	2.18		0.0071		143.2835	
N° 15	28000	2.26		0.0074		154.3053	
N° 16	30000	2.37		0.0078		165.3272	
N° 17	32000	2.45		0.0080		176.3490	
N° 18	34000	2.59		0.0085		187.3708	
N° 19	35908	2.70		0.0089		197.8856	
Carga máxima aplicada		35908	(Kg)	Deformación máxima		2.70	(mm)
Velocidad de ensayo		5867.32	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0089	-
Esfuerzo máximo		197.89	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	10	Código	31 R
1	15.30	1	30.50	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	30.50				
3	15.50	3	30.30	Tiempo de ensayo		6.21	(min)
4	15.50	4	30.50	Área		186.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.40	Promedio	30.45	Altura		304.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.05		0.0034		10.7374	
N° 3	4000	1.12		0.0037		21.4748	
N° 4	6000	1.19		0.0039		32.2122	
N° 5	8000	1.27		0.0042		42.9496	
N° 6	10000	1.33		0.0044		53.6869	
N° 7	12000	1.42		0.0047		64.4243	
N° 8	14000	1.49		0.0049		75.1617	
N° 9	16000	1.58		0.0052		85.8991	
N° 10	18000	1.71		0.0056		96.6365	
N° 11	20000	1.82		0.0060		107.3739	
N° 12	22000	1.93		0.0063		118.1113	
N° 13	24000	1.99		0.0065		128.8487	
N° 14	26000	2.12		0.0070		139.5861	
N° 15	28000	2.25		0.0074		150.3234	
N° 16	30000	2.37		0.0078		161.0608	
N° 17	32000	2.53		0.0083		171.7982	
N° 18	33658	2.68		0.0088		180.6995	
Carga máxima aplicada		33658	(Kg)	Deformación máxima		2.68	(mm)
Velocidad de ensayo		5419.97	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0088	-
Esfuerzo máximo		180.70	(kg/cm <sup>2</sup> )				



<b>DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS</b>	1	37398	-1639.5	Si	1333.95	Si	<b>37398</b>	
	2	38591	-446.51	Si	2526.95	Si	<b>38591</b>	
	3	33899	-5138.5	Si	-2165	No	-	
	4	39053	15.4908	No	2988.95	Si	-	
	5	36514	-2523.5	Si	449.954	Si	<b>36514</b>	
	6	39987	949.491	No	3922.95	Si	-	
	7	39515	477.491	No	3450.95	Si	-	
	8	37092	-1945.5	Si	1027.95	Si	<b>37092</b>	
	9	35908	-3129.5	Si	-156.05	No	-	
	10	33658	-5379.5	Si	-2406	No	-	
	<b>Promedio</b>	<b>37550.8</b>						<b>Valores aceptados del ensayo</b>
	<b>Desviación estándar</b>	<b>1486.73</b>	<b>39037.5</b>	<b>Cumple</b>	<b>36064</b>	<b>Cumple</b>		
	<b>Ensayo a los 28 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>			



Cuadro de resultados de todas las probetas ensayadas a esta edad							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	Promedio	Código	Promedio
1	15.38	1	30.22	Fecha de elaboración	-	Fecha de ensayo	-
2	15.34	2	30.18				
3	15.30	3	30.28	Tiempo de ensayo		-	(min)
4	15.20	4	30.28	Área		183.97	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.31	Promedio	30.24	Altura		302.40	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.29		0.0043		10.8711	
N° 3	4000	1.49		0.0049		21.7422	
N° 4	6000	1.64		0.0054		32.6133	
N° 5	8000	1.77		0.0059		43.4844	
N° 6	10000	1.89		0.0063		54.3555	
N° 7	12000	2.06		0.0068		65.2266	
N° 8	14000	2.21		0.0073		76.0977	
N° 9	16000	2.30		0.0076		86.9688	
N° 10	18000	2.38		0.0079		97.8399	
N° 11	20000	2.45		0.0081		108.7110	
N° 12	22000	2.53		0.0084		119.5821	
N° 13	24000	2.62		0.0087		130.4532	
N° 14	26000	2.73		0.0090		141.3243	
N° 15	28000	2.81		0.0093		152.1954	
N° 16	30000	2.92		0.0097		163.0665	
N° 17	32000	3.01		0.0100		173.9376	
N° 18	34000	3.11		0.0103		184.8087	
N° 19	36000	3.23		0.0107		195.6798	
N° 20	37251	3.35		0.0111		202.4797	
N° 21	38591	3.63		0.0120		209.7633	
Carga máxima aplicada		38591	(Kg)	Deformación máxima		3.63	(mm)
Velocidad de ensayo		-	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0120	-
Esfuerzo máximo		209.76	(kg/cm <sup>2</sup> )				



**Determinación de la resistencia a la compresión a los 35 días de curado**

<b>ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)</b>							
Díámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	1	Código	18 R
1	14.90	1	30.50	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	22/06/2016
2	15.30	2	30.50				
3	15.30	3	30.50				
4	15.30	4	30.10	Tiempo de ensayo		7.51	(min)
Promedio		Promedio	30.40	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio		Promedio	30.40	Altura		304.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.61		0.0053		11.0218	
N° 3	4000	1.91		0.0063		22.0436	
N° 4	6000	2.03		0.0067		33.0654	
N° 5	8000	2.07		0.0068		44.0872	
N° 6	10000	2.09		0.0069		55.1091	
N° 7	12000	2.31		0.0076		66.1309	
N° 8	14000	2.41		0.0079		77.1527	
N° 9	16000	2.51		0.0083		88.1745	
N° 10	18000	2.57		0.0085		99.1963	
N° 11	20000	2.59		0.0085		110.2181	
N° 12	22000	2.63		0.0087		121.2399	
N° 13	24000	2.74		0.0090		132.2617	
N° 14	26000	3.01		0.0099		143.2835	
N° 15	28000	3.12		0.0103		154.3053	
N° 16	30000	3.21		0.0106		165.3272	
N° 17	32000	3.29		0.0108		176.3490	
N° 18	34000	3.43		0.0113		187.3708	
N° 19	36000	3.52		0.0116		198.3926	
N° 20	38000	3.68		0.0121		209.4144	
N° 21	40000	3.85		0.0127		220.4362	
N° 22	41553	3.94		0.0130		228.9946	
Carga máxima aplicada		41553	(Kg)	Deformación máxima		3.94	(mm)
Velocidad de ensayo		5533.02	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0130	-
Esfuerzo máximo		228.99	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	2	Código	18 R
1	15.30	1	30.30	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	22/06/2016
2	15.50	2	30.30				
3	15.30	3	30.50	Tiempo de ensayo		8.13	(min)
4	15.50	4	30.50	Área		186.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.40	Promedio	30.40	Altura		304.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.61		0.0053		10.7374	
N° 3	4000	1.93		0.0063		21.4748	
N° 4	6000	2.03		0.0067		32.2122	
N° 5	8000	2.21		0.0073		42.9496	
N° 6	10000	2.33		0.0077		53.6869	
N° 7	12000	2.51		0.0083		64.4243	
N° 8	14000	2.59		0.0085		75.1617	
N° 9	16000	2.63		0.0087		85.8991	
N° 10	18000	2.80		0.0092		96.6365	
N° 11	20000	3.05		0.0100		107.3739	
N° 12	22000	3.11		0.0102		118.1113	
N° 13	24000	3.21		0.0106		128.8487	
N° 14	26000	3.47		0.0114		139.5861	
N° 15	28000	3.55		0.0117		150.3234	
N° 16	30000	3.62		0.0119		161.0608	
N° 17	32000	3.71		0.0122		171.7982	
N° 18	34000	3.79		0.0125		182.5356	
N° 19	36000	3.86		0.0127		193.2730	
N° 20	38000	3.94		0.0130		204.0104	
N° 21	40000	4.06		0.0134		214.7478	
N° 22	41097	4.15		0.0137		220.6372	
Carga máxima aplicada		41097	(Kg)	Deformación máxima		4.15	(mm)
Velocidad de ensayo		5054.98	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0137	-
Esfuerzo máximo		220.64	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	3	Código	18 R
1	15.30	1	30.30	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	22/06/2016
2	15.30	2	30.10				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		7.45	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.93		0.0064		11.0218	
N° 3	4000	2.23		0.0074		22.0436	
N° 4	6000	2.45		0.0081		33.0654	
N° 5	8000	2.62		0.0087		44.0872	
N° 6	10000	2.84		0.0094		55.1091	
N° 7	12000	3.01		0.0100		66.1309	
N° 8	14000	3.22		0.0107		77.1527	
N° 9	16000	3.40		0.0113		88.1745	
N° 10	18000	3.52		0.0117		99.1963	
N° 11	20000	3.71		0.0123		110.2181	
N° 12	22000	3.86		0.0128		121.2399	
N° 13	24000	4.10		0.0136		132.2617	
N° 14	26000	4.19		0.0139		143.2835	
N° 15	28000	4.28		0.0142		154.3053	
N° 16	30000	4.33		0.0143		165.3272	
N° 17	32000	4.41		0.0146		176.3490	
N° 18	34000	4.52		0.0150		187.3708	
N° 19	36000	4.59		0.0152		198.3926	
N° 20	38000	4.65		0.0154		209.4144	
N° 21	39761	4.72		0.0156		219.1191	
Carga máxima aplicada		39761	(Kg)	Deformación máxima		4.72	(mm)
Velocidad de ensayo		5337.05	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0156	-
Esfuerzo máximo		219.12	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	4	Código	18 R
1	15.50	1	30.30	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	22/06/2016
2	15.30	2	29.90				
3	15.50	3	29.90	Tiempo de ensayo		8.31	(min)
4	15.30	4	30.10	Área		186.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.40	Promedio	30.05	Altura		300.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.83		0.0061		10.7374	
N° 3	4000	2.03		0.0068		21.4748	
N° 4	6000	2.21		0.0074		32.2122	
N° 5	8000	2.36		0.0079		42.9496	
N° 6	10000	2.46		0.0082		53.6869	
N° 7	12000	2.57		0.0086		64.4243	
N° 8	14000	2.68		0.0089		75.1617	
N° 9	16000	2.93		0.0098		85.8991	
N° 10	18000	3.03		0.0101		96.6365	
N° 11	20000	3.11		0.0103		107.3739	
N° 12	22000	3.21		0.0107		118.1113	
N° 13	24000	3.42		0.0114		128.8487	
N° 14	26000	3.63		0.0121		139.5861	
N° 15	28000	3.74		0.0124		150.3234	
N° 16	30000	3.99		0.0133		161.0608	
N° 17	32000	4.08		0.0136		171.7982	
N° 18	34000	4.15		0.0138		182.5356	
N° 19	36000	4.26		0.0142		193.2730	
N° 20	38000	4.33		0.0144		204.0104	
N° 21	39389	4.46		0.0148		211.4675	
Carga máxima aplicada		39389	(Kg)	Deformación máxima		4.46	(mm)
Velocidad de ensayo		4739.95	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0148	-
Esfuerzo máximo		211.47	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	5	Código	18 R
1	15.10	1	29.90	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	22/06/2016
2	15.10	2	29.90				
3	15.50	3	29.90	Tiempo de ensayo		7.52	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.05	Altura		300.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.65		0.0055		11.0218	
N° 3	4000	1.93		0.0064		22.0436	
N° 4	6000	2.09		0.0070		33.0654	
N° 5	8000	2.21		0.0074		44.0872	
N° 6	10000	2.43		0.0081		55.1091	
N° 7	12000	2.59		0.0086		66.1309	
N° 8	14000	2.67		0.0089		77.1527	
N° 9	16000	2.93		0.0098		88.1745	
N° 10	18000	3.01		0.0100		99.1963	
N° 11	20000	3.32		0.0110		110.2181	
N° 12	22000	3.54		0.0118		121.2399	
N° 13	24000	3.63		0.0121		132.2617	
N° 14	26000	3.84		0.0128		143.2835	
N° 15	28000	4.01		0.0133		154.3053	
N° 16	30000	4.09		0.0136		165.3272	
N° 17	32000	4.17		0.0139		176.3490	
N° 18	34000	4.24		0.0141		187.3708	
N° 19	36000	4.33		0.0144		198.3926	
N° 20	37668	4.41		0.0147		207.5848	
Carga máxima aplicada		37668	(Kg)	Deformación máxima		4.41	(mm)
Velocidad de ensayo		5009.04	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0147	-
Esfuerzo máximo		207.58	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	6	Código	31 R
1	14.90	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	14.90	2	30.10				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		5.22	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		176.71	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.00	Promedio	30.10	Altura		301.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.95		0.0065		11.3177	
N° 3	4000	2.10		0.0070		22.6354	
N° 4	6000	2.25		0.0075		33.9531	
N° 5	8000	2.32		0.0077		45.2707	
N° 6	10000	2.40		0.0080		56.5884	
N° 7	12000	2.48		0.0082		67.9061	
N° 8	14000	2.55		0.0085		79.2238	
N° 9	16000	2.63		0.0087		90.5415	
N° 10	18000	2.71		0.0090		101.8592	
N° 11	20000	2.90		0.0096		113.1768	
N° 12	22000	3.40		0.0113		124.4945	
N° 13	24000	3.53		0.0117		135.8122	
N° 14	26000	3.66		0.0122		147.1299	
N° 15	26746	3.86		0.0128		151.3514	
Carga máxima aplicada		26746	(Kg)	Deformación máxima		3.86	(mm)
Velocidad de ensayo		5123.75	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0128	-
Esfuerzo máximo		151.35	(kg/cm <sup>2</sup> )				



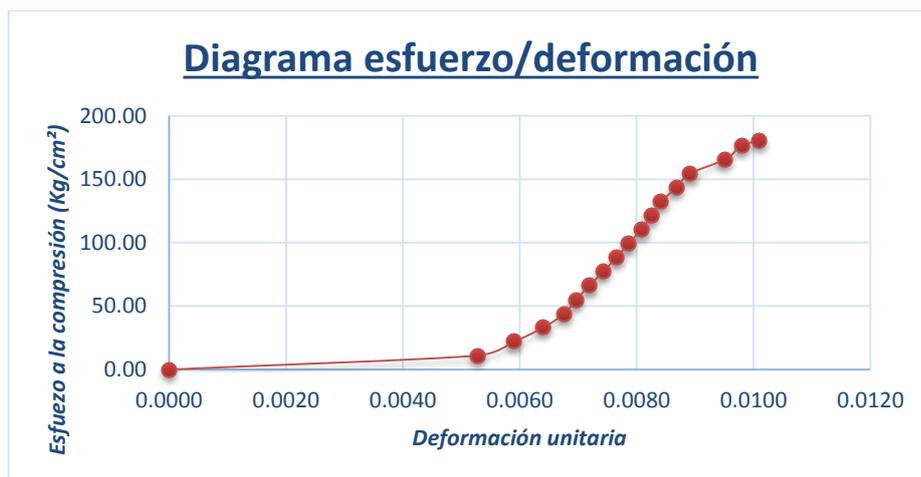
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	7	Código	31 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.50	Tiempo de ensayo		6.25	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.35	Altura		303.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.70		0.0056		11.1683	
N° 3	4000	1.91		0.0063		22.3366	
N° 4	6000	2.03		0.0067		33.5048	
N° 5	8000	2.11		0.0070		44.6731	
N° 6	10000	2.20		0.0072		55.8414	
N° 7	12000	2.29		0.0075		67.0097	
N° 8	14000	2.38		0.0078		78.1779	
N° 9	16000	2.49		0.0082		89.3462	
N° 10	18000	2.57		0.0085		100.5145	
N° 11	20000	2.65		0.0087		111.6828	
N° 12	22000	2.71		0.0089		122.8511	
N° 13	24000	2.80		0.0092		134.0193	
N° 14	26000	2.90		0.0096		145.1876	
N° 15	28000	3.01		0.0099		156.3559	
N° 16	30000	3.16		0.0104		167.5242	
N° 17	31042	3.33		0.0110		173.3428	
Carga máxima aplicada		31042	(Kg)	Deformación máxima		3.33	(mm)
Velocidad de ensayo		4966.72	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0110	-
Esfuerzo máximo		173.34	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	8	Código	31 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		5.53	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	2.22		0.0074		11.1683	
N° 3	4000	2.60		0.0086		22.3366	
N° 4	6000	2.88		0.0096		33.5048	
N° 5	8000	3.04		0.0101		44.6731	
N° 6	10000	3.20		0.0106		55.8414	
N° 7	12000	3.35		0.0111		67.0097	
N° 8	14000	3.46		0.0115		78.1779	
N° 9	16000	3.57		0.0118		89.3462	
N° 10	18000	3.70		0.0123		100.5145	
N° 11	20000	3.80		0.0126		111.6828	
N° 12	22000	3.92		0.0130		122.8511	
N° 13	24000	4.03		0.0134		134.0193	
N° 14	25369	4.18		0.0139		141.6640	
Carga máxima aplicada	25369	(Kg)	Deformación máxima		4.18	(mm)	
Velocidad de ensayo	4587.52	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0139	-	
Esfuerzo máximo	141.66	(kg/cm <sup>2</sup> )					



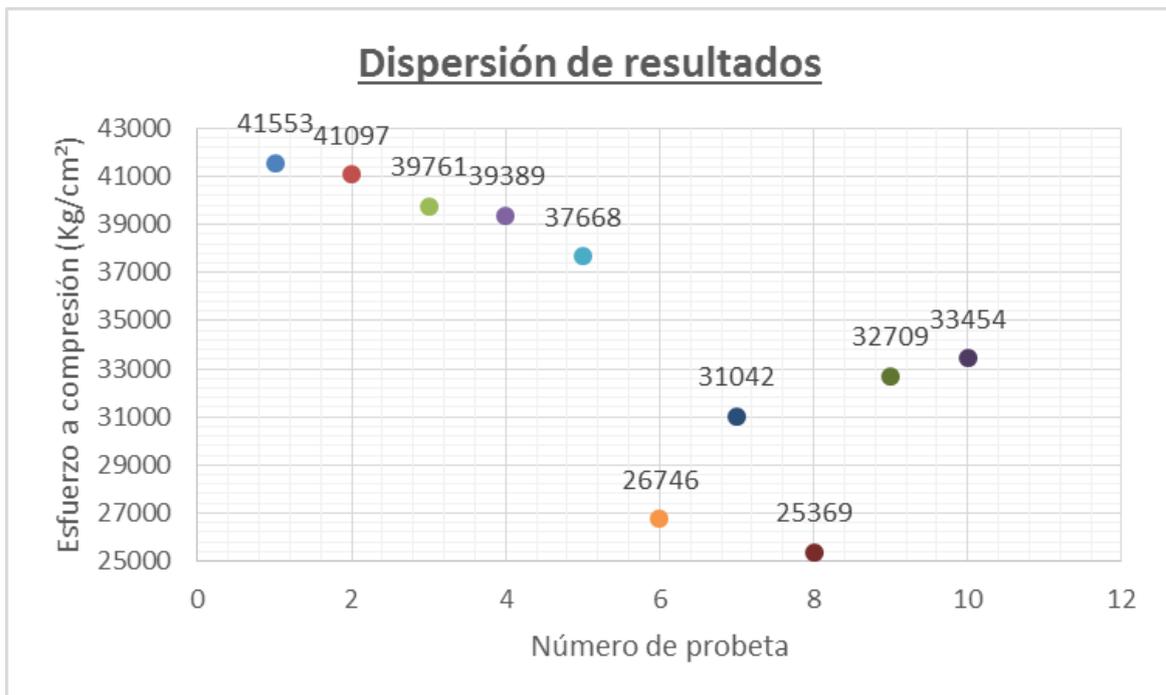
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	9	Código	31 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.50				
3	15.30	3	30.50	Tiempo de ensayo		6.19	(min)
4	15.30	4	30.10	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.30	Altura		303.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.60		0.0053		11.0218	
N° 3	4000	1.79		0.0059		22.0436	
N° 4	6000	1.94		0.0064		33.0654	
N° 5	8000	2.05		0.0068		44.0872	
N° 6	10000	2.11		0.0070		55.1091	
N° 7	12000	2.18		0.0072		66.1309	
N° 8	14000	2.25		0.0074		77.1527	
N° 9	16000	2.32		0.0077		88.1745	
N° 10	18000	2.38		0.0079		99.1963	
N° 11	20000	2.45		0.0081		110.2181	
N° 12	22000	2.50		0.0083		121.2399	
N° 13	24000	2.55		0.0084		132.2617	
N° 14	26000	2.63		0.0087		143.2835	
N° 15	28000	2.70		0.0089		154.3053	
N° 16	30000	2.88		0.0095		165.3272	
N° 17	32000	2.97		0.0098		176.3490	
N° 18	32709	3.06		0.0101		180.2562	
Carga máxima aplicada		32709	(Kg)	Deformación máxima		3.06	(mm)
Velocidad de ensayo		5284.17	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0101	-
Esfuerzo máximo		180.26	(kg/cm <sup>2</sup> )				



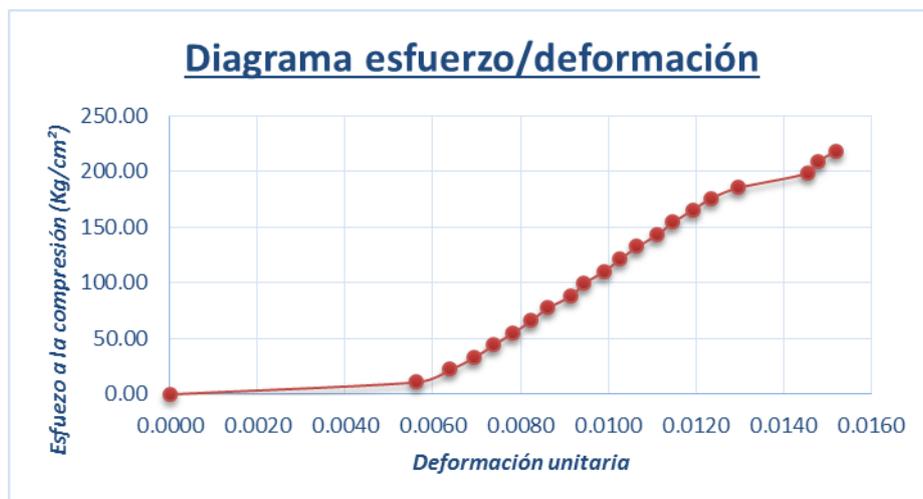
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	10	Código	31 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	31/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		6.32	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.50		0.0050		11.1683	
N° 3	4000	1.68		0.0056		22.3366	
N° 4	6000	1.87		0.0062		33.5048	
N° 5	8000	2.02		0.0067		44.6731	
N° 6	10000	2.15		0.0071		55.8414	
N° 7	12000	2.30		0.0076		67.0097	
N° 8	14000	2.40		0.0080		78.1779	
N° 9	16000	2.51		0.0083		89.3462	
N° 10	18000	2.60		0.0086		100.5145	
N° 11	20000	2.70		0.0090		111.6828	
N° 12	22000	2.79		0.0093		122.8511	
N° 13	24000	2.81		0.0093		134.0193	
N° 14	26000	2.97		0.0099		145.1876	
N° 15	28000	3.06		0.0101		156.3559	
N° 16	30000	3.16		0.0105		167.5242	
N° 17	32000	3.40		0.0113		178.6924	
N° 18	33454	3.62		0.0120		186.8118	
Carga máxima aplicada		33454	(Kg)	Deformación máxima		3.62	(mm)
Velocidad de ensayo		5293.35	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0120	-
Esfuerzo máximo		186.81	(kg/cm <sup>2</sup> )				



DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS	1	41553	2150.05	No	9614.95	Si	-
	2	41097	1694.05	No	9158.95	Si	-
	3	39761	358.053	No	7822.95	Si	-
	4	39389	-13.947	Si	7450.95	Si	<b>39389</b>
	5	37668	-1734.9	Si	5729.95	Si	<b>37668</b>
	6	26746	-12657	Si	-5192.1	No	-
	7	31042	-8360.9	Si	-896.05	No	-
	8	25369	-14034	Si	-6569.1	No	-
	9	32709	-6693.9	Si	770.947	Si	<b>32709</b>
	10	33454	-5948.9	Si	1515.95	Si	<b>33454</b>
	Promedio	<b>35670.5</b>	<b>39402.9</b>	<b>Cumple</b>	<b>31938.1</b>	<b>Cumple</b>	<b>Valores aceptados del ensayo</b>
	Desviación estándar	<b>3732.45</b>					
	Ensayo a los 35 días de curado		Límite superior	Límite inferior			



Cuadro de resultados de todas las probetas ensayadas a esta edad							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	Promedio	Código	Promedio
1	15.14	1	30.20	Fecha de elaboración	-	Fecha de ensayo	-
2	15.18	2	30.20				
3	15.24	3	30.22	Tiempo de ensayo		-	(min)
4	15.20	4	30.24	Área		181.22	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.19	Promedio	30.22	Altura		302.15	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.65		0.0054		11.0363	
N° 3	4000	1.86		0.0061		22.0727	
N° 4	6000	2.03		0.0067		33.1090	
N° 5	8000	2.16		0.0071		44.1453	
N° 6	10000	2.29		0.0076		55.1816	
N° 7	12000	2.41		0.0080		66.2180	
N° 8	14000	2.50		0.0083		77.2543	
N° 9	16000	2.67		0.0088		88.2906	
N° 10	18000	2.76		0.0091		99.3269	
N° 11	20000	2.90		0.0096		110.3633	
N° 12	22000	3.01		0.0100		121.3996	
N° 13	24000	3.10		0.0103		132.4359	
N° 14	26000	3.27		0.0108		143.4723	
N° 15	28000	3.38		0.0112		154.5086	
N° 16	30000	3.53		0.0117		165.5449	
N° 17	32000	3.66		0.0121		176.5812	
N° 18	33541	3.77		0.0125		185.0833	
N° 19	36000	4.30		0.0142		198.6539	
N° 20	37834	4.37		0.0145		208.7742	
N° 21	39389	4.46		0.0148		217.3549	
Carga máxima aplicada		39389	(Kg)	Deformación máxima		4.46	(mm)
Velocidad de ensayo		-	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0148	-
Esfuerzo máximo		217.35	(kg/cm <sup>2</sup> )				



**Determinación de la resistencia a la compresión a los 42 días de curado**

ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	1	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.30				
4	15.10	4	30.50	Tiempo de ensayo		6.41	(min)
Promedio		Promedio	30.35	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio		Promedio	30.35	Altura		303.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.87		0.0062		11.1683	
N° 3	4000	2.08		0.0069		22.3366	
N° 4	6000	2.16		0.0071		33.5048	
N° 5	8000	2.60		0.0086		44.6731	
N° 6	10000	2.67		0.0088		55.8414	
N° 7	12000	2.84		0.0094		67.0097	
N° 8	14000	2.96		0.0098		78.1779	
N° 9	16000	3.02		0.0100		89.3462	
N° 10	18000	3.15		0.0104		100.5145	
N° 11	20000	3.26		0.0107		111.6828	
N° 12	22000	3.33		0.0110		122.8511	
N° 13	24000	3.40		0.0112		134.0193	
N° 14	26000	3.48		0.0115		145.1876	
N° 15	28000	3.55		0.0117		156.3559	
N° 16	30000	3.67		0.0121		167.5242	
N° 17	32000	3.74		0.0123		178.6924	
N° 18	34000	3.86		0.0127		189.8607	
N° 19	36000	3.99		0.0131		201.0290	
N° 20	38000	4.07		0.0134		212.1973	
N° 21	40000	4.16		0.0137		223.3656	
N° 22	40015	4.19		0.0138		223.4493	
Carga máxima aplicada		40015	(Kg)	Deformación máxima		4.19	(mm)
Velocidad de ensayo		6242.59	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0138	-
Esfuerzo máximo		223.45	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	2	Código	17 R
1	15.30	1	30.50	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.30	2	30.30				
3	15.10	3	30.50	Tiempo de ensayo		6.30	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.40	Altura		304.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.73		0.0057		11.0218	
N° 3	4000	1.84		0.0061		22.0436	
N° 4	6000	2.08		0.0068		33.0654	
N° 5	8000	2.22		0.0073		44.0872	
N° 6	10000	2.37		0.0078		55.1091	
N° 7	12000	2.55		0.0084		66.1309	
N° 8	14000	2.65		0.0087		77.1527	
N° 9	16000	2.70		0.0089		88.1745	
N° 10	18000	2.86		0.0094		99.1963	
N° 11	20000	2.96		0.0097		110.2181	
N° 12	22000	3.05		0.0100		121.2399	
N° 13	24000	3.12		0.0103		132.2617	
N° 14	26000	3.27		0.0108		143.2835	
N° 15	28000	3.48		0.0114		154.3053	
N° 16	30000	3.55		0.0117		165.3272	
N° 17	32000	3.64		0.0120		176.3490	
N° 18	34000	3.72		0.0122		187.3708	
N° 19	36000	3.80		0.0125		198.3926	
N° 20	38000	3.92		0.0129		209.4144	
N° 21	39608	4.05		0.0133		218.2759	
Carga máxima aplicada		39608	(Kg)	Deformación máxima		4.05	(mm)
Velocidad de ensayo		6286.98	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0133	-
Esfuerzo máximo		218.28	(kg/cm <sup>2</sup> )				



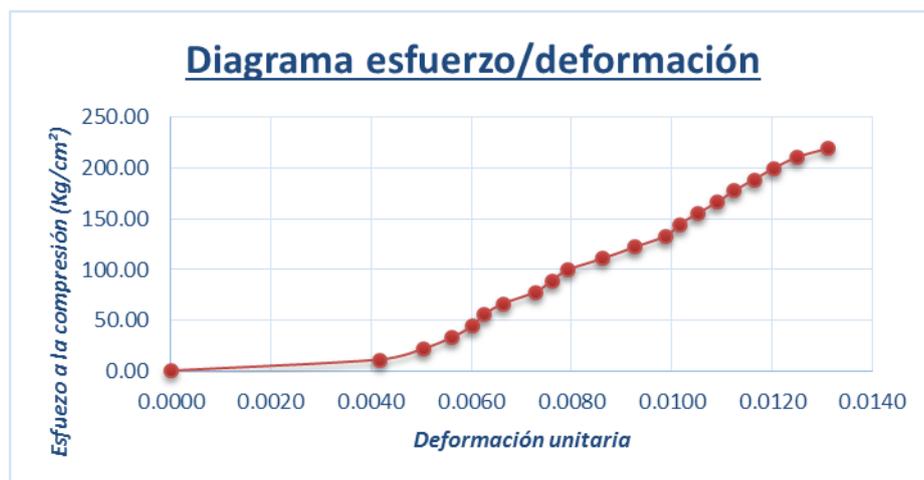
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	3	Código	17 R
1	15.10	1	30.50	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.10	2	30.50				
3	15.10	3	30.50	Tiempo de ensayo		6.37	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.40	Altura		304.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	2.05		0.0067		11.1683	
N° 3	4000	2.35		0.0077		22.3366	
N° 4	6000	2.51		0.0083		33.5048	
N° 5	8000	2.62		0.0086		44.6731	
N° 6	10000	2.79		0.0092		55.8414	
N° 7	12000	2.91		0.0096		67.0097	
N° 8	14000	3.06		0.0101		78.1779	
N° 9	16000	3.20		0.0105		89.3462	
N° 10	18000	3.32		0.0109		100.5145	
N° 11	20000	3.44		0.0113		111.6828	
N° 12	22000	3.52		0.0116		122.8511	
N° 13	24000	3.67		0.0121		134.0193	
N° 14	26000	3.90		0.0128		145.1876	
N° 15	28000	4.09		0.0135		156.3559	
N° 16	30000	4.16		0.0137		167.5242	
N° 17	32000	4.23		0.0139		178.6924	
N° 18	34000	4.30		0.0141		189.8607	
N° 19	36000	4.38		0.0144		201.0290	
N° 20	38000	4.49		0.0148		212.1973	
N° 21	39958	4.57		0.0150		223.1310	
Carga máxima aplicada		39958	(Kg)	Deformación máxima		4.57	(mm)
Velocidad de ensayo		6272.84	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0150	-
Esfuerzo máximo		223.13	(kg/cm <sup>2</sup> )				



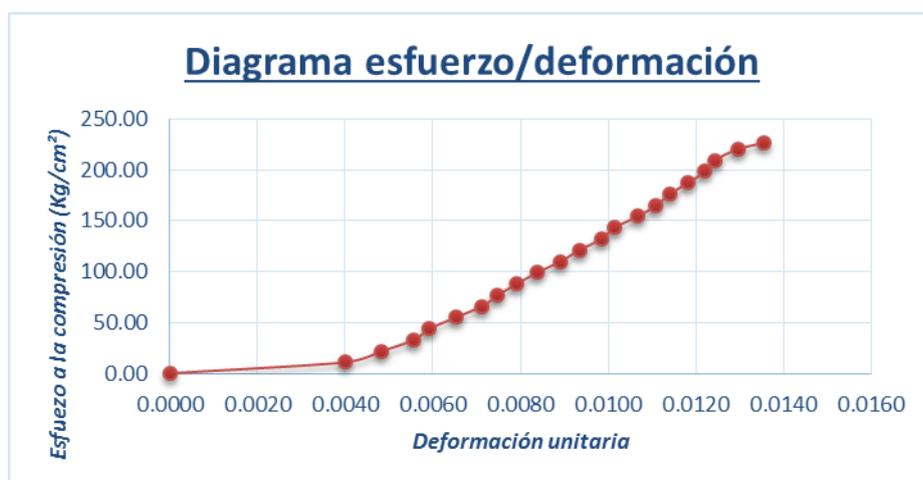
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	4	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.30	3	30.10	Tiempo de ensayo		6.52	(min)
4	15.30	4	30.30	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.82		0.0060		11.0218	
N° 3	4000	2.20		0.0073		22.0436	
N° 4	6000	2.45		0.0081		33.0654	
N° 5	8000	2.66		0.0088		44.0872	
N° 6	10000	2.78		0.0092		55.1091	
N° 7	12000	2.90		0.0096		66.1309	
N° 8	14000	3.00		0.0100		77.1527	
N° 9	16000	3.10		0.0103		88.1745	
N° 10	18000	3.21		0.0106		99.1963	
N° 11	20000	3.44		0.0114		110.2181	
N° 12	22000	3.52		0.0117		121.2399	
N° 13	24000	3.59		0.0119		132.2617	
N° 14	26000	3.68		0.0122		143.2835	
N° 15	28000	3.75		0.0124		154.3053	
N° 16	30000	3.82		0.0127		165.3272	
N° 17	32000	3.90		0.0129		176.3490	
N° 18	34000	4.03		0.0134		187.3708	
N° 19	36000	4.12		0.0137		198.3926	
N° 20	38000	4.19		0.0139		209.4144	
N° 21	40000	4.27		0.0142		220.4362	
N° 22	41058	4.42		0.0147		226.2667	
Carga máxima aplicada		41058	(Kg)	Deformación máxima		4.42	(mm)
Velocidad de ensayo		6297.24	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0147	-
Esfuerzo máximo		226.27	(kg/cm <sup>2</sup> )				



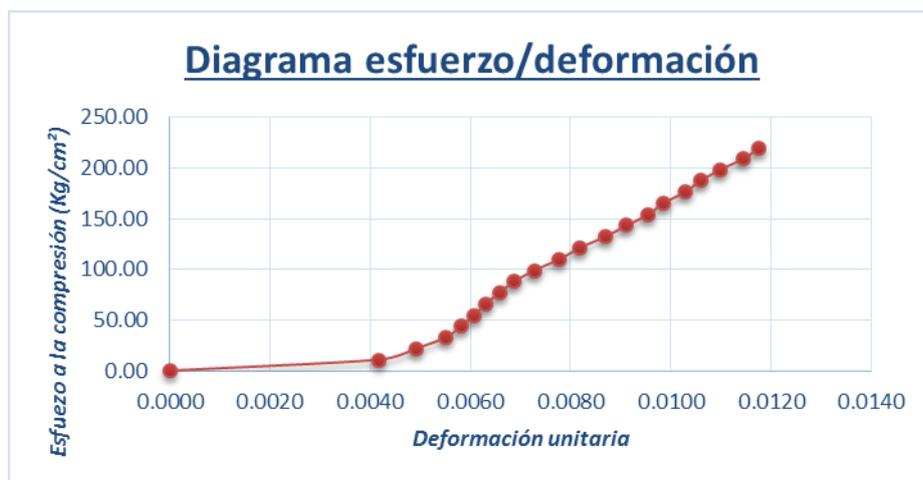
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	5	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	28/06/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.30	3	30.30	Tiempo de ensayo		6.29	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.25	Altura		302.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.26		0.0042		11.0947	
N° 3	4000	1.53		0.0051		22.1894	
N° 4	6000	1.70		0.0056		33.2840	
N° 5	8000	1.82		0.0060		44.3787	
N° 6	10000	1.89		0.0062		55.4734	
N° 7	12000	2.01		0.0066		66.5681	
N° 8	14000	2.20		0.0073		77.6628	
N° 9	16000	2.30		0.0076		88.7575	
N° 10	18000	2.40		0.0079		99.8521	
N° 11	20000	2.61		0.0086		110.9468	
N° 12	22000	2.80		0.0093		122.0415	
N° 13	24000	2.99		0.0099		133.1362	
N° 14	26000	3.07		0.0101		144.2309	
N° 15	28000	3.18		0.0105		155.3255	
N° 16	30000	3.30		0.0109		166.4202	
N° 17	32000	3.40		0.0112		177.5149	
N° 18	34000	3.52		0.0116		188.6096	
N° 19	36000	3.64		0.0120		199.7043	
N° 20	38000	3.78		0.0125		210.7990	
N° 21	39592	3.97		0.0131		219.6303	
Carga máxima aplicada		39592	(Kg)	Deformación máxima		3.97	(mm)
Velocidad de ensayo		6294.44	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0131	-
Esfuerzo máximo		219.63	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	6	Código	18 R
1	15.10	1	29.90	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	29/06/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.30	Tiempo de ensayo		6.36	(min)
4	15.50	4	30.30	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.21		0.0040		11.0218	
N° 3	4000	1.46		0.0048		22.0436	
N° 4	6000	1.68		0.0056		33.0654	
N° 5	8000	1.79		0.0059		44.0872	
N° 6	10000	1.97		0.0065		55.1091	
N° 7	12000	2.15		0.0071		66.1309	
N° 8	14000	2.26		0.0075		77.1527	
N° 9	16000	2.39		0.0079		88.1745	
N° 10	18000	2.53		0.0084		99.1963	
N° 11	20000	2.69		0.0089		110.2181	
N° 12	22000	2.82		0.0093		121.2399	
N° 13	24000	2.97		0.0098		132.2617	
N° 14	26000	3.06		0.0101		143.2835	
N° 15	28000	3.22		0.0107		154.3053	
N° 16	30000	3.35		0.0111		165.3272	
N° 17	32000	3.44		0.0114		176.3490	
N° 18	34000	3.57		0.0118		187.3708	
N° 19	36000	3.68		0.0122		198.3926	
N° 20	38000	3.75		0.0124		209.4144	
N° 21	40000	3.91		0.0129		220.4362	
N° 22	41125	4.09		0.0135		226.6360	
Carga máxima aplicada		41125	(Kg)	Deformación máxima		4.09	(mm)
Velocidad de ensayo		6466.19	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0135	-
Esfuerzo máximo		226.64	(kg/cm <sup>2</sup> )				



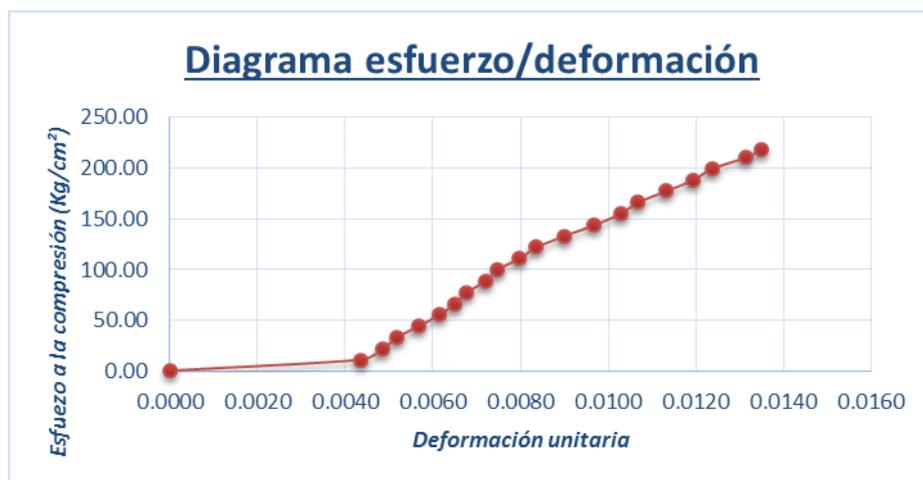
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	7	Código	18 R
1	15.30	1	29.90	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	29/06/2016
2	15.30	2	29.90				
3	15.10	3	29.90	Tiempo de ensayo		6.22	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	29.95	Altura		299.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.25		0.0042		11.0218	
N° 3	4000	1.47		0.0049		22.0436	
N° 4	6000	1.65		0.0055		33.0654	
N° 5	8000	1.74		0.0058		44.0872	
N° 6	10000	1.82		0.0061		55.1091	
N° 7	12000	1.89		0.0063		66.1309	
N° 8	14000	1.97		0.0066		77.1527	
N° 9	16000	2.06		0.0069		88.1745	
N° 10	18000	2.18		0.0073		99.1963	
N° 11	20000	2.33		0.0078		110.2181	
N° 12	22000	2.45		0.0082		121.2399	
N° 13	24000	2.60		0.0087		132.2617	
N° 14	26000	2.73		0.0091		143.2835	
N° 15	28000	2.86		0.0095		154.3053	
N° 16	30000	2.95		0.0098		165.3272	
N° 17	32000	3.08		0.0103		176.3490	
N° 18	34000	3.17		0.0106		187.3708	
N° 19	36000	3.29		0.0110		198.3926	
N° 20	38000	3.43		0.0115		209.4144	
N° 21	39823	3.52		0.0118		219.4608	
Carga máxima aplicada		39823	(Kg)	Deformación máxima		3.52	(mm)
Velocidad de ensayo		6402.41	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0118	-
Esfuerzo máximo		219.46	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	8	Código	18 R
1	15.10	1	29.90	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	29/06/2016
2	15.30	2	30.30				
3	15.10	3	30.30	Tiempo de ensayo		6.47	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.26		0.0042		11.0947	
N° 3	4000	1.37		0.0045		22.1894	
N° 4	6000	1.52		0.0050		33.2840	
N° 5	8000	1.64		0.0054		44.3787	
N° 6	10000	1.72		0.0057		55.4734	
N° 7	12000	1.79		0.0059		66.5681	
N° 8	14000	1.88		0.0062		77.6628	
N° 9	16000	1.97		0.0065		88.7575	
N° 10	18000	2.09		0.0069		99.8521	
N° 11	20000	2.25		0.0075		110.9468	
N° 12	22000	2.40		0.0079		122.0415	
N° 13	24000	2.52		0.0083		133.1362	
N° 14	26000	2.66		0.0088		144.2309	
N° 15	28000	2.83		0.0094		155.3255	
N° 16	30000	2.97		0.0098		166.4202	
N° 17	32000	3.08		0.0102		177.5149	
N° 18	34000	3.29		0.0109		188.6096	
N° 19	36000	3.46		0.0115		199.7043	
N° 20	37826	3.72		0.0123		209.8337	
Carga máxima aplicada		37826	(Kg)	Deformación máxima		3.72	(mm)
Velocidad de ensayo		5846.37	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0123	-
Esfuerzo máximo		209.83	(kg/cm <sup>2</sup> )				



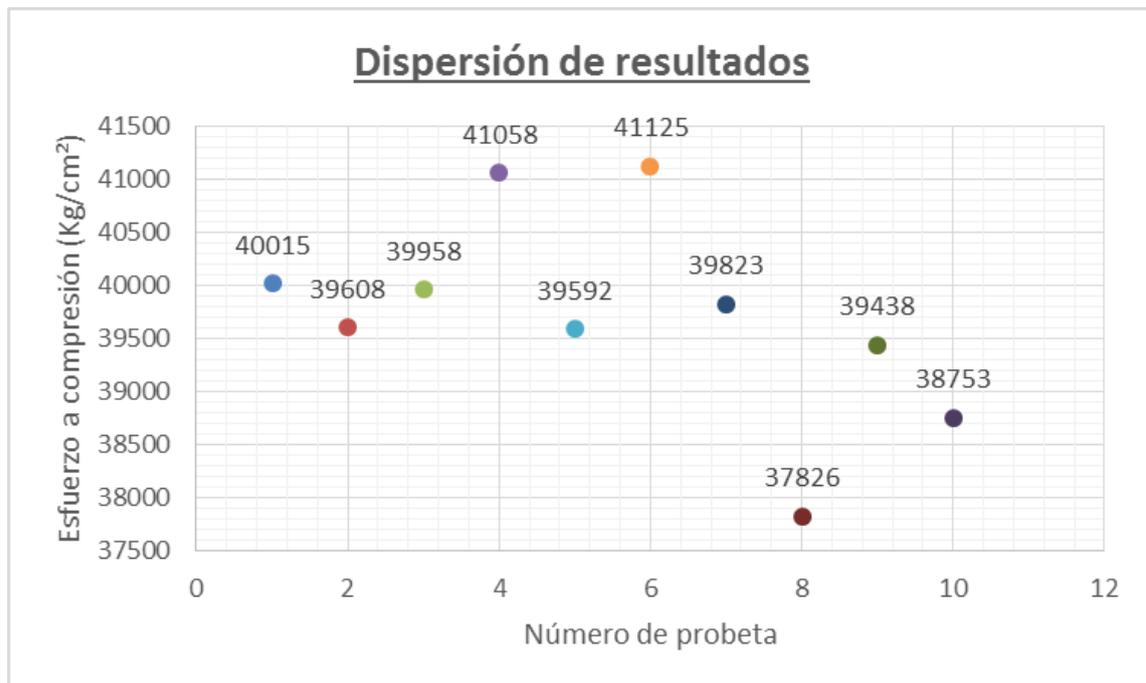
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	9	Código	18 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	29/06/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.30	3	30.30	Tiempo de ensayo		5.57	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.25	Altura		302.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.32		0.0044		11.0947	
N° 3	4000	1.47		0.0049		22.1894	
N° 4	6000	1.57		0.0052		33.2840	
N° 5	8000	1.72		0.0057		44.3787	
N° 6	10000	1.86		0.0061		55.4734	
N° 7	12000	1.97		0.0065		66.5681	
N° 8	14000	2.05		0.0068		77.6628	
N° 9	16000	2.18		0.0072		88.7575	
N° 10	18000	2.26		0.0075		99.8521	
N° 11	20000	2.41		0.0080		110.9468	
N° 12	22000	2.53		0.0084		122.0415	
N° 13	24000	2.72		0.0090		133.1362	
N° 14	26000	2.93		0.0097		144.2309	
N° 15	28000	3.11		0.0103		155.3255	
N° 16	30000	3.23		0.0107		166.4202	
N° 17	32000	3.42		0.0113		177.5149	
N° 18	34000	3.61		0.0119		188.6096	
N° 19	36000	3.74		0.0124		199.7043	
N° 20	38000	3.97		0.0131		210.7990	
N° 21	39438	4.08		0.0135		218.7760	
Carga máxima aplicada		39438	(Kg)	Deformación máxima		4.08	(mm)
Velocidad de ensayo		7080.43	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0135	-
Esfuerzo máximo		218.78	(kg/cm <sup>2</sup> )				



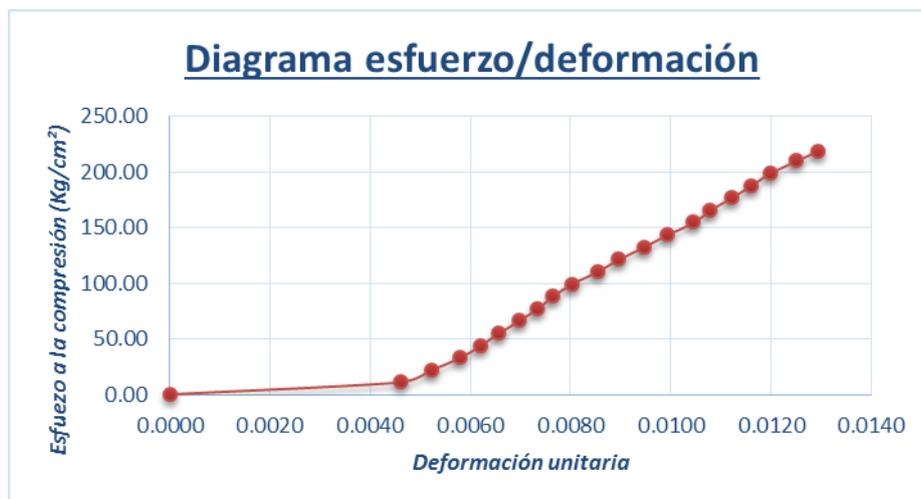
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	10	Código	18 R
1	15.30	1	30.10	Fecha de elaboración	18/05/2016	Fecha de ensayo	29/06/2016
2	15.30	2	30.10				
3	15.30	3	29.90	Tiempo de ensayo		6.13	(min)
4	15.30	4	30.10	Área		183.85	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.30	Promedio	30.05	Altura		300.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.12		0.0037		10.8782	
N° 3	4000	1.26		0.0042		21.7564	
N° 4	6000	1.42		0.0047		32.6346	
N° 5	8000	1.58		0.0053		43.5128	
N° 6	10000	1.71		0.0057		54.3910	
N° 7	12000	1.80		0.0060		65.2692	
N° 8	14000	1.92		0.0064		76.1474	
N° 9	16000	1.99		0.0066		87.0256	
N° 10	18000	2.08		0.0069		97.9038	
N° 11	20000	2.17		0.0072		108.7821	
N° 12	22000	2.32		0.0077		119.6603	
N° 13	24000	2.45		0.0082		130.5385	
N° 14	26000	2.57		0.0086		141.4167	
N° 15	28000	2.68		0.0089		152.2949	
N° 16	30000	2.81		0.0094		163.1731	
N° 17	32000	2.90		0.0097		174.0513	
N° 18	34000	3.05		0.0101		184.9295	
N° 19	36000	3.19		0.0106		195.8077	
N° 20	38000	3.36		0.0112		206.6859	
N° 21	38753	3.53		0.0117		210.7815	
Carga máxima aplicada		38753	(Kg)	Deformación máxima		3.53	(mm)
Velocidad de ensayo		6321.86	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0117	-
Esfuerzo máximo		210.78	(kg/cm <sup>2</sup> )				



<b>DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS</b>	1	40015	162.947	No	981.453	Si	-	
	2	39608	-244.05	Si	574.453	Si	<b>39608</b>	
	3	39958	105.947	No	924.453	Si	-	
	4	41058	1205.95	No	2024.45	Si	-	
	5	39592	-260.05	Si	558.453	Si	<b>39592</b>	
	6	41125	1272.95	No	2091.45	Si	-	
	7	39823	-29.053	Si	789.453	Si	<b>39823</b>	
	8	37826	-2026.1	Si	-1207.5	No	-	
	9	39438	-414.05	Si	404.453	Si	<b>39438</b>	
	10	38753	-1099.1	Si	-280.55	No	-	
	<b>Promedio</b>	<b>39442.8</b>						<b>Valores aceptados del ensayo</b>
	<b>Desviación estándar</b>	<b>409.253</b>	<b>39852.1</b>	<b>Cumple</b>	<b>39033.5</b>	<b>Cumple</b>		
	<b>Ensayo a los 42 días de curado</b>		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>			



Cuadro de resultados de todas las probetas ensayadas a esta edad							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	Promedio	Código	Promedio
1	15.16	1	30.18	Fecha de elaboración	-	Fecha de ensayo	-
2	15.18	2	30.24				
3	15.18	3	30.24	Tiempo de ensayo		-	(min)
4	15.18	4	30.22	Área		180.86	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.18	Promedio	30.22	Altura		302.20	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.39		0.0046		11.0582	
N° 3	4000	1.58		0.0052		22.1163	
N° 4	6000	1.75		0.0058		33.1745	
N° 5	8000	1.88		0.0062		44.2326	
N° 6	10000	1.99		0.0066		55.2908	
N° 7	12000	2.11		0.0070		66.3489	
N° 8	14000	2.22		0.0073		77.4071	
N° 9	16000	2.31		0.0076		88.4652	
N° 10	18000	2.43		0.0080		99.5234	
N° 11	20000	2.58		0.0085		110.5816	
N° 12	22000	2.71		0.0090		121.6397	
N° 13	24000	2.86		0.0095		132.6979	
N° 14	26000	3.00		0.0099		143.7560	
N° 15	28000	3.16		0.0104		154.8142	
N° 16	30000	3.26		0.0108		165.8723	
N° 17	32000	3.39		0.0112		176.9305	
N° 18	34000	3.51		0.0116		187.9887	
N° 19	36000	3.62		0.0120		199.0468	
N° 20	38000	3.78		0.0125		210.1050	
N° 21	39615	3.91		0.0129		219.0358	
Carga máxima aplicada		39615	(Kg)	Deformación máxima		3.91	(mm)
Velocidad de ensayo		-	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0129	-
Esfuerzo máximo		219.04	(kg/cm <sup>2</sup> )				



**Determinación de la resistencia a la compresión a los 49 días de curado**

<b>ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)</b>							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	1	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.30	2	30.10				
3	15.30	3	30.50	Tiempo de ensayo		5.50	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.30	Altura		303.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.78		0.0059		11.0218	
N° 3	4000	2.05		0.0068		22.0436	
N° 4	6000	2.26		0.0075		33.0654	
N° 5	8000	2.45		0.0081		44.0872	
N° 6	10000	2.61		0.0086		55.1091	
N° 7	12000	2.84		0.0094		66.1309	
N° 8	14000	3.02		0.0100		77.1527	
N° 9	16000	3.15		0.0104		88.1745	
N° 10	18000	3.29		0.0109		99.1963	
N° 11	20000	3.41		0.0113		110.2181	
N° 12	22000	3.55		0.0117		121.2399	
N° 13	24000	3.70		0.0122		132.2617	
N° 14	26000	3.80		0.0125		143.2835	
N° 15	28000	3.90		0.0129		154.3053	
N° 16	30000	4.01		0.0132		165.3272	
N° 17	32000	4.14		0.0137		176.3490	
N° 18	33733	4.26		0.0141		185.8994	
Carga máxima aplicada		33733	(Kg)	Deformación máxima		4.26	(mm)
Velocidad de ensayo		6133.27	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0141	-
Esfuerzo máximo		185.90	(kg/cm <sup>2</sup> )				



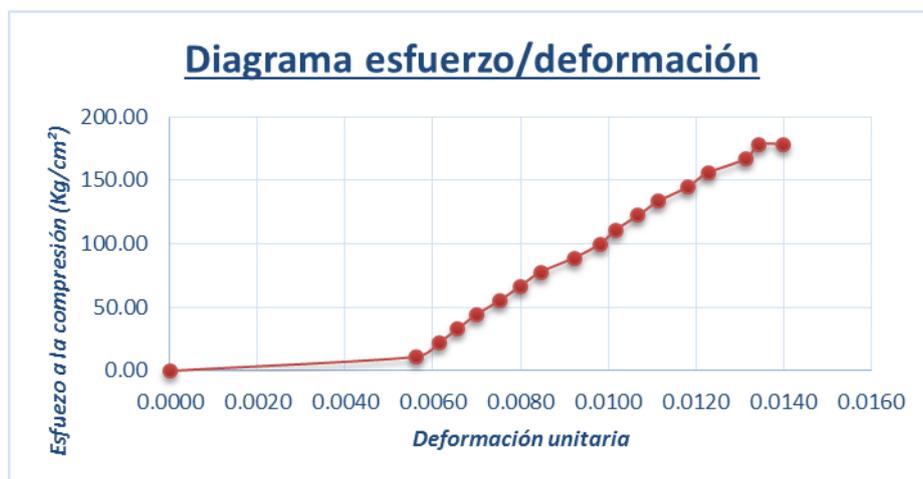
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	2	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.30	3	30.10	Tiempo de ensayo		6.12	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.56		0.0052		11.0947	
N° 3	4000	1.67		0.0055		22.1894	
N° 4	6000	1.82		0.0060		33.2840	
N° 5	8000	1.93		0.0064		44.3787	
N° 6	10000	1.99		0.0066		55.4734	
N° 7	12000	2.08		0.0069		66.5681	
N° 8	14000	2.16		0.0072		77.6628	
N° 9	16000	2.32		0.0077		88.7575	
N° 10	18000	2.44		0.0081		99.8521	
N° 11	20000	2.53		0.0084		110.9468	
N° 12	22000	2.66		0.0088		122.0415	
N° 13	24000	2.75		0.0091		133.1362	
N° 14	26000	2.86		0.0095		144.2309	
N° 15	28000	2.98		0.0099		155.3255	
N° 16	30000	3.06		0.0101		166.4202	
N° 17	32000	3.20		0.0106		177.5149	
N° 18	34000	3.30		0.0109		188.6096	
N° 19	36000	3.42		0.0113		199.7043	
N° 20	38000	3.61		0.0120		210.7990	
N° 21	40000	3.70		0.0123		221.8936	
N° 22	40872	3.82		0.0126		226.7309	
Carga máxima aplicada		40872	(Kg)	Deformación máxima		3.82	(mm)
Velocidad de ensayo		6678.43	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0126	-
Esfuerzo máximo		226.73	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	3	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.30	3	30.10	Tiempo de ensayo		4.38	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	2.40		0.0079		11.0947	
N° 3	4000	2.97		0.0098		22.1894	
N° 4	6000	3.33		0.0110		33.2840	
N° 5	8000	3.57		0.0118		44.3787	
N° 6	10000	3.80		0.0126		55.4734	
N° 7	12000	4.09		0.0135		66.5681	
N° 8	14000	4.35		0.0144		77.6628	
N° 9	16000	4.80		0.0159		88.7575	
N° 10	18000	5.20		0.0172		99.8521	
N° 11	18357	5.46		0.0181		101.8325	
Carga máxima aplicada		18357	(Kg)	Deformación máxima		5.46	(mm)
Velocidad de ensayo		4191.10	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0181	-
Esfuerzo máximo		101.83	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	4	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		6.21	(min)
4	15.30	4	29.90	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.69		0.0056		11.0947	
N° 3	4000	1.85		0.0061		22.1894	
N° 4	6000	1.98		0.0066		33.2840	
N° 5	8000	2.11		0.0070		44.3787	
N° 6	10000	2.27		0.0075		55.4734	
N° 7	12000	2.41		0.0080		66.5681	
N° 8	14000	2.55		0.0085		77.6628	
N° 9	16000	2.78		0.0092		88.7575	
N° 10	18000	2.96		0.0098		99.8521	
N° 11	20000	3.07		0.0102		110.9468	
N° 12	22000	3.22		0.0107		122.0415	
N° 13	24000	3.36		0.0111		133.1362	
N° 14	26000	3.56		0.0118		144.2309	
N° 15	28000	3.70		0.0123		155.3255	
N° 16	30000	3.96		0.0131		166.4202	
N° 17	32000	4.05		0.0134		177.5149	
N° 18	32081	4.22		0.0140		177.9642	
Carga máxima aplicada		32081	(Kg)	Deformación máxima		4.22	(mm)
Velocidad de ensayo		5166.02	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0140	-
Esfuerzo máximo		177.96	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	5	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		5.43	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	2.33		0.0077		11.1683	
N° 3	4000	2.46		0.0082		22.3366	
N° 4	6000	2.60		0.0086		33.5048	
N° 5	8000	2.75		0.0091		44.6731	
N° 6	10000	2.88		0.0096		55.8414	
N° 7	12000	2.97		0.0099		67.0097	
N° 8	14000	3.08		0.0102		78.1779	
N° 9	16000	3.21		0.0106		89.3462	
N° 10	18000	3.34		0.0111		100.5145	
N° 11	20000	3.45		0.0114		111.6828	
N° 12	22000	3.58		0.0119		122.8511	
N° 13	24000	3.70		0.0123		134.0193	
N° 14	26000	3.86		0.0128		145.1876	
N° 15	28000	3.95		0.0131		156.3559	
N° 16	28076	4.08		0.0135		156.7803	
Carga máxima aplicada		28076	(Kg)	Deformación máxima		4.08	(mm)
Velocidad de ensayo		5170.53	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0135	-
Esfuerzo máximo		156.78	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	6	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.30	3	30.10	Tiempo de ensayo		4.52	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.73		0.0057		11.0947	
N° 3	4000	1.87		0.0062		22.1894	
N° 4	6000	1.96		0.0065		33.2840	
N° 5	8000	2.05		0.0068		44.3787	
N° 6	10000	2.23		0.0074		55.4734	
N° 7	12000	2.36		0.0078		66.5681	
N° 8	14000	2.50		0.0083		77.6628	
N° 9	16000	2.62		0.0087		88.7575	
N° 10	18000	2.75		0.0091		99.8521	
N° 11	20000	2.83		0.0094		110.9468	
N° 12	22000	2.93		0.0097		122.0415	
N° 13	24000	3.09		0.0102		133.1362	
N° 14	26000	3.24		0.0107		144.2309	
N° 15	26926	3.48		0.0115		149.3677	
Carga máxima aplicada		26926	(Kg)	Deformación máxima		3.48	(mm)
Velocidad de ensayo		5957.08	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0115	-
Esfuerzo máximo		149.37	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	7	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.10	3	30.30	Tiempo de ensayo		4.18	(min)
4	15.30	4	30.10	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.38		0.0046		11.0947	
N° 3	4000	1.60		0.0053		22.1894	
N° 4	6000	1.82		0.0060		33.2840	
N° 5	8000	1.97		0.0065		44.3787	
N° 6	10000	2.08		0.0069		55.4734	
N° 7	12000	2.21		0.0073		66.5681	
N° 8	14000	2.35		0.0078		77.6628	
N° 9	16000	2.41		0.0080		88.7575	
N° 10	18000	2.50		0.0083		99.8521	
N° 11	20000	2.58		0.0085		110.9468	
N° 12	22000	2.68		0.0089		122.0415	
N° 13	24000	2.85		0.0094		133.1362	
N° 14	24905	2.96		0.0098		138.1565	
Carga máxima aplicada	24905	(Kg)	Deformación máxima		2.96	(mm)	
Velocidad de ensayo	5958.13	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0098	-	
Esfuerzo máximo	138.16	(kg/cm <sup>2</sup> )					



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	8	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		6.26	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.63		0.0054		11.1683	
N° 3	4000	1.78		0.0059		22.3366	
N° 4	6000	1.94		0.0064		33.5048	
N° 5	8000	2.05		0.0068		44.6731	
N° 6	10000	2.22		0.0074		55.8414	
N° 7	12000	2.35		0.0078		67.0097	
N° 8	14000	2.48		0.0082		78.1779	
N° 9	16000	2.57		0.0085		89.3462	
N° 10	18000	2.64		0.0088		100.5145	
N° 11	20000	2.82		0.0094		111.6828	
N° 12	22000	2.96		0.0098		122.8511	
N° 13	24000	3.09		0.0102		134.0193	
N° 14	26000	3.32		0.0110		145.1876	
N° 15	28000	3.54		0.0117		156.3559	
N° 16	30000	3.68		0.0122		167.5242	
N° 17	32000	3.85		0.0128		178.6924	
N° 18	34000	3.92		0.0130		189.8607	
N° 19	36000	3.99		0.0132		201.0290	
N° 20	38000	4.12		0.0137		212.1973	
N° 21	39666	4.21		0.0140		221.5005	
Carga máxima aplicada		39666	(Kg)	Deformación máxima		4.21	(mm)
Velocidad de ensayo		6336.42	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0140	-
Esfuerzo máximo		221.50	(kg/cm <sup>2</sup> )				



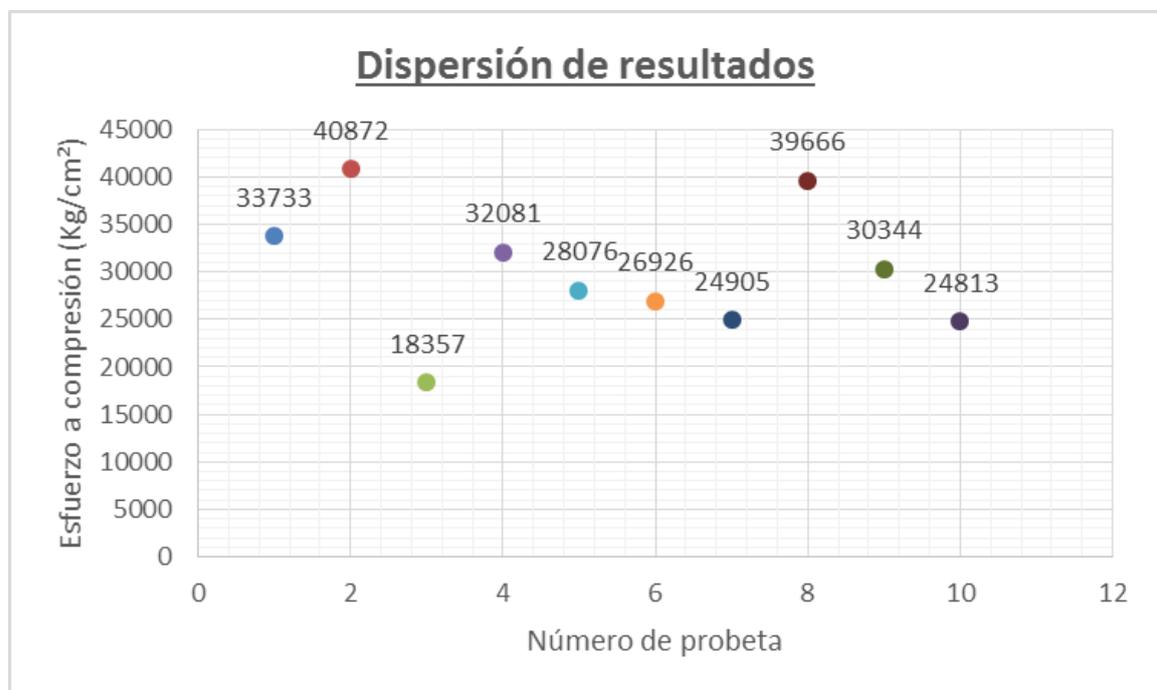
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	9	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.30	2	30.10				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		5.16	(min)
4	15.30	4	30.10	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.15	Altura		301.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	2.50		0.0083		11.0218	
N° 3	4000	3.09		0.0102		22.0436	
N° 4	6000	3.40		0.0113		33.0654	
N° 5	8000	3.70		0.0123		44.0872	
N° 6	10000	3.90		0.0129		55.1091	
N° 7	12000	4.09		0.0136		66.1309	
N° 8	14000	4.26		0.0141		77.1527	
N° 9	16000	4.43		0.0147		88.1745	
N° 10	18000	4.58		0.0152		99.1963	
N° 11	20000	4.71		0.0156		110.2181	
N° 12	22000	4.88		0.0162		121.2399	
N° 13	24000	4.99		0.0166		132.2617	
N° 14	26000	5.12		0.0170		143.2835	
N° 15	28000	5.27		0.0175		154.3053	
N° 16	30000	5.49		0.0182		165.3272	
N° 17	30344	5.62		0.0186		167.2229	
Carga máxima aplicada		30344	(Kg)	Deformación máxima		5.62	(mm)
Velocidad de ensayo		5880.62	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0186	-
Esfuerzo máximo		167.22	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	10	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	05/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.30	3	30.10	Tiempo de ensayo		4.32	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.51		0.0050		11.0947	
N° 3	4000	1.78		0.0059		22.1894	
N° 4	6000	1.92		0.0064		33.2840	
N° 5	8000	2.01		0.0067		44.3787	
N° 6	10000	2.10		0.0070		55.4734	
N° 7	12000	2.20		0.0073		66.5681	
N° 8	14000	2.38		0.0079		77.6628	
N° 9	16000	2.40		0.0079		88.7575	
N° 10	18000	2.46		0.0081		99.8521	
N° 11	20000	2.48		0.0082		110.9468	
N° 12	22000	2.60		0.0086		122.0415	
N° 13	24000	2.71		0.0090		133.1362	
N° 14	24813	2.83		0.0094		137.6462	
Carga máxima aplicada	24813	(Kg)	Deformación máxima		2.83	(mm)	
Velocidad de ensayo	5743.75	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0094	-	
Esfuerzo máximo	137.65	(kg/cm <sup>2</sup> )					



DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS	1	33733	-6282.8	Si	3070.36	Si	<b>33733</b>
	2	40872	856.24	No	10209.4	Si	-
	3	18357	-21659	Si	-12306	No	-
	4	32081	-7934.8	Si	1418.36	Si	<b>32081</b>
	5	28076	-11940	Si	-2586.6	No	-
	6	26926	-13090	Si	-3736.6	No	-
	7	24905	-15111	Si	-5757.6	No	-
	8	39666	-349.76	Si	9003.36	Si	<b>39666</b>
	9	30344	-9671.8	Si	-318.64	No	-
	10	24813	-15203	Si	-5849.6	No	-
	Promedio	<b>35339.2</b>					
	Desviación estándar	<b>4676.56</b>	<b>40015.8</b>	<b>Cumple</b>	<b>30662.6</b>	<b>Cumple</b>	Valores aceptados del ensayo
	Ensayo a los 49 días de curado		Límite superior		Límite inferior		

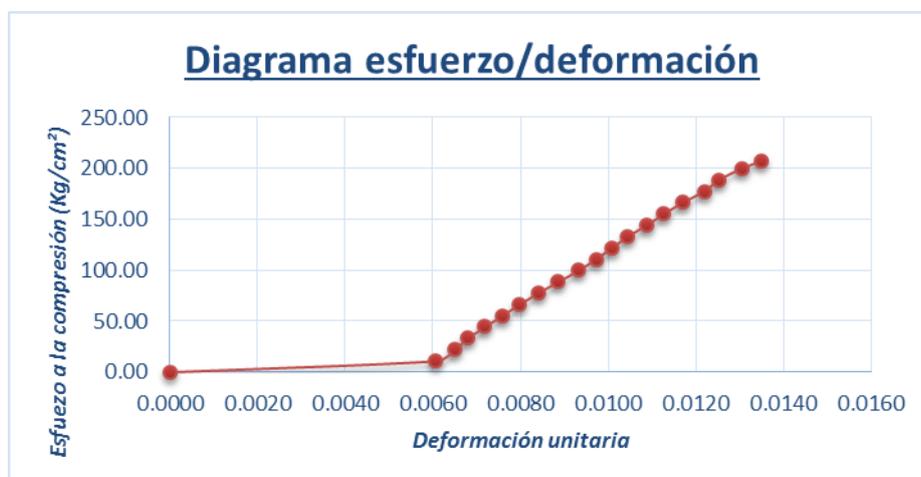


Cuadro de resultados de todas las probetas ensayadas a esta edad							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	Promedio	Código	Promedio
1	15.10	1	30.20	Fecha de elaboración	-	Fecha de ensayo	-
2	15.14	2	30.16				
3	15.20	3	30.16	Tiempo de ensayo		-	(min)
4	15.16	4	30.22	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.19	Altura		301.85	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.70		0.0056		11.0947	
N° 3	4000	1.89		0.0063		22.1894	
N° 4	6000	2.06		0.0068		33.2840	
N° 5	8000	2.20		0.0073		44.3787	
N° 6	10000	2.37		0.0078		55.4734	
N° 7	12000	2.53		0.0084		66.5681	
N° 8	14000	2.68		0.0089		77.6628	
N° 9	16000	2.83		0.0094		88.7575	
N° 10	18000	2.96		0.0098		99.8521	
N° 11	20000	3.10		0.0103		110.9468	
N° 12	22000	3.24		0.0107		122.0415	
N° 13	24000	3.38		0.0112		133.1362	
N° 14	26000	3.56		0.0118		144.2309	
N° 15	28000	3.71		0.0123		155.3255	
N° 16	30000	3.88		0.0129		166.4202	
N° 17	32000	4.01		0.0133		177.5149	
N° 18	33271	4.13		0.0137		184.5674	
N° 19	36000	3.99		0.0132		199.7043	
N° 20	38000	4.12		0.0136		210.7990	
N° 21	39666	4.21		0.0139		220.0408	
Carga máxima aplicada		39666	(Kg)	Deformación máxima		4.21	(mm)
Velocidad de ensayo		-	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0139	-
Esfuerzo máximo		220.04	(kg/cm <sup>2</sup> )				

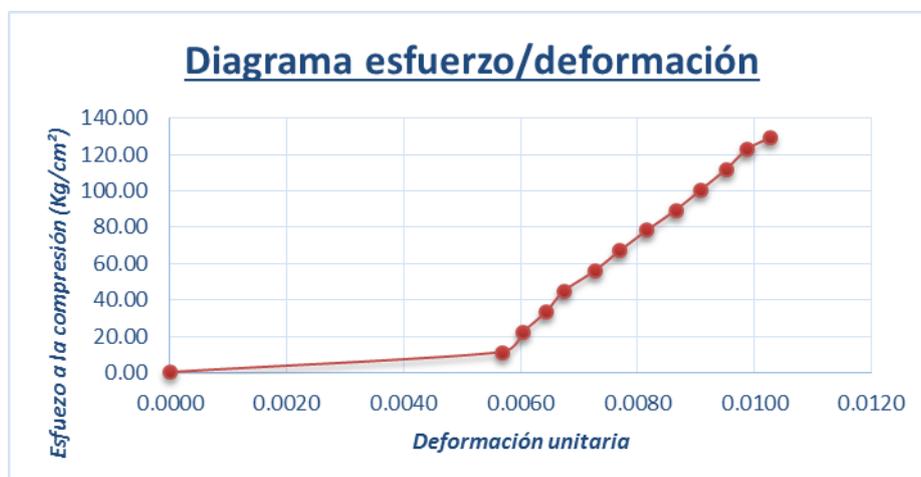


**Determinación de la resistencia a la compresión a los 56 días de curado**

<b>ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)</b>							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	1	Código	17 R
1	15.30	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.30				
4	15.10	4	30.50	Tiempo de ensayo		4.53	(min)
Promedio				Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio				Altura		303.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.84		0.0061		11.0947	
N° 3	4000	1.97		0.0065		22.1894	
N° 4	6000	2.06		0.0068		33.2840	
N° 5	8000	2.18		0.0072		44.3787	
N° 6	10000	2.30		0.0076		55.4734	
N° 7	12000	2.42		0.0080		66.5681	
N° 8	14000	2.55		0.0084		77.6628	
N° 9	16000	2.69		0.0089		88.7575	
N° 10	18000	2.83		0.0093		99.8521	
N° 11	20000	2.95		0.0097		110.9468	
N° 12	22000	3.06		0.0101		122.0415	
N° 13	24000	3.17		0.0104		133.1362	
N° 14	26000	3.30		0.0109		144.2309	
N° 15	28000	3.42		0.0113		155.3255	
N° 16	30000	3.55		0.0117		166.4202	
N° 17	32000	3.70		0.0122		177.5149	
N° 18	34000	3.80		0.0125		188.6096	
N° 19	36000	3.96		0.0130		199.7043	
N° 20	37278	4.09		0.0135		206.7938	
Carga máxima aplicada		37278	(Kg)	Deformación máxima		4.09	(mm)
Velocidad de ensayo		8229.14	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0135	-
Esfuerzo máximo		206.79	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	2	Código	17 R
1	15.10	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		4.15	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.25	Altura		302.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.72		0.0057		11.1683	
N° 3	4000	1.83		0.0060		22.3366	
N° 4	6000	1.95		0.0064		33.5048	
N° 5	8000	2.04		0.0067		44.6731	
N° 6	10000	2.20		0.0073		55.8414	
N° 7	12000	2.33		0.0077		67.0097	
N° 8	14000	2.47		0.0082		78.1779	
N° 9	16000	2.62		0.0087		89.3462	
N° 10	18000	2.75		0.0091		100.5145	
N° 11	20000	2.88		0.0095		111.6828	
N° 12	22000	2.99		0.0099		122.8511	
N° 13	23118	3.11		0.0103		129.0941	
Carga máxima aplicada	23118	(Kg)	Deformación máxima		3.11	(mm)	
Velocidad de ensayo	5570.60	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0103	-	
Esfuerzo máximo	129.09	(kg/cm <sup>2</sup> )					



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	3	Código	17 R
1	15.10	1	29.90	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.30	2	30.30				
3	15.30	3	30.30	Tiempo de ensayo		4.26	(min)
4	15.10	4	30.30	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.77		0.0059		11.0218	
N° 3	4000	1.91		0.0063		22.0436	
N° 4	6000	1.99		0.0066		33.0654	
N° 5	8000	2.10		0.0070		44.0872	
N° 6	10000	2.25		0.0075		55.1091	
N° 7	12000	2.36		0.0078		66.1309	
N° 8	14000	2.45		0.0081		77.1527	
N° 9	16000	2.59		0.0086		88.1745	
N° 10	18000	2.74		0.0091		99.1963	
N° 11	20000	2.86		0.0095		110.2181	
N° 12	22000	2.97		0.0098		121.2399	
N° 13	24000	3.09		0.0102		132.2617	
N° 14	25698	3.20		0.0106		141.6192	
Carga máxima aplicada	25698	(Kg)	Deformación máxima		3.20	(mm)	
Velocidad de ensayo	6032.39	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0106	-	
Esfuerzo máximo	141.62	(kg/cm <sup>2</sup> )					



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	4	Código	17 R
1	14.90	1	30.10	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	14.90	2	30.10				
3	15.10	3	30.50	Tiempo de ensayo		5.17	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		176.71	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.00	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.98		0.0066		11.3177	
N° 3	4000	2.07		0.0069		22.6354	
N° 4	6000	2.20		0.0073		33.9531	
N° 5	8000	2.30		0.0076		45.2707	
N° 6	10000	2.43		0.0080		56.5884	
N° 7	12000	2.57		0.0085		67.9061	
N° 8	14000	2.79		0.0092		79.2238	
N° 9	16000	2.95		0.0098		90.5415	
N° 10	18000	3.08		0.0102		101.8592	
N° 11	20000	3.16		0.0105		113.1768	
N° 12	22000	3.32		0.0110		124.4945	
N° 13	24000	3.45		0.0114		135.8122	
N° 14	26000	3.62		0.0120		147.1299	
N° 15	28000	3.74		0.0124		158.4476	
N° 16	30000	3.89		0.0129		169.7653	
N° 17	32000	4.06		0.0134		181.0830	
N° 18	34000	4.19		0.0139		192.4006	
N° 19	36000	4.30		0.0142		203.7183	
N° 20	38000	4.46		0.0148		215.0360	
N° 21	38955	4.55		0.0151		220.4402	
Carga máxima aplicada		38955	(Kg)	Deformación máxima		4.55	(mm)
Velocidad de ensayo		7534.82	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0151	-
Esfuerzo máximo		220.44	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	5	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	14.90	3	30.30	Tiempo de ensayo		5.16	(min)
4	14.90	4	29.90	Área		176.71	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.00	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.80		0.0060		11.3177	
N° 3	4000	1.90		0.0063		22.6354	
N° 4	6000	1.99		0.0066		33.9531	
N° 5	8000	2.08		0.0069		45.2707	
N° 6	10000	2.21		0.0073		56.5884	
N° 7	12000	2.35		0.0078		67.9061	
N° 8	14000	2.52		0.0083		79.2238	
N° 9	16000	2.67		0.0088		90.5415	
N° 10	18000	2.84		0.0094		101.8592	
N° 11	20000	2.99		0.0099		113.1768	
N° 12	22000	3.11		0.0103		124.4945	
N° 13	24000	3.19		0.0106		135.8122	
N° 14	26000	3.35		0.0111		147.1299	
N° 15	27397	3.54		0.0117		155.0353	
Carga máxima aplicada		27397	(Kg)	Deformación máxima		3.54	(mm)
Velocidad de ensayo		5309.50	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0117	-
Esfuerzo máximo		155.04	(kg/cm <sup>2</sup> )				



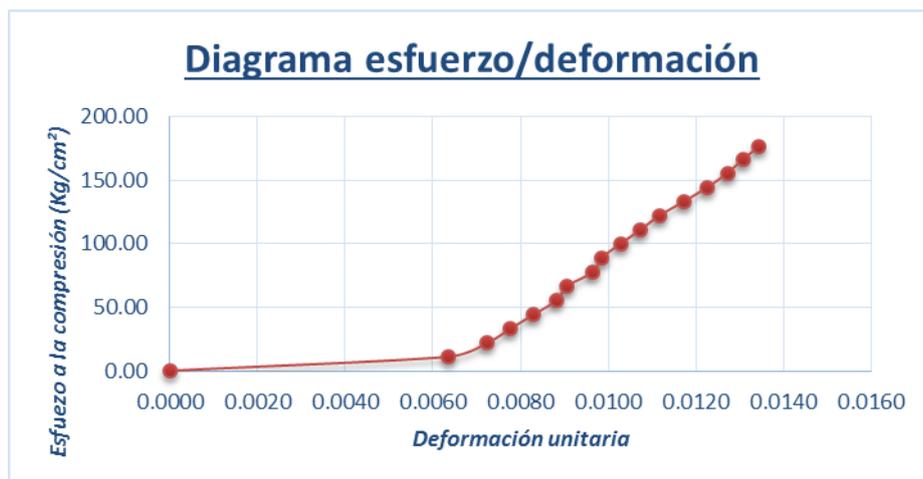
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	6	Código	17 R
1	15.30	1	30.50	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.10	2	30.10				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		4.42	(min)
4	15.30	4	30.10	Área		181.46	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.20	Promedio	30.20	Altura		302.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.75		0.0058		11.0218	
N° 3	4000	1.82		0.0060		22.0436	
N° 4	6000	1.95		0.0065		33.0654	
N° 5	8000	2.04		0.0068		44.0872	
N° 6	10000	2.12		0.0070		55.1091	
N° 7	12000	2.22		0.0074		66.1309	
N° 8	14000	2.35		0.0078		77.1527	
N° 9	16000	2.51		0.0083		88.1745	
N° 10	18000	2.63		0.0087		99.1963	
N° 11	20000	2.80		0.0093		110.2181	
N° 12	20624	2.96		0.0098		113.6569	
Carga máxima aplicada		20624	(Kg)	Deformación máxima		2.96	(mm)
Velocidad de ensayo		4666.06	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0098	-
Esfuerzo máximo		113.66	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	7	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.10	3	30.30	Tiempo de ensayo		5.38	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.25	Altura		302.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.89		0.0062		11.1683	
N° 3	4000	2.01		0.0066		22.3366	
N° 4	6000	2.17		0.0072		33.5048	
N° 5	8000	2.32		0.0077		44.6731	
N° 6	10000	2.49		0.0082		55.8414	
N° 7	12000	2.62		0.0087		67.0097	
N° 8	14000	2.75		0.0091		78.1779	
N° 9	16000	2.86		0.0095		89.3462	
N° 10	18000	2.99		0.0099		100.5145	
N° 11	20000	3.10		0.0102		111.6828	
N° 12	22000	3.22		0.0106		122.8511	
N° 13	24000	3.35		0.0111		134.0193	
N° 14	26000	3.50		0.0116		145.1876	
N° 15	28000	3.60		0.0119		156.3559	
N° 16	30000	3.76		0.0124		167.5242	
N° 17	32000	3.84		0.0127		178.6924	
N° 18	34000	3.93		0.0130		189.8607	
N° 19	35650	4.08		0.0135		199.0746	
Carga máxima aplicada		35650	(Kg)	Deformación máxima		4.08	(mm)
Velocidad de ensayo		6626.39	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0135	-
Esfuerzo máximo		199.07	(kg/cm <sup>2</sup> )				



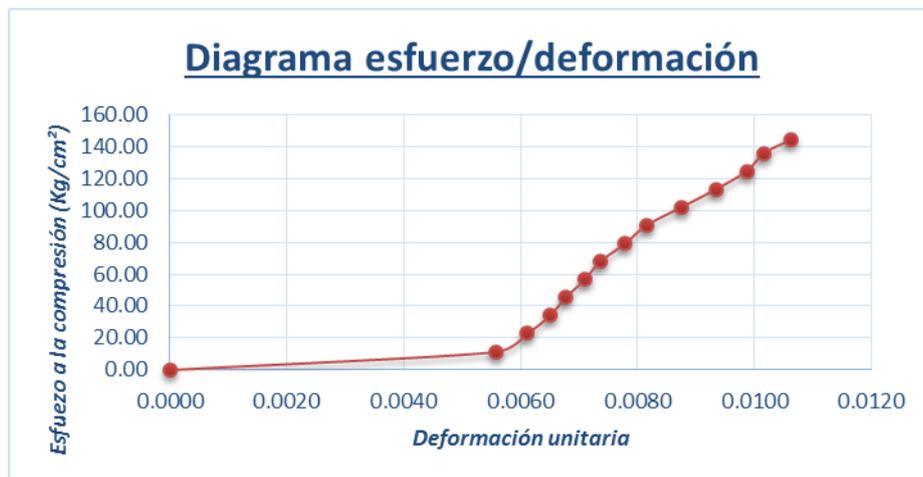
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	8	Código	17 R
1	15.10	1	30.30	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.10	2	30.30				
3	15.30	3	30.30	Tiempo de ensayo		5.22	(min)
4	15.10	4	30.50	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.35	Altura		303.50	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.93		0.0064		11.0947	
N° 3	4000	2.20		0.0072		22.1894	
N° 4	6000	2.36		0.0078		33.2840	
N° 5	8000	2.52		0.0083		44.3787	
N° 6	10000	2.68		0.0088		55.4734	
N° 7	12000	2.75		0.0091		66.5681	
N° 8	14000	2.93		0.0097		77.6628	
N° 9	16000	2.99		0.0099		88.7575	
N° 10	18000	3.12		0.0103		99.8521	
N° 11	20000	3.26		0.0107		110.9468	
N° 12	22000	3.39		0.0112		122.0415	
N° 13	24000	3.56		0.0117		133.1362	
N° 14	26000	3.72		0.0123		144.2309	
N° 15	28000	3.86		0.0127		155.3255	
N° 16	30000	3.97		0.0131		166.4202	
N° 17	31777	4.08		0.0134		176.2779	
Carga máxima aplicada		31777	(Kg)	Deformación máxima		4.08	(mm)
Velocidad de ensayo		6087.55	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0134	-
Esfuerzo máximo		176.28	(kg/cm <sup>2</sup> )				



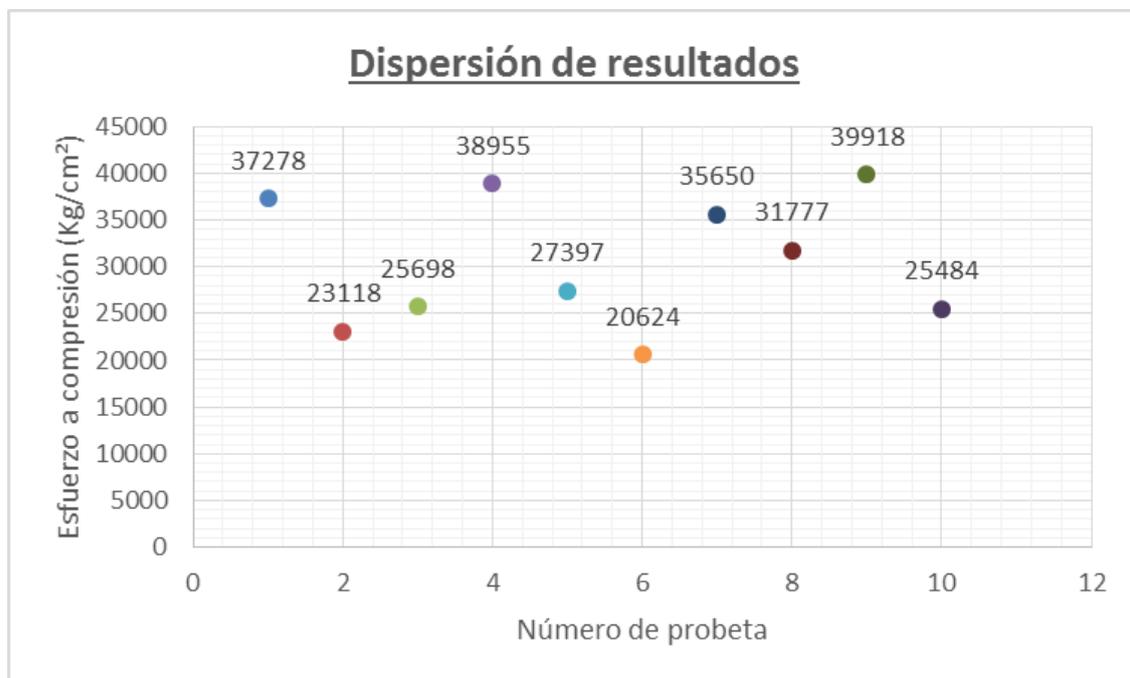
ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	9	Código	17 R
1	15.10	1	30.50	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	15.30	2	30.50				
3	15.10	3	30.10	Tiempo de ensayo		6.06	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		180.27	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.15	Promedio	30.30	Altura		303.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.97		0.0065		11.0947	
N° 3	4000	2.08		0.0069		22.1894	
N° 4	6000	2.19		0.0072		33.2840	
N° 5	8000	2.33		0.0077		44.3787	
N° 6	10000	2.45		0.0081		55.4734	
N° 7	12000	2.59		0.0085		66.5681	
N° 8	14000	2.72		0.0090		77.6628	
N° 9	16000	2.86		0.0094		88.7575	
N° 10	18000	2.97		0.0098		99.8521	
N° 11	20000	3.05		0.0101		110.9468	
N° 12	22000	3.12		0.0103		122.0415	
N° 13	24000	3.19		0.0105		133.1362	
N° 14	26000	3.36		0.0111		144.2309	
N° 15	28000	3.49		0.0115		155.3255	
N° 16	30000	3.62		0.0119		166.4202	
N° 17	32000	3.77		0.0124		177.5149	
N° 18	34000	3.91		0.0129		188.6096	
N° 19	36000	3.99		0.0132		199.7043	
N° 20	38000	4.08		0.0135		210.7990	
N° 21	39918	4.25		0.0140		221.4388	
Carga máxima aplicada		39918	(Kg)	Deformación máxima		4.25	(mm)
Velocidad de ensayo		6587.13	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0140	-
Esfuerzo máximo		221.44	(kg/cm <sup>2</sup> )				



ENSAYO ASTM - C 39 (Ensayo de resistencia a compresión de probetas de concreto)							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	10	Código	17 R
1	15.10	1	30.50	Fecha de elaboración	17/05/2016	Fecha de ensayo	12/07/2016
2	14.90	2	30.30				
3	14.90	3	30.30	Tiempo de ensayo		4.41	(min)
4	15.10	4	30.10	Área		176.71	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.00	Promedio	30.30	Altura		303.00	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.69		0.0056		11.3177	
N° 3	4000	1.85		0.0061		22.6354	
N° 4	6000	1.97		0.0065		33.9531	
N° 5	8000	2.05		0.0068		45.2707	
N° 6	10000	2.15		0.0071		56.5884	
N° 7	12000	2.23		0.0074		67.9061	
N° 8	14000	2.36		0.0078		79.2238	
N° 9	16000	2.47		0.0082		90.5415	
N° 10	18000	2.65		0.0087		101.8592	
N° 11	20000	2.83		0.0093		113.1768	
N° 12	22000	2.99		0.0099		124.4945	
N° 13	24000	3.08		0.0102		135.8122	
N° 14	25484	3.22		0.0106		144.2099	
Carga máxima aplicada	25484	(Kg)	Deformación máxima		3.22	(mm)	
Velocidad de ensayo	5778.68	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0106	-	
Esfuerzo máximo	144.21	(kg/cm <sup>2</sup> )					



DISPERSIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS	1	37278	-2643.5	Si	3768.33	Si	<b>37278</b>
	2	23118	-16804	Si	-10392	No	-
	3	25698	-14224	Si	-7811.7	No	-
	4	38955	-966.53	Si	5445.33	Si	<b>38955</b>
	5	27397	-12525	Si	-6112.7	No	-
	6	20624	-19298	Si	-12886	No	-
	7	35650	-4271.5	Si	2140.33	Si	<b>35650</b>
	8	31777	-8144.5	Si	-1732.7	No	-
	9	39918	-3.526	Si	6408.33	Si	<b>39918</b>
	10	25484	-14438	Si	-8025.7	No	-
	Promedio	<b>36715.6</b>	<b>39921.5</b>	<b>Cumple</b>	<b>33509.7</b>	<b>Cumple</b>	<b>Valores aceptados del ensayo</b>
	Desviación estándar	<b>3205.93</b>					
	Ensayo a los 28 días de curado		<b>Límite superior</b>		<b>Límite inferior</b>		



Cuadro de resultados de todas las probetas ensayadas a esta edad							
Diámetro	(cm)	Altura	(cm)	Probeta N°	Promedio	Código	Promedio
1	15.10	1	30.28	Fecha de elaboración	-	Fecha de ensayo	-
2	15.10	2	30.28				
3	15.10	3	30.26	Tiempo de ensayo		-	(min)
4	15.10	4	30.22	Área		179.08	(cm <sup>2</sup> )
Promedio	15.10	Promedio	30.26	Altura		302.60	(mm)
Muestra	Carga (Kg)	Deformación (mm)		Deformación unitaria		Esfuerzo a compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	
N° 1	0	0.00		0.0000		0.0000	
N° 2	2000	1.92		0.0063		11.1683	
N° 3	4000	2.03		0.0067		22.3366	
N° 4	6000	2.16		0.0071		33.5048	
N° 5	8000	2.28		0.0075		44.6731	
N° 6	10000	2.42		0.0080		55.8414	
N° 7	12000	2.55		0.0084		67.0097	
N° 8	14000	2.70		0.0089		78.1779	
N° 9	16000	2.84		0.0094		89.3462	
N° 10	18000	2.97		0.0098		100.5145	
N° 11	20000	3.07		0.0101		111.6828	
N° 12	22000	3.18		0.0105		122.8511	
N° 13	24000	3.29		0.0109		134.0193	
N° 14	26000	3.45		0.0114		145.1876	
N° 15	28000	3.56		0.0118		156.3559	
N° 16	30000	3.71		0.0122		167.5242	
N° 17	32000	3.84		0.0127		178.6924	
N° 18	34000	3.96		0.0131		189.8607	
N° 19	35913	4.08		0.0135		200.5404	
N° 20	37759	4.21		0.0139		210.8534	
N° 21	39437	4.40		0.0145		220.2189	
Carga máxima aplicada		39437	(Kg)	Deformación máxima		4.40	(mm)
Velocidad de ensayo		-	(Kg/min)	Deformación unitaria máxima		0.0145	-
Esfuerzo máximo		220.22	(kg/cm <sup>2</sup> )				



**ANEXO N° 04 – PANEL FOTOGRÁFICO.**



Figura N° 08: Se puede apreciar cómo se tomaron los parámetros de las probetas de concreto para luego ser ensayadas.



Figura N° 09: Se puede apreciar a la probeta de concreto en la máquina de compresión para ser ensayada.



Figura N° 10: Se pueden ver a las probetas que fueron ensayadas ese día,

evaporando el agua excedente, pero manteniendo su humedad.



Figura N° 11: Se aprecia una probeta de concreto ensayada a compresión; también se ve el tipo de falla que este tuvo.

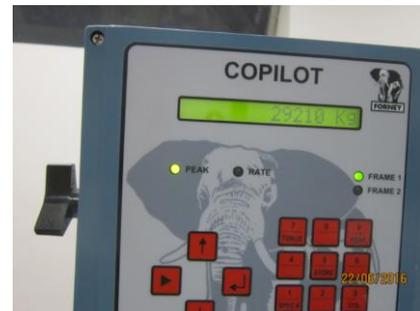


Figura N° 12: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinará su resistencia a compresión.



Figura N° 13: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta ensayada a compresión.



Figura N° 14: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.

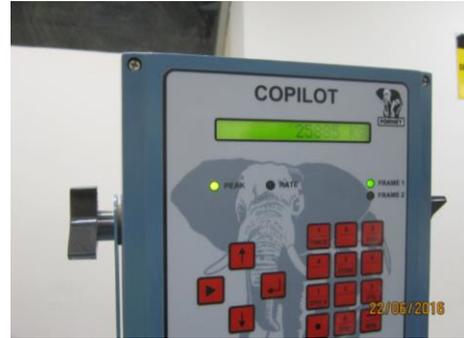


Figura N° 17: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.

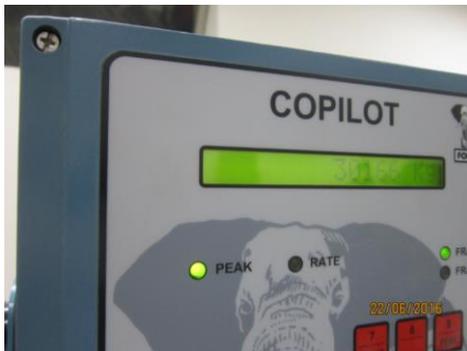


Figura N° 15: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 18: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.



Figura N° 16: Se aprecian las micro fisuras en la parte inferior de la probeta.



Figura N° 19: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 20: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.

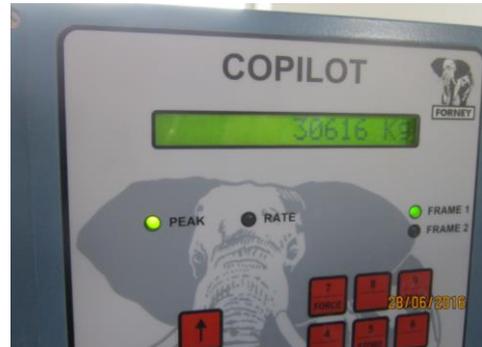


Figura N° 23: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 21: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 24: Se procede a ensayar la probeta de concreto a compresión.



Figura N° 22: Se aprecian las micro fisuras en la parte inferior de la probeta.



Figura N° 25: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 26: Se muestra la poza de curado de las probetas de concreto elaboradas, esperando a ser ensayadas.



Figura N° 27: Se muestra en la figura las probetas que ya han sido ensayadas y las que aún faltaban ensayar.



Figura N° 28: Se las probetas que fueron ensayadas ese día esperando a que estén superficialmente más secas.



Figura N° 29: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.



Figura N° 30: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 31: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.

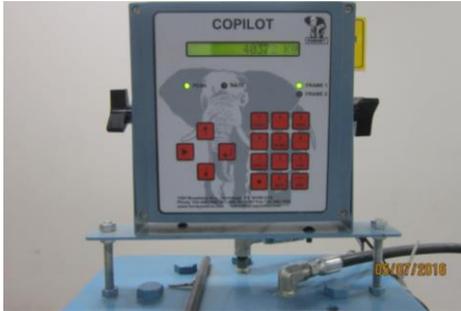


Figura N° 32: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 35: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.



Figura N° 33: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.

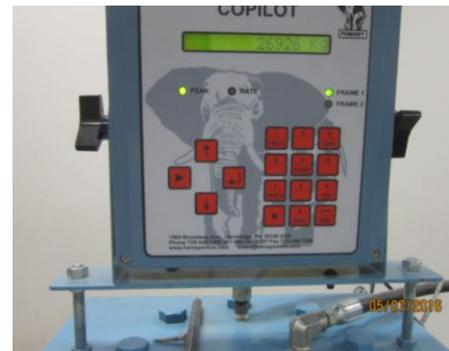


Figura N° 36: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 34: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 37: Se aprecian las micro fisuras en la parte inferior de la probeta.

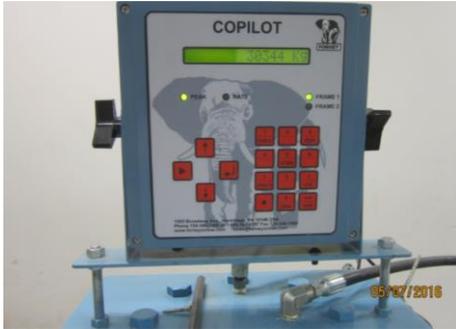


Figura N° 38: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 41: Se aprecian las microfisuras en la parte inferior de la probeta.



Figura N° 39: Se puede apreciar a la probeta de concreto en la máquina de compresión para ser ensayada.



Figura N° 42: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 40: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 41: Se aprecian las fisuras en la parte inferior de la probeta.



Figura N° 42: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 45: Se puede apreciar a la probeta de concreto en la máquina de compresión para ser ensayada.



Figura N° 43: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.

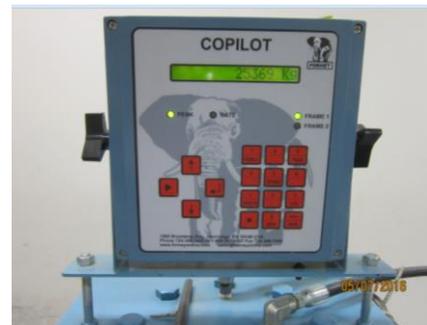


Figura N° 46: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 44: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 47: Se ve el tipo de falla que tuvo la probeta cuando fue ensayada a compresión.



Figura N° 48: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 51: Se aprecian las fisuras en la parte superior de la probeta.



Figura N° 49: Se puede apreciar a la probeta de concreto en la máquina de compresión para ser ensayada.



Figura N° 52: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.

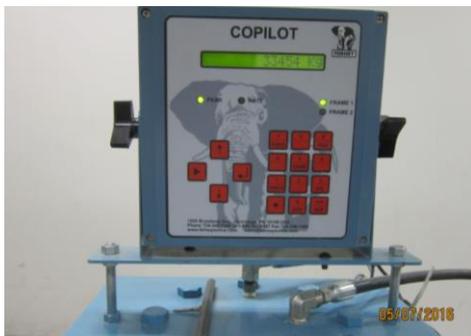


Figura N° 50: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 53: Se puede apreciar a la probeta de concreto en la máquina de compresión para ser ensayada.



Figura N° 54: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 57: Se aprecian las fisuras en todas las partes de la probeta.



Figura N° 55: Se aprecian las fisuras en todas las partes de la probeta.

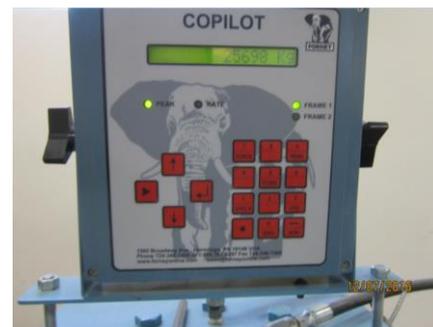


Figura N° 58: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 56: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 59: Se aprecian las fisuras en todas las partes de la probeta.

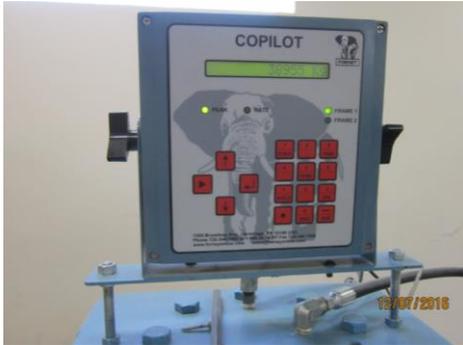


Figura N° 60: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 63: Se aprecian las fallas en todas las partes de la probeta.



Figura N° 61: Se ve el colapso de la probeta al fallar totalmente.

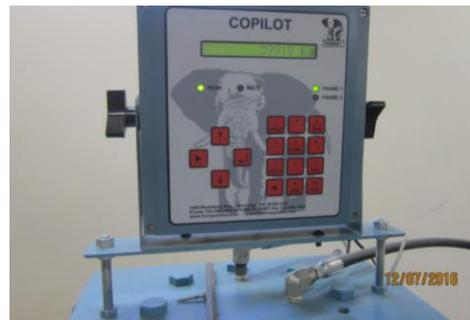


Figura N° 64: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.

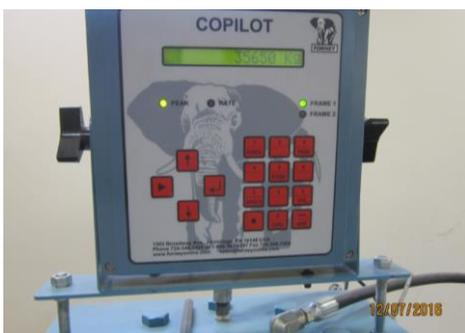


Figura N° 62: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 65: Se aprecian las fallas en todas las partes de la probeta.

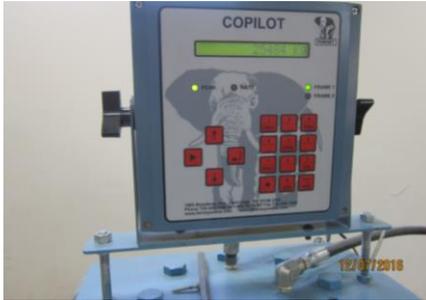


Figura N° 66: Se muestra la cantidad de carga que la probeta resistió, con este dato se determinó su resistencia a compresión.



Figura N° 69: Se hizo la limpieza del laboratorio.



Figura N° 67: Se puede ver como se botó todas las probetas ensayadas y demás materiales usados para su eliminación.



Figura N° 70: Se aprecia como el asesor verificó los ensayos elaborados por el tesista.



Figura N° 68: Se puede ver como se botó todas las probetas ensayadas y demás materiales usados para su eliminación.



Figura N° 71: Imagen final del tesista y asesor con testigo de concreto.

**ANEXO N° 05 – FORMATOS DE RECOJO DE INFORMACIÓN DEL LABORATORIO  
DE MATERIALES.**