



**UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS**

**“INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE NEOPLAST 8500  
HP EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA  
EMPLEANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA “LAS AMAZONAS”  
CARRETERA IQUITOS-NAUTA KM 20, IQUITOS 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR: Br. DANNY JIM TRUJILLO PINEDO**

**ASESORA: Ing. LILIANA BAUTISTA SERPA. Mg.**

Universidad Científica del Perú  
Laboratorio Mecánica de Suelos  
  
LILIANA BAUTISTA SERPA  
CIP N° 43523  
INGENIERO CIVIL

**San Juan Bautista – Maynas – Loreto – Perú**

**2021**

## DEDICATORIA

A mi querida madre **Celia Pinedo Amias**, a la cual admiro y amo con todo mi corazón, por ser una mujer trabajadora; por brindarme todo su amor, toda su comprensión, todo su afecto y sobre todo su apoyo incondicional que lo demuestra todos los días.

A **Pedro Enrique Atarama Palacios**, que es como mi padre, al cual admiro mucho, por brindarme todo su apoyo, por toda su paciencia y por todas las buenas enseñanzas que me brinda cada día.

## AGRADECIMIENTO

A mi asesora **Ing. Liliana Bautista Serpa.**

**Mg,** por brindarme su confianza, su apoyo, sus conocimientos y sus sabios consejos para la elaboración del presente trabajo de investigación.

A **Karol Kazimierz Cisowski**, personal que labora en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales por su importante apoyo en los conocimientos de todos los ensayos y pruebas que se hicieron para la realización del presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la facultad de Ingeniería Civil por su vocación de enseñanza y transmitir valores a lo largo de toda la etapa de pregrado, y a mi casa de estudios **Universidad Científica del Perú - UCP**, por haberme formado a ser un gran profesional.



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

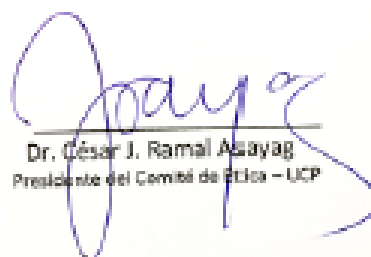
La Tesis titulada:

**"INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE NEOPLAST 8500 HP EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA EMPLEANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA "LAS AMAZONAS" CARRETERA IQUITOS-NAUTA KM 20, IQUITOS 2021"**

De los alumnos: **DANNY JIM TRUJILLO PINEDO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de 22% de plagio.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 23 de Enero del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética - UCP

CIMA/14-a  
33-2022

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°018-2020-UCP-FCEI de fecha 20 de enero del 2020, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |                                              |            |
|----------------------------------------------|------------|
| • Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr. | Presidente |
| • Ing. Felix Wong Ramírez, M. Sc.            | Miembro    |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.       | Miembro    |

Como Asesor: Ing. Liliana Bautista Serpa, Mg.

En la ciudad de Iquitos, siendo las 17:00 horas del día 11 de febrero del 2022, de manera presencial, en la sala de audiencias de la Universidad Científica del Perú, supervisado en línea por el Secretario Académico del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE NEOPLAST 8500 HP EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA EMPLEANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA "LAS AMAZONAS" CARRETERA IQUITOS-NAUTA KM 20, IQUITOS 2021"**.  
Presentado por el sustentante:

**DANNY JIM TRUJILLO PINEDO**


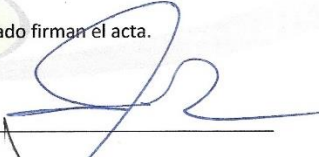

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA.**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.

 _____ Miembro	 _____ Presidente	 _____ Miembro
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Contáctanos:

Iquitos – Perú  
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240  
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú  
42 - 58 5638 / 42 - 58 5640  
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú  
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN



**PRESIDENTE DEL JURADO**  
Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.



**MIEMBRO DEL JURADO**  
Ing. Felix Wong Ramirez, M. Sc.



**MIEMBRO DEL JURADO**  
Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.



**ASESORA**  
Ing. Liliana Bautista Serpa, M. Sc.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	III
<b>HOJA DE APROBACIÓN</b> .....	IIII
<b>CONSTANCIA ANTIPLAGIO</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	XI
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	XIII
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	XV
<b>RESUMEN Y PALABRAS CLAVE</b> .....	XVIII
<b>ABSTRACT</b> .....	XVIII
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO</b> .....	1
<b>1.1. Antecedentes del estudio.</b> .....	1
<b>1.2. Bases teóricas.</b> .....	3
1.2.1. Concreto .....	3
1.2.2. Cemento .....	4
1.2.3. Agregados.....	7
1.2.4. Agregado fino .....	8
1.2.4.1. Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.012) (ASTM C-136) .....	8
1.2.4.2. Módulo de Fineza .....	10

1.2.4.3.	Superficie Específica .....	10
1.2.4.4.	Peso Unitario (NTP 400.017) (ASTM C-29).....	11
1.2.4.5.	Material más fino que la malla N° 200 (NTP 400.018) (ASTM C-117) ...	13
1.2.4.6.	Peso Específico y absorción (NTP 400.022) (ASTM C-128).....	15
1.2.5.	Aditivo plastificante (reductor del agua) .....	19
1.2.6.	Aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP .....	23
1.2.7.	Propiedades del concreto en estado fresco .....	24
1.2.7.1.	Peso unitario, rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) del concreto (N.T.P. 339.049) (ASTM C-138) .....	24
1.2.7.2.	Consistencia (Asentamiento o Slump): (NTP 339.035) (ASTM C-143).	299
1.2.7.3.	Exudación (NTP 339.077) (ASTM C-232).....	32
1.2.7.4.	Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C-1064) .....	33
1.2.8.	Propiedades del concreto en estado endurecido .....	33
1.2.8.1.	Resistencia compresión (NTP 339.034) (ASTM C-39).....	33
1.2.8.2.	Resistencia flexión en viga (NTP 339.078) (ASTM C-78) .....	35
<b>1.3.</b>	<b>Definición de términos básicos. ....</b>	<b>38</b>
1.3.1.	Concreto cemento-arena .....	38
1.3.2.	Relación agua-cemento.....	39
1.3.3.	Dosificación del aditivo.....	39
<b>CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>		<b>40</b>
<b>2.1.</b>	<b>Descripción del problema.....</b>	<b>40</b>
<b>2.2.</b>	<b>Formulación del problema.....</b>	<b>41</b>



2.2.1.	Problema general. ....	41
2.2.2.	Problemas específicos. ....	41
<b>2.3.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>42</b>
2.3.1.	Objetivo general. ....	42
2.3.2.	Objetivos específicos. ....	42
<b>2.4.</b>	<b>Hipótesis.....</b>	<b>42</b>
<b>2.5.</b>	<b>Variables.....</b>	<b>42</b>
2.5.1.	Identificación de variables. ....	42
2.5.2.	Definición conceptual y operacional de las variables. ....	43
2.5.3.	Operacionalización de las variables.....	46
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>		<b>47</b>
<b>3.1.</b>	<b>Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2.</b>	<b>Población y muestra.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3.</b>	<b>Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4.</b>	<b>Procesamiento y análisis de datos.....</b>	<b>49</b>
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>		<b>50</b>
<b>4.1.</b>	<b>Resultados de los ensayos del agregado fino .....</b>	<b>50</b>
4.1.1.	Granulometría de agregado fino (NTP 400.012) (ASTM C-136).....	50

4.1.2.	Módulo de fineza.....	52
4.1.3.	Superficie Específica .....	53
4.1.4.	Peso unitario (NTP 400.017) (ASTM C-29) .....	54
4.1.5.	Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018) (ASTM C-117) .....	54
4.1.6.	Peso específico (NTP 400.022) (ASTM C-128).....	55
4.1.7.	Resumen de resultados del agregado fino y revisión del cumplimiento de especificaciones norma ASTM C-33.....	56
<b>4.2.</b>	<b>Diseños de mezcla de concreto .....</b>	<b>56</b>
<b>4.3.</b>	<b>Propiedades del Concreto Fresco .....</b>	<b>64</b>
<b>4.4.</b>	<b>Propiedades del Concreto Endurecido.....</b>	<b>64</b>
4.4.1.	Resistencia compresión .....	65
4.4.2.	Resistencia flexión .....	71
<b>4.5.</b>	<b>Resumen y análisis de los resultados .....</b>	<b>71</b>
<b>CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
.....		77
<b>5.1.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>77</b>
<b>5.2.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>80</b>
<b>5.3.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Aumento de costo de concreto con el uso de aditivo SikaCem – Tesis (Cardenas, Lopez, 2019)</b> .....	2
<b>Tabla 2 - Propiedades del cemento APU tipo GU</b> .....	6
<b>Tabla 3 - Operalización de variables</b> .....	46
<b>Tabla 4 - Esquema del tipo de diseño de investigación</b> .....	47
<b>Tabla 5 – Analisis granulometrico de muestra N° 01 del agregado fino</b> .....	47
<b>Tabla 6 - Análisis granulométrico de muestra N° 02 del agregado fino</b> .....	51
<b>Tabla 7 - Análisis granulométrico de muestra N° 03 del agregado fino</b> .....	52
<b>Tabla 8 - Peso unitario suelto del agregado fino</b> .....	54
<b>Tabla 9 - Peso unitario compactado del agregado fino</b> .....	54
<b>Tabla 10 - Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino</b> .....	54
<b>Tabla 11 - Peso específico y absorción del agregado fino</b> .....	55
<b>Tabla 12 - Tabla resumen de Agregado Fino</b> .....	56
<b>Tabla 13 - Tabla resumen de diseños sin aditivo</b> .....	567
<b>Tabla 14 - Tabla resumen de diseños con aditivo</b> .....	567
<b>Tabla 15 – Resultados de ensayos del concreto fresco</b> .....	64
<b>Tabla 16 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.68 sin aditivo</b> .....	65
<b>Tabla 17 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.68 con aditivo</b> .....	66
<b>Tabla 18 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.62 sin aditivo</b> .....	67

<b>Tabla 19 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.62 con aditivo .....</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 20 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.56 sin aditivo .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 21 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.56 con aditivo .....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 22 – Resultados de resistencia flexión.....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 23 - Resultados de ensayos de resistencia compresión durante 28 días.....</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 24 - Porcentajes de progresión de resistencia compresión durante 28 días.....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 25 - Los coeficientes de variación para resultados de resistencia compresión durante 28 días.....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 26 - Resumen de resultados concretos cemento-arena. ....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 27 - Cantidades del agua y cemento en mezclas del concreto. ....</b>	<b>77</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 - Curva granulométrica muestra N° 01 del agregado fino.....</b>	<b>50</b>
<b>Gráfico 2 - Curva granulométrica muestra N° 02 del agregado fino.....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfico 3 - Curva granulométrica muestra N° 03 del agregado fino.....</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico 4 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.68 sin aditivo.....</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 5 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.68 sin aditivo .....</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 6 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.68 con aditivo .....</b>	<b>59</b>
<b>Gráfico 7 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.68 con aditivo.....</b>	<b>59</b>
<b>Gráfico 8 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo.....</b>	<b>60</b>
<b>Gráfico 9 – Composición por volumen de un metro cubico del concreto, 0.62 sin aditivo .....</b>	<b>620</b>
<b>Gráfico 10 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo .....</b>	<b>62</b>
<b>Gráfico 11 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo.....</b>	<b>631</b>
<b>Gráfico 12 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.56 sin aditivo.....</b>	<b>632</b>
<b>Gráfico 13 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.56 sin aditivo.....</b>	<b>632</b>

<b>Gráfico 14 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.56 con aditivo .....</b>	<b>63</b>
<b>Gráfico 15 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.56 con aditivo.....</b>	<b>63</b>
<b>Gráfico 16 - Progresión de resistencia compresión para testigos sin aditivo. ....</b>	<b>73</b>
<b>Gráfico 17 - Progresión de resistencia compresión para testigos con aditivo. ....</b>	<b>73</b>
<b>Gráfico 18 - Resistencia compresión versus relación agua-cemento. ....</b>	<b>75</b>
<b>Gráfico 19 - Resistencia compresión versus cantidad de cemento. ....</b>	<b>75</b>
<b>Gráfico 20 – Cantidad de aire atrapado en mezcla de concreto vs relacion agua cemento.....</b>	<b>756</b>
<b>Gráfico 21 - Resistencia flexión versus relación agua-cemento.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Los efectos de los aditivos plastificantes .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2 - Cono de Abrams .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3 – Equipo del ensayo de resistencia flexión.....</b>	<b>38</b>

## RESUMEN

La ciudad de Iquitos, se encuentra geográficamente aislada de las demás ciudades del país, siendo sus únicos medios de transporte y comunicación: vía aérea y vía fluvial. Se caracteriza por la ausencia de agregado grueso y presencia de arena de granulometría fina, con bajo valor de módulo de fineza. Como material de construcción se emplea, por lo general, el concreto cemento-arena, el cual es preparado solo con arena, por falta de agregado grueso. La arena local empleada, al ser muy fina tiene valores altos de superficie específica, entonces requieren o exigen mayor cantidad de agua que un concreto convencional. Al emplear mayor cantidad de agua en el concreto cemento-arena, se generan mayores espacios vacíos en la pasta (porosidad); como consecuencia de la evaporación del agua libre y de la presencia de aire naturalmente atrapado, por eso la necesidad de emplear un aditivo reductor de agua de alto rango. La porosidad formada deja expuesta a la estructura al ingreso de líquidos y gases, ocasionando que estos elementos produzcan diversas reacciones químicas perjudiciales.

La presente tesis tiene como objetivo investigar los efectos que produce el aditivo reductor de agua de alto rango y superplastificante sin retardo Neoplast 8500 HP en las propiedades del concreto cemento-arena elaborado con cemento portland tipo GU, de marca APU. Para la investigación se preparó concreto cemento-arena sin aditivo y con aditivo para mezclas de relaciones agua-cemento de 0.68, 0.62 y 0.56, denominando al concreto cemento-arena sin aditivo como concreto patrón. Se empleó la dosificación de 0.8% por peso del cemento. Se realizó pruebas en concreto fresco como: asentamiento (slump), peso unitario, contenido de aire atrapado, exudación y temperatura. En concreto endurecido se realizó pruebas de resistencia a la compresión y flexión. Posteriormente se realizó comparaciones de las mezclas con aditivo con mezclas sin aditivo (patrón).



Los resultados arrojaron valores favorables en los diseños con aditivo con respecto a los sin aditivo. El ahorro de cemento para los diseños de relaciones agua-cemento 0.68, 0.62 y 0.56 fue 2.37, 3.34 y 2.59 bolsas por metro cúbico del concreto respectivamente, siendo el ahorro del cemento de 23.41 %, 29.27 % y 21.71 % respectivamente. Ahorro del costo del concreto se estimó en: 29.05, 54.22 y 27.74 soles peruanos respectivamente. La variación de la resistencia a la compresión resultó ser: 5.48 % de aumento para en el diseño 0.68, 1.17 % de aumento para 0.62 y 2.44 % de disminución para 0.56. Se concluyó que aditivo Neoplast 8500 HP influyó satisfactoriamente en las propiedades del concreto cemento-arena, disminuyendo la cantidad del cemento y, por consiguiente, el costo del concreto, sin perjudicar sus propiedades mecánicas.

**Palabras Clave:** Plastificante, reductor del agua, concreto cemento-arena, mortero estructural, diseño de mezcla.

## ABSTRACT

The city of Iquitos is geographically isolated from the other cities of the country, being its only means of transport and communication: air and waterways. It is characterized by the absence of coarse aggregate and the presence of fine granulometry, with a low value of fineness modulus. As a construction material, generally cement-sand concrete is used, which is prepared without coarse aggregate. The local sand used, being very fine, has high specific surface values, so it requires or requires more water than conventional concrete. By using a greater quantity of water in cement-sand concrete, which is prepared without coarse aggregate, greater voids are generated in the paste (porosity); as a consequence of the evaporation of free water and the presence of naturally trapped air. The porosity formed leaves the structure exposed to the entry of liquids and gases, causing these elements to produce various harmful chemical reactions.

The present thesis aims to investigate the effects of the superplasticizer additive Neoplast 8500 HP on the properties of cement-sand concrete made with portland cement type GU, APU brand. For the investigation, cement-sand concrete was prepared without additive and with additive for mixtures of water-cement ratios of 0.68, 0.62, 0.56, calling cement-sand concrete without additive as standard concrete. The dosage of 0.8% by weight of the cement was used. Fresh concrete tests were carried out such as: slump, unit weight, trapped air content, exudation and temperatura. Compressive and flexural strength tests were performed on hardened concrete. Subsequently, comparisons of the mixtures with additive with mixtures without additive (standard) were made.

The results yielded favorable values in the designs with additive compared to those without additive. The cement savings for the 0.68, 0.62 and 0.56 water-cement ratio designs were 2.37, 3.34 and 2.59 bags per cubic meter of concrete respectively, with the cement savings of 23.41 %, 29.27 % and 21.71 % respectively. Savings in the cost of concrete were estimated at: 29.05, 54.22 and 27.74 Peruvian soles respectively. The

variation of the compressive strength turned out to be: 5.48 %, increase for 0.68 in the design, 1.17 % increase for 0.62 and 2.44 % decrease for 0.56. It was concluded that Neoplast 8500 HP admixture satisfactorily influenced the properties of cement-sand concrete, reducing the amount of cement and the cost of concrete without affecting its mechanical properties.

**Key Words:** Plasticizer, water reducer, cement-sand concrete, structural mortar, mix design.

## **CAPITULO I: Marco Teórico**

### **1.1. Antecedentes del estudio.**

Pedro Fernando Aching Vásquez y Willians Osmar del Castillo Chávez en su trabajo “INFLUENCIA DEL PLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA SIKA-CEM EN EL CONCRETO CEMENTO-ARENA-IQUITOS, 2018” En la tesis se usó plastificante SikaCem y se muestran resultados que usando la misma cantidad de agua para relación agua cemento 0.62 el asentamiento de la mezcla sin aditivo resultó ser 3 ½” y con aditivo 10”, resistencia compresión a los 28 días del curado fue 240 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo y 276 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo.

Para relación agua cemento 0.58 el asentamiento de la mezcla sin aditivo resultó ser 4 ½” y con aditivo 10 ¼”, resistencia compresión a los 28 días del curado fue 286 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo y 337 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo.

Para relación agua cemento 0.54 el asentamiento de la mezcla sin aditivo resultó ser 3 ¼” y con aditivo 10 ¾”, resistencia compresión a los 28 días del curado fue 318 kg/cm<sup>2</sup> sin aditivo y 340 kg/cm<sup>2</sup> con aditivo.

Como podemos apreciar los asentamientos de las mezclas con aditivo crecieron mucho con respecto a mezclas sin aditivo, resultando pasar de estado plástico a líquido. Las resistencias también aumentaron en forma apreciable.

Cristian Cárdenas y Luciano López en su trabajo “INFLUENCIA DEL ADITIVO PLASTIFICANTE EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA - IQUITOS, 2018” muestran siguiente tabla:

**Tabla 1 Aumento de costo de concreto con el uso de aditivo SikaCem – Tesis (Cardenas, Lopez, 2019)**

<b>CANTIDAD DE CEMENTO POR METRO CÚBICO DE CONCRETO</b>						
relación a/c	<b>0.66</b>		<b>0.62</b>		<b>0.58</b>	
	kg	bolsas	kg	bolsas	kg	bolsas
sin aditivo	450.18	10.59	478.30	11.25	516.84	12.16
con aditivo	388.40	9.14	413.25	9.72	433.34	10.20
diferencia de cantidad de cemento	61.78	1.45	65.05	1.53	83.50	1.96
diferencia de costo considerando precio de bolsa de cemento de S/ 24.00	S/34.89		S/36.73		S/47.15	
<b>CANTIDAD DE ADITIVO SIKA CEM POR METRO CÚBICO</b>						
relación a/c	<b>0.66</b>		<b>0.62</b>		<b>0.58</b>	
	kg	litros	kg	litros	kg	litros
sin aditivo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
con aditivo	5.49	6.59	5.83	7.00	6.12	7.34
costo de aditivo considerando el precio de un litro de aditivo de S/ 9.00	S/59.29		S/62.96		S/66.10	
Aumento de costo de metro cúbico de concreto con el uso de aditivo SikaCem	S/24.40		S/26.23		S/18.94	

*Fuente: Cárdenas, López (2019) Tesis para optar título de Ing. Civil, Universidad Científica del Perú.*

Se puede apreciar las cantidades de cemento ahorrado en el concreto cemento-arena. Los autores de la tesis mantuvieron el asentamiento (Slump) a los valores parecidos con y sin aditivo. Gracias a ello pudieron estimar el ahorro de cemento resultado de disminución de cantidad de agua de amasado en caso de mezclas con aditivo con respecto a los de sin aditivo.

Christian Barba Silva y Víctor García Sánchez en su trabajo “ESTUDIO EXPLORATORIO EN DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA LIVIANO EMPLEANDO PERLITAS DE POLIESTIRENO, ARCILLA EXPANDIDA Y AGREGADO FINO DE LA CANTERA IRINA GABRIELA, DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA, IQUITOS 2018”, emplean las

cantidades de agua muy reducidas gracias al uso del aditivo Neoplast 8500 HP resultando ser:

- 102.74 litros por metro cúbico de concreto para concreto tipo espuma con 30 % de agregado fino y 70 % de las perlitas de poliestireno,
- 126.79 litros por metro cúbico de concreto para concreto liviano no estructural con 60 % de agregado fino y 40 % de las perlitas de poliestireno
- 167.01 litros por metro cúbico de concreto para concreto liviano estructural con 60 % de agregado fino y 40 % de arcilla expandida.

## **1.2. Bases teóricas.**

### **1.2.1. Concreto**

El concreto es un producto artificial constituido por la mezcla básicamente de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, resultante de la combinación química del material cementante con el agua, está compuesta de cemento portland y agua, y los agregados pétreos (arena: agregado fino y piedra chancada: agregado grueso), los cuales conforman el cuerpo del material, creando una masa que al endurecer forma una roca artificial (Ríos, 2011). La pasta constituye la fase continua del concreto y los agregados la fase discontinua, pues éstos no se encuentran unidos y en contacto sino, se hallan separados por espesores diferentes de pasta endurecida. En la Norma E.060 Concreto Armado se define al concreto como mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

En la actualidad, el concreto es el material de construcción más importante y de frecuente utilización en las grandes construcciones de infraestructura: complejos industriales, vías de comunicación y edificaciones en todo el mundo. Se pueden obtener

concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos, y/o utilizando agregados especiales (diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes, micro sílice, ceniza volante) (Nilson A.H. ,1999). Según, Núñez et al. (2005), el incorporar materiales cementantes suplementarios al cemento portland (mezclas ternarias) presenta grandes ventajas, debido a que desarrolla excelentes propiedades mecánicas y características de larga durabilidad.

Según, González (2002), la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta, del agregado y de la unión entre los dos. En un concreto adecuadamente elaborado, cada una de todas las partículas de agregado es completamente cubierta por la pasta, así como también todos los espacios entre las partículas de agregados se llenan totalmente con dicha pasta.

### **1.2.2. Cemento**

La Norma de Estructura E.060 Concreto Armado – 2009, define al Cemento portland como un producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1 % en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

Según refiere Ari (2002), “En 1929 como consecuencia de una serie de investigaciones experimentales, el químico R. H. Bogue establece las fórmulas que permiten el cálculo de los componentes del cemento en base a conocer el porcentaje de

óxidos que contiene, habiendo sido asumidas como norma por ASTM C-150, permitiendo una aproximación práctica al comportamiento potencial de cualquier cemento Portland normal no mezclado”.

Los cementos que cumplan con la norma ASTM C-150 pueden ser usados para la producción de concreto. Según norma mencionada existen los siguientes tipos:

Tipo I: Se le conoce como cemento Portland ordinario y es el de mayor comercialización en el mercado. Se usa, donde no se requieren propiedades especiales.

Tipo II: De moderada resistencia a sulfatos y moderado calor de hidratación. Se emplea en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.

Tipo III: Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Se usa en climas fríos o en casos en que se necesite adelantar la puesta en servicio de las estructuras.

Tipo IV: De bajo calor de hidratación. Generalmente, se usa para concretos masivos.

Tipo V: Alta resistencia a sulfatos. Su uso es obligado para ambientes muy agresivos.

Ari (2002), señala que, en general los cementos de producción nacional siguen los comportamientos típicos de los cementos de fabricación mundial; sin embargo, indica, que la experiencia en el uso de ellos no puede generalizarse a priori, debido a la variabilidad de los valores de las propiedades a corto plazo que se pueden apreciar en las tablas, lo cual al ser indicador que no todos nuestros cementos siempre mantengan parámetros constantes en el corto plazo, es recomendable efectuar pruebas de control de las propiedades.



El cemento que se usó en la presente investigación es el APU TIPO GU que tiene las siguientes características físicas:

**Tabla 2 - Propiedades del cemento APU tipo GU**

Parámetro	Unidad	Cemento Apu	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	3.71	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	365	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	272	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	320	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	369	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	128	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	300	Máximo 420
<b>Barras curadas en agua</b>			
Expansión a 14 días	%	0.015	Máximo 0.020
<b>Calor de Hidratación</b>			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No específica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No específica

*Fuente: Ficha técnica del cemento APU TIPO GU de la empresa UNACEM*

Las características del cemento tipo GU están especificados en la norma ASTM C-1157 “Standard Performance Specification for Hydraulic Cement” donde en el punto 1.1 indica que en esta norma no existen requerimientos de composición del cemento. En la norma ASTM C-150, por otra parte, existen exigencias estrictas con respecto a los compuestos químicos que componen cada tipo de cemento.

Norma ASTM C-1157 especifica siguientes tipos de cementos hidráulicos:

Tipo GU: Uso general; no presenta características especiales

Tipo HE: Alta resistencia temprana

Tipo MS: Moderada resistencia a sulfatos

Tipo HS: Alta resistencia a sulfatos

Tipo MH: Moderado calor de hidratación

Tipo LH: Bajo calor de hidratación

El cemento APU corresponde entonces al cemento de uso general, que en función de su comportamiento se asemeja al tipo I de la norma ASTM C-150, pero presenta diferente composición química.

### **1.2.3. Agregados**

Los agregados, llamados también áridos o inertes, son definidos como el conjunto de partículas, sean éstos de origen natural o artificial, que puedan ser tratados o elaborados y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la Norma Técnica Peruana 400.011 (Ari, 2002).

Los agregados ocupan alrededor de 3/4 partes del volumen total del concreto, por lo que es preciso tener un especial cuidado en el estudio de su origen a partir del tipo de la roca madre y sus principales características físicas y químicas, porque éstas influyen directamente en la calidad del concreto (Ari, 2002).

Las características físicas más importantes de los agregados son: peso unitario, peso específico, contenido de humedad, porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, el módulo de finura; para las cuales existen una serie de ensayos de laboratorio estandarizados, para su comparación con valores de referencia establecidos en las normas o para establecerlo en los diseños de mezcla de concreto (Chávez y Pinchi, 2015).

Según, Rivva (2007), la granulometría es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la trabajabilidad del concreto en estado fresco y en las

propiedades del concreto endurecido, como la resistencia a compresión y el módulo de elasticidad.

El muestreo de los agregados es una operación fundamental en el proceso de control de calidad, se realiza según la Norma Técnica NTP 400.010, concordante con la Norma ASTM C-702.

#### **1.2.4. Agregado fino**

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural (arena natural) o artificial (manufacturada) de las rocas, que pasa al Tamiz 3/8" (9.51 mm) y es retenido en el tamiz N° 200 (74µm), como se indica en la Norma Técnica Peruana 400.011. Para agregado procesado, el tamaño máximo nominal es la menor malla donde se produce el primer retenido.

##### **Características del agregado fino:**

#### **1.2.4.1. Granulometría del Agregado Fino (NTP 400.012) (ASTM C-136)**

Ésta se refiere a distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de tamices utilizados: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N° 200.

La calidad del concreto depende básicamente de las propiedades del mortero, especialmente de la granulometría y otras características de la arena; y, como no se puede modificar la granulometría de la arena a diferencia de lo que sucede con el agregado grueso, que se puede cribar y almacenar separadamente sin dificultad, la atención principal, entonces, se dirige al control de su homogeneidad (*Ari, 2002*).

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

Se selecciona un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Se coloca los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Se efectúa la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un periodo adecuado.

En ningún caso, el peso debe ser tan grande que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

Se continua el tamizado por un período suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1 % de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: tómesese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considerará satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), cuando el total de partículas del material sobre la malla forme una sola capa. Si el tamaño de tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, se utiliza tamices de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.

En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4.75 mm (No. 4) puede distribuirse entre dos o más grupos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

Determinese el peso de muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla con los requisitos descritos. El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con

el peso original de muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3 %, basado en el peso de muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

Se calcula el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1 %, con base en el peso total de muestra inicial seca.

Cuando sea requerido, calcular el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma por 100: (N°200), (N°100), (N°50), (N° 30), (N° 16), (N° 8), (N° 4), (3/8"), (3/4"), (1 1/2"), (3").

#### **1.2.4.2. Módulo de Fineza**

Índice aproximado que representa el tamaño promedio de partículas de la muestra de arena; se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Se calcula como la suma de porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 dividido entre 100.

En la interpretación del módulo de finura, se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reduce segregación y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para concretos de alta resistencia; además la norma ASTM C-33 establece que la arena debe tener un Módulo de Finura no menor de 2.3 ni mayor que 3.1 (*Ari, 2002*).

#### **1.2.4.3. Superficie Específica**

Es la suma de las áreas superficiales de partículas del agregado fino por unidad de peso; en su determinación se consideran dos supuestos: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de partículas que pasan por un

tamiz y quedan retenidas en el otro es igual al promedio de las aberturas.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$S_e = \frac{0,06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se = Superficie específica (cm<sup>2</sup> / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i  
(cm)

γ = Peso específico del agregado

#### **1.2.4.4. Peso Unitario (NTP 400.017) (ASTM C-29)**

Es el peso que alcanza un determinado volumen unitario, el cual se expresa en kg/m<sup>3</sup>. Su valor depende de condiciones intrínsecas de los agregados, tales como su forma, tamaño, granulometría y contenido de humedad; también depende de factores externos como el grado de compactación aplicado, el tamaño máximo del agregado en relación con el volumen del recipiente, la forma de consolidación, etc. Se usa un recipiente metálico con un volumen conocido y se lo llena con agregado. El peso del agregado dividido entre el volumen del recipiente es el peso unitario del agregado.

El recipiente debe cumplir con siguientes requisitos:

Deben ser metálicos, cilíndricos, preferiblemente provistos de agarraderas, a prueba de agua, con el fondo y borde superior pulido, plano y suficientemente rígido, para no deformarse bajo duras condiciones de trabajo. Los recipientes

de 15 a 30 litros deben ir reforzados en su boca con una banda de acero de 40 mm de ancho. La capacidad del recipiente utilizado en el ensayo, depende del tamaño máximo de partículas del agregado que se va a medir, de acuerdo con los límites establecidos en la Tabla N°1. El espesor del metal se indica en la Tabla N°2. El borde superior será pulido y plano dentro de 0,25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5 %. La pared interior deberá ser pulida y continua.

Calibración del recipiente se efectúa de la siguiente manera:

Se llena el recipiente con agua en temperatura del ambiente y se cubre con una placa de vidrio de tal manera para poder eliminar todas burbujas de aire.

Se determina el peso del agua. Se mide la temperatura del agua y determina su peso específico de la Tabla N°3 de norma ASTM C-29 interpolando si es necesario.

Se calcula el volumen, V, del recipiente de medida dividiendo el peso requerido para llenar el recipiente entre su peso específico. Alternativamente calcular el factor de la medida ( $f = 1/V$ ) dividiendo el peso específico del agua entre el peso requerido para llenar el recipiente.

Peso unitario se calcula a través de siguientes fórmulas:

$$P.U. = \frac{G-T}{V} \dots\dots(1)$$

$$P.U. = (G - T) \times f \dots\dots(2)$$

Donde:

- P.U.– Peso unitario del agregado (kg/m<sup>3</sup>)
- G – Peso del agregado más peso del recipiente de medida (kg)
- T – Peso del recipiente de medida (kg)
- V – Volumen del recipiente de medida (m<sup>3</sup>)

f – Factor del recipiente de medida (1/m<sup>3</sup>)

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{(A \times W) - P.U.}{A \times W}$$

Donde:

P.U. – Peso unitario del agregado (kg/m<sup>3</sup>)

A – Gravedad específica aparente determinada según las normas ASTM C-127 o C-128.

W – Peso específico del agua, 998 kg/m<sup>3</sup>.

- Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

Es el peso unitario que se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión, ni compactación.

- Peso Unitario Compactado (P.U.C.)

Es el peso unitario que se obtiene cuando se ejerce presión (compactación) al llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes en cada capa con una varilla de 5/8" y 60 cm de longitud y de extremo redondeado.

#### **1.2.4.5. Material más fino que la malla N° 200 (NTP 400.018) (ASTM C-117)**

Material constituido por arcilla y limo que se presenta recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. En el primer caso, afecta la adherencia del agregado y la pasta, en el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla; en consecuencia, el ensayo permite determinar, en porcentaje, la cantidad de materiales finos que se pueden presentar en el agregado.

Se seca la muestra de ensayo, hasta peso constante, a una temperatura que no exceda los 110°C±5°C y se pesa con una precisión de 0.1 %.



Después de secada y pesada, se coloca la muestra de ensayo en el recipiente y se agrega suficiente cantidad de agua para cubrirla. Se agita vigorosamente el contenido del recipiente y de inmediato se vierte sobre el juego de tamices armado. Se considera satisfactorio el uso de una cuchara grande para agitar la muestra en el agua.

Se agita con suficiente vigor para lograr la separación total de todas las partículas más finas que el tamiz de 75 mm (No. 200) y provocar la suspensión del material fino, de manera que pueda ser removido por decantación del agua de lavado. Es conveniente tener el cuidado necesario para no arrastrar las partículas más gruesas. Se repite esta operación hasta que el agua de lavado salga completamente limpia.

Se devuelve todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada. Se seca el agregado lavado hasta obtener un peso constante, a una temperatura que no exceda de  $110^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$  y se pesa con una aproximación de 0.1 % del peso de la muestra.

Se calcula la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), por lavado, de la siguiente forma:

$$A = \frac{B - C}{C} \times 100$$

Donde:

A – Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado.

B – Peso original de la muestra seca, en gramos.

C – Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

#### **1.2.4.6. Peso Específico y absorción (NTP 400.022) (ASTM C-128)**

Es la relación entre el peso del material y su volumen. Su diferencia con el peso unitario está en que este no toma en cuenta el volumen que ocupan los vacíos del material. Su valor se toma en cuenta para realizar la dosificación de la mezcla, así como para verificar que el agregado corresponda al material de peso normal.

Según (ARI, 2002), en esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar:

- a) **Peso Específico de Masa:** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).
- b) **Peso Específico de Masa Saturado- Superficialmente Seco:** Relación entre el peso de la masa del agregado saturado superficialmente seco y el volumen mismo.
- c) **Peso Específico Aparente:** Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de la masa del mismo.

Absorción del agregado es la diferencia en el peso del agregado fino superficialmente seco y el peso del material secado al horno a 100 -110°C, dividido entre el peso seco y todo multiplicado por 100.

Físicamente, es la capacidad del agregado fino de absorber el agua en contacto con éste. Al igual que el contenido de humedad, esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

Después de homogeneizar completamente la muestra y eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz No. 4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 kg, que se seca en el horno a 100 - 110 °C, se enfría luego al aire a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante. A continuación, se cubre la muestra completamente con agua y se deja así sumergida durante 24±4 horas. Cuando los pesos específicos y la absorción vayan a utilizarse en el proyecto de mezclas de concretos hidráulicos, en que los agregados son utilizados normalmente en estado húmedo, puede prescindirse del secado previo hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido previamente con su superficie continuamente mojada, se puede igualmente omitir el periodo de 24 h de inmersión. Los valores que se obtienen para la absorción y el peso específico aparente saturado con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si se omite el secado previo antes del periodo de inmersión, por lo cual deberá consignarse siempre en los resultados cualquier alteración introducida en el proceso general.

Después del periodo de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.

Para fijar este punto, cuando se empieza a observar visualmente que se está aproximando el agregado a esta condición, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente,

echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuara agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca. El procedimiento descrito anteriormente solamente es válido cuando el desmoronamiento superficial no se produce en la primera prueba, por la falta de seguridad en el estado de humedad superficial que ello comportaría. En este caso, deberán añadirse al agregado algunos centímetros cúbicos de agua, mezclar completamente toda la muestra y dejarla tapada para evitar la evaporación durante una media hora. A continuación, se repiten de nuevo los procesos de secado y pruebas del cono, explicados anteriormente, hasta determinar el estado correcto de saturado con superficie seca.

Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado el agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se añade agua hasta aproximadamente un 90% de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua), con una aproximación de 0.1 g.

Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno entre 100 - 110 °C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 1.5 horas y se determina finalmente su peso seco.

Si no se conoce, se determinará el peso del picnómetro aforado lleno de agua hasta el enrase, sumergiéndolo en un baño de agua a temperatura de ensayo.

Los resultados del ensayo se calculan de la siguiente forma:

$$\text{Gravedad específica (secado en horno - base seca)} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica (S.S.S. )} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} \times 100\%$$

Donde:

A = Peso al aire de la muestra completamente seca, en gramos.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca, en gramos.

Pesos específicos se calcula multiplicando gravedades específicas por peso específico del agua, que tomamos como 1 g/cm<sup>3</sup>.

### **1.2.5. Aditivo plastificante (reductor del agua)**

En el informe de Dr. Ing. Carlos Safranez “Características de los principales aditivos químicos para hormigones, morteros y su empleo en la construcción” Informes de la Construcción Vol. 23, nº 224 Octubre de 1970 - España, encontramos siguientes informaciones:

#### **Mecanismo de acción de un plastificante**

La parte activa del plastificante la componen moléculas en forma de hilos finos que se concentran en toda la superficie de contacto, o sea, en la del cemento, de los áridos y de burbujas de aire. Un extremo del hilo repele el agua y sobresale de la misma, mientras que el otro extremo la absorbe y estando metido dentro del agua la atrae hacia la superficie de los componentes de la mezcla. De esta forma se aumenta de hecho la superficie humedecida y disminuye por consiguiente la cantidad de agua necesaria. Este fenómeno conocido como la disminución de la tensión superficial del agua, se efectúa liberando cierta cantidad de energía de trabajo lo que se demuestra fácilmente al añadir una gotita de plastificante al agua coloreada. Sin agitarla, ésta empieza a moverse, se forman remolinos quedando el plastificante uniformemente repartido. Este hecho tiene una gran importancia práctica ya que el plastificante se añade en proporciones muy pequeñas, del 0,1 al 0,7 % sobre el peso del cemento y es naturalmente muy importante que su reparto uniforme se logre con un mínimo de agitación.

## **Poder de humectación**

El poder de humectación, es decir, la capacidad de humedecer se determina en el laboratorio midiendo en dinas/cm la tensión superficial del agua con o sin adición del plastificante. A mayor tensión superficial corresponde menor poder de humectación. El mercurio, por ejemplo, tiene una tensión superficial muy alta, 472 dinas/cm; su gota forma una esfera, o sea, un cuerpo con un mínimo de superficie. El alcohol, en cambio, la tiene muy baja, prácticamente nula, no forma gotas y se extiende completamente sobre un plano; su poder de humectación es muy elevado. El agua se encuentra entre ambos materiales, con una tensión superficial de 73 dinas/cm, aproximadamente; su gota forma sobre un plano una media esfera rebajada. Al añadir un plastificante en cantidad normal, baja su tensión a 40-50 dinas/cm, adquiriendo, por consiguiente, un mayor poder de humectación. Aumentando la proporción del plastificante se consigue rebajar aún más la tensión superficial del agua. En la obra es normalmente suficiente determinar solamente el poder relativo de humectación de un plastificante, comparando el escurrimiento de distintas clases de concretos en una mesa de sacudidas. En concretos de mismas características, un plastificante de mejor calidad produce un mayor escurrimiento o que es lo mismo, una mayor reducción de la tensión superficial del agua. El efecto de un plastificante se manifiesta con mayor intensidad en concretos ricos de cemento que en concretos pobres, pero empleando un plastificante de buena calidad se consigue siempre mejorar notablemente también la calidad de un hormigón muy pobre en cemento. En unos ensayos realizados en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, utilizando concretos de solamente 150 kg de cemento por metro cúbico, pudimos observar que, conservando la misma trabajabilidad, al añadir 0,5 % de plastificante sobre el peso del cemento, la relación de a/c disminuyó en un 8 %, aumentando, no

obstante, el escurrimiento en un 5,5 %, según lo comprobado en la mesa de sacudidas. La resistencia compresión aumentó a los 7 días en un 12 %, y a los 28 días en un 19 %.

Naturalmente, esta clase de ensayos nos proporcionan solamente valores relativos para comparar distintas clases de aditivos, pero son muy útiles para demostrar su eficacia, valiéndose de procedimientos sencillos y rápidos. Para esta clase de comprobación se recomienda la utilización de morteros, ya que el efecto resulta más pronunciado. En unos ensayos realizados con morteros de 22 % de cemento y 78 % de arena en peso, y relación a/c de 0,53 y 0,67, respectivamente, al añadir un aditivo plastificante en proporción de 0,5 y 0,7 % sobre el peso del cemento, el escurrimiento aumentó del 16,7 hasta el 88 %.

### **Dispersión**

Otro efecto muy importante de un plastificante representa su poder de dispersión. Al absorber la superficie del cemento las moléculas que forman la parte activa del plastificante, se produce una carga electrostática. Las partículas del cemento quedan cargadas negativamente, y al repelerse mutuamente se produce una dispersión y, por consiguiente, su reparto más uniforme dentro de la mezcla. Al estar las partículas de cemento mejor repartidas, se aumenta también la facilidad de su humectación, resultando, además el concreto más homogéneo.

### **Influencia del plastificante en la resistencia del concreto**

Hemos expuesto los tres efectos fundamentales que debe reunir un aditivo plastificante de calidad. Debido a la plastificación resulta el concreto más trabajable; a causa de la fluidificación se reduce la relación a/c, disminuyen los poros y conductos capilares y como resultado de la dispersión del cemento, intensificamos su humectación y obtenemos el concreto más homogéneo. Es lógico



esperar una influencia favorable de estos efectos en el hormigón fraguado. Efectivamente y según lo demuestran los ensayos observamos al añadir un plastificante un aumento de resistencia entre el 10 y el 20 %. Conservando la misma trabajabilidad la reducción de la relación a/c es más pronunciada en los hormigones de consistencia fluida y disminuye a medida que los concretos se hacen más secos. El empleo de plastificante está indicado principalmente en concretos vibrados, de consistencia relativamente fluida. Aparte del aumento de resistencia, al resultar la estructura del concreto más homogénea y con menor volumen de huecos se consigue una mayor impermeabilidad, así como también una más elevada resistencia a la abrasión. Un procedimiento sencillo para demostrar esto último consiste en cubrir el concreto con una plancha de hierro perforada, siendo el diámetro del hueco de unos 10 cm, y someterlo durante un tiempo al desgaste por medio de un chorro de arena. Su composición es idéntica, solamente que uno tiene 15 % menos de agua, debido a la adición de un plastificante. Se observa claramente que este último ha sufrido mucho menos desgaste que el concreto sin plastificante. Naturalmente, esta prueba nos facilita únicamente valores relativos para comparar la resistencia a la abrasión de distintas clases de hormigones.

**Figura 1 – Los efectos de los aditivos plastificantes**



### **1.2.6. Aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP**

Los datos en la ficha técnica del aditivo Neoplast 8500 HP son siguientes:

NEOPLAST 8500 HP es un aditivo para concreto especialmente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, reductor de agua de alto rango sin retardo y optimizador de cemento en mezclas de concreto, está diseñado para ser empleado en climas cálidos y fríos.

#### **APLICACIONES PRINCIPALES**

- Concreto autocompactados.
- Concreto de baja relaciones agua/cemento.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto fluido de alto asentamiento.
- Concreto reforzado.

## BENEFICIOS

- Produce concretos fluidos sin retardo.
- Permite que el concreto o mortero sea transportado a largas distancias.
- Reduce más de 45% del agua de amasado.
- Reduce la segregación y exudación en el concreto plástico.
- Reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido.

### **1.2.7. Propiedades del concreto en estado fresco**

#### **1.2.7.1. Peso unitario, rendimiento y contenido de aire**

##### **(gravimétrico) del concreto (N.T.P. 339.049) (ASTM C-138)**

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en  $\text{kg/m}^3$ . Depende del tipo de agregado empleado, resultando de ello concretos livianos, normales y pesados, cuando el peso unitario está entre  $400 \text{ kg/m}^3$  a  $1700 \text{ kg/m}^3$ ,  $1800 \text{ kg/m}^3$  a  $2500 \text{ kg/m}^3$  y mayor de  $2500 \text{ kg/m}^3$  respectivamente. Se emplea principalmente para comprobar el rendimiento de la mezcla, al comparar el peso unitario del diseño con el real de obra.

El ensayo como objetivo tiene la determinación del peso unitario del concreto recién mezclado, proporcionando fórmulas para calcular el rendimiento, el contenido de cemento por unidad de volumen y el contenido de aire del concreto en porcentaje de volumen. El rendimiento se define como el volumen del concreto logrado con una mezcla de cantidades conocidas de sus materiales componentes. Se usa un recipiente de volumen

conocido que se llena con una mezcla del concreto. Después se pesa y determina el peso de la mezcla. El recipiente puede ser igual como en el ensayo de peso unitario del agregado y su calibración se realiza de forma igual:

Se llena el recipiente con agua en temperatura del ambiente y se cubre con una placa de vidrio de tal manera para poder eliminar todas burbujas de aire. Se determina el peso del agua. Se mide la temperatura del agua y determina su peso específico de la Tabla 3 de la norma ASTM C-29 interpolando si es necesario. Calcular el volumen,  $V_m$ , del recipiente de medida dividiendo el peso requerido para llenar el recipiente entre su peso específico.

Alternativamente calcular el factor de la medida ( $f = 1/V_m$ ) dividiendo el peso específico del agua entre el peso requerido para llenar el recipiente.

Se coloca el concreto en el medidor, en tres capas de aproximadamente igual volumen. Se golpea cada capa con la varilla compactadora, 25 veces cuando se usen medidores de volumen igual o menor a 14 L (0.5 pies<sup>3</sup>) o 50 veces cuando se use el medidor de 28 L (1 pie<sup>3</sup>). Los golpes aplicados a la capa inferior deben cruzar todo su espesor, pero no deben estrellar fuertemente el fondo del medidor. Se distribuye los golpes uniformemente sobre la sección transversal del medidor. Para las capas media y superior, los golpes deben penetrar aproximadamente 25 mm (1") dentro de la capa anterior a la que está siendo compactada. Después de que cada capa ha sido compactada, se golpea los costados del medidor con el martillo apropiado, entre 10 y 15 veces, con el fin de cerrar los orificios dejados por la varilla y de liberar las burbujas de aire que hayan quedado atrapadas en la mezcla. Añádase la capa final de tal forma que se evite el sobrellenado.

Al terminar la compactación, el medidor no debe mostrar un exceso o una deficiencia considerable de concreto. Se considera como óptimo, un exceso de concreto que sobresalga 3 mm (1/8") por encima del nivel del borde del molde. Puede añadirse una pequeña cantidad de concreto para corregir una deficiencia. Si el medidor contiene gran exceso de concreto al terminar la compactación, remuévase una porción representativa del exceso con un palustre o una cuchara, inmediatamente después de completar la compactación y antes de enrasar el medidor.

Se enrasa la superficie del concreto al terminar la compactación y se termina la superficie del concreto, en forma lisa con la placa enrasadora, teniendo mucho cuidado de dejar el medidor lleno justo a nivel. El enrasado queda mejor presionando la placa enrasadora sobre la superficie del medidor, para cubrir aproximadamente 2/3 de la superficie y retirando la placa con un movimiento de sierra para terminar solamente el área originalmente cubierta. Luego se coloca la placa sobre la superficie del medidor para cubrir los 2/3 originales de superficie y se avanza la placa con una presión vertical y un movimiento de sierra para cubrir el total de la superficie del medidor. Si se dan varios pequeños golpes con el extremo inclinado de la placa, se producirá una superficie lisa.

Limpieza y pesaje. Después de enrasar, se limpia cualquier exceso de concreto existente en el exterior del medidor y se determina el peso neto de la masa de concreto en el medidor.

Peso unitario. Se calcula el peso neto del concreto en kilogramos, sustrayendo el peso del medidor,  $W_m$ , del peso total de medidor más concreto,  $W_c$ . Se calcula el peso unitario,  $W$ ,

dividiendo el peso neto de la muestra,  $W_m$ , entre el volumen de recipiente de medida,  $V_m$ .

$$W = \frac{W_c - W_m}{V_m}$$

*Fuente: ASTM C-138*

Rendimientos. Se calcula el rendimiento como sigue:

Rendimiento:

$$Y(m^3) = \frac{W_1}{W}$$

*Fuente: ASTM C-138*

Rendimiento relativo. Es la relación entre el volumen real del concreto obtenido y el volumen tal como fue diseñado para la bachada, calculado como sigue:

$$R_y = \frac{Y}{Y_d}$$

*Fuente: ASTM C-138*

Nota 6. Un valor de  $R_y$  superior a 1.00 indica un exceso del concreto que está siendo producido mientras que el valor menor indica que la bachada es "pequeña" para su volumen de diseño.

Contenido de cemento. Se calcula el contenido de cemento real de la siguiente forma:

$$N = \frac{N_t}{Y}$$

*Fuente: ASTM C-138*

Contenido de aire. Se calcula su valor de la manera siguiente:

$$A = \left( \frac{Y - V}{Y} \right) \times 100$$

*Fuente: ASTM C-138*

También:

$$A = \left( \frac{T - W}{T} \right) \times 100$$

*Fuente: ASTM C-138*

Donde:

A = Contenido de aire (porcentaje de vacíos) en el concreto

N = Contenido real de cemento, kg/m<sup>3</sup>

Nt = Peso del cemento en la bachada, kg

Ry = Rendimiento relativo

T = Peso unitario teórico del concreto, suponiendo la no presencia de aire, kg/m<sup>3</sup> (Nota 1).

V = Volumen total absoluto de los ingredientes (sin aire atrapado) que componen la bachada, m<sup>3</sup>

W = Peso unitario del concreto, kg/m<sup>3</sup>

W1 = Peso total de todos los materiales de la bachada, kg (Nota 2).

Y = Rendimiento, volumen de concreto producido por bachada, m<sup>3</sup>

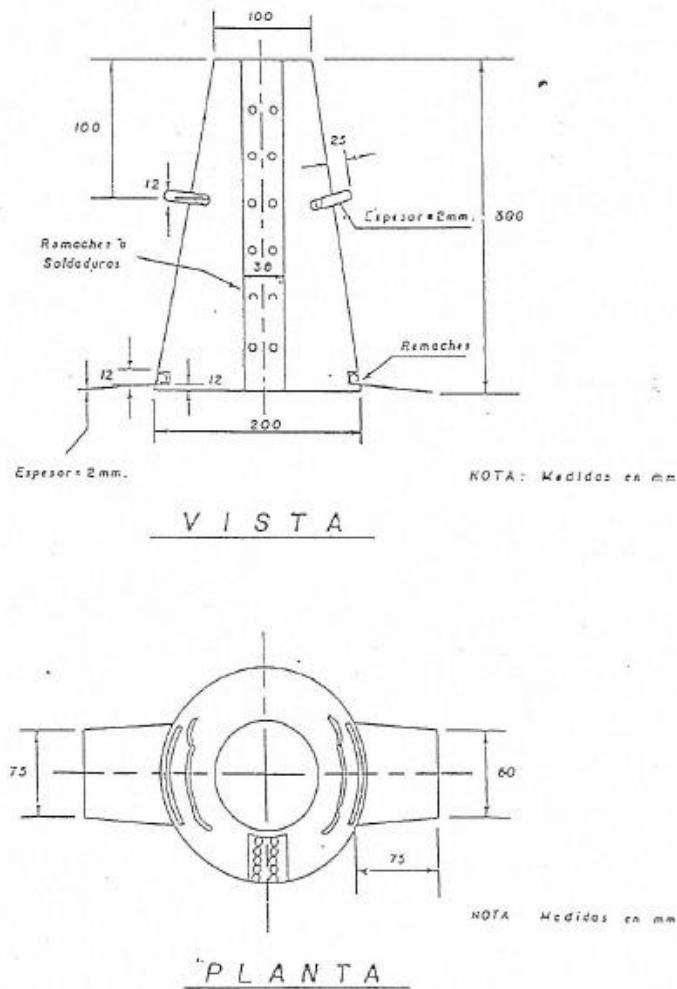
Yd = Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la bachada, m<sup>3</sup>

### **1.2.7.2. Consistencia (Asentamiento o Slump): (NTP 339.035) (ASTM C-143)**

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. En los concretos bien proporcionados, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores; se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari, 2002).



**Figura 2 - Cono de Abrams**



*Fuente: NTP 339.035*

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde aproximadamente a una altura de 65 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.

Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla

dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo debe compactarse en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inferior.

Al llenar la capa superior debe apilarse concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, debe agregarse concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después de que la última capa ha sido compactada debe alisarse a ras la superficie del concreto. Inmediatamente se retira el molde, se alza cuidadosamente en dirección vertical.

El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 a 10 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, debe hacerse sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento debe comenzarse a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

Inmediatamente después se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, debe repetirse el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este

resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesaria para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

Debe anotarse el asentamiento del espécimen con aproximación al medio centímetro o al cuarto de pulgada.

### **1.2.7.3. Exudación (NTP 339.077) (ASTM C-232)**

Exudación, llamado también el sangrado del concreto consiste en la formación de una capa de agua en la superficie del concreto recién colocado. Es causada por la sedimentación de las partículas sólidas del concreto (cemento y agregados) y a su vez la subida del agua hacia la superficie.

Se mide siguiendo los procedimientos de las normas NTP 339.077 o ASTM C-232. Consiste en llenar un recipiente con concreto ensayado hasta una pulgada por debajo del borde del recipiente. Después de cada 10 min se succiona el agua exudada y mide su volumen. Después de 40 min se toma las lecturas cada media hora. Se termina el ensayo, cuando en una medición ya no aparece el agua en la superficie. Los cálculos se efectúan mediante las siguientes lecturas:

$$C = \frac{w}{W} * S \qquad Exudación(\%) = \frac{V}{C} * 100$$

Donde:

C = Volumen del agua en la muestra de ensayo, en Lts.

W = Agua efectiva en Lts.

W = Cantidad total de materiales, en Kg

S = Peso del concreto en Kg

V = Volumen final exudado en Lts

#### **1.2.7.4. Temperatura del concreto: (NTP 339.184), (ASTM C-1064)**

Este ensayo consiste en la medición del concreto recién mezclado. La temperatura de la mezcla del concreto influye en velocidad de la hidratación del concreto. A más temperatura más aumento de la reacción del cemento con agua. La hidratación inicial aumentada por la alta temperatura, provoca el aumento de temperatura aún más. Esto puede desembocar en problemas como secado y contracción del concreto excesiva.

El ensayo consiste en colocar un dispositivo de medición de temperatura en la muestra de concreto de tal modo que este rodeado de mezcla por todos sus lados (al menos 3" y lejos del recipiente que lo contiene), el tiempo mínimo que debe estar introducido el dispositivo medidor es de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Se debe efectuar este ensayo dentro de los 5 minutos de tomada la muestra.

#### **1.2.8. Propiedades del concreto en estado endurecido**

##### **1.2.8.1. Resistencia Compresión (NTP 339.034) (ASTM C-39)**

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. A esta característica mecánica afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de

hidratación, permite el desarrollo o alcance de las características del concreto.

Las muestras no deben ensayarse si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más del 2 %.

Ninguna de las muestras ensayadas a compresión debe separarse de la perpendicularidad del eje en más de 0.51 (equivalentes a 3 mm en 300 mm aproximadamente). El extremo de una muestra que no sea plana debe ser refrentado (capping) de acuerdo con lo indicado por la norma correspondiente. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal de la muestra debe determinarse con una precisión de 0.25 mm (0.01") promediando los dos diámetros medidos en ángulo recto uno con respecto al otro y en la mitad del espécimen.

El ensayo de compresión de muestras curadas en agua debe hacerse inmediatamente después de que estas han sido removidas del lugar de curado.

La muestra se debe mantener húmeda utilizando cualquier método conveniente, durante el periodo transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando es ensayada. Debe ensayarse en condición húmeda.

Colocación de la muestra: Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpia con un paño las superficies de los bloques superiores e inferiores y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior. Hay que cuidar, que el eje del espécimen quede alineado con el centro del bloque superior. El bloque con rotula debe rotarse inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida.

Velocidad de carga: Aplíquese la carga continuamente sin golpes bruscos.

Para las máquinas de ensayo del tipo tornillo, la cabeza móvil debe desplazarse a una velocidad de 1.3 mm/min (0.05 pulg/min) cuando la maquina está operando sin transmitir carga. Para las maquinas hidráulicamente operadas la carga debe aplicarse a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de 0.14 a 0.34MPa/s (20 a 50 lb/pulg<sup>2</sup> por seg. o 1.43 a 3.47 kg/cm<sup>2</sup>). La velocidad escogida se debe mantener al menos durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga prevista, se permite una velocidad de carga mayor. Se aplica la carga hasta que la muestra falle y se registra la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo.

El resultado de la resistencia se calcula dividiendo la carga que soportó la muestra (en caso de esta tesis en kg) entre el área transversal de la muestra (círculo con diámetro promedio de dos medidas).

#### **1.2.8.2. Resistencia flexión en viga (NTP 339.078) (ASTM C-78)**

La resistencia flexión en viga es una forma de medida de resistencia a tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia flexión, se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C-78

(cargada en los puntos tercios) o ASTM C-293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en un 15 % los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

En la presente tesis se usó el método de la norma ASTM C-78. Las muestras deben tener una distancia libre entre apoyos de al menos tres veces su altura, con una tolerancia del 2 %. Los lados de la muestra deben formar ángulos rectos con las caras superior e inferior. Todas las superficies en contacto con los bloques de aplicación de carga y de soporte deben ser suaves y libres de grietas, indentaciones, agujeros o inscripciones.

Se gira la muestra sobre un lado con respecto a su posición de moldeo y céntrase sobre los bloques de carga. Se centra el sistema de carga en relación con la fuerza aplicada. Se pone los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios, entre los soportes. Si no se obtiene contacto completo sin carga entre el espécimen, los bloques de aplicación de carga y los soportes, de forma que se presente una separación de 0.1 mm (0.004") en una longitud de 25 mm (1") o más larga, se pule o refrenta las superficies de contacto de la muestra con el procedimiento según norma ASTM C-617 o con láminas de cuero.

Se recomienda minimizar el pulimento de superficies laterales de la muestra, ya que esto puede variar las características físicas de esta y afectar los resultados del ensayo.

A continuación, se aplica la carga en forma continua a una rata que incremente constantemente el esfuerzo de la fibra extrema, entre 861 y 1207 kPa/min (125 a 175 lb/pulg<sup>2</sup>), hasta que ocurra la rotura.

Tómense tres medidas de cada dimensión (una en cada borde y en el centro) con una precisión de 1.3 mm (0.05") para determinar el ancho promedio, la altura promedio y la localización de la línea de fractura del espécimen en la sección de falla.

Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, calculase el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Siendo:

R = Módulo de rotura, MPa (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (kg).

L = Longitud libre entre apoyos, mm (cm).

b = Ancho promedio de muestra, mm (cm).

d = Altura promedio de muestra, mm (cm).

Si la fractura ocurre en la sección con "capping", incluya el espesor del recubrimiento en la altura de la muestra.

El peso de la viga no se incluye en los cálculos anteriores.

Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, en menos del 5 % de la luz libre, calcúlese el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

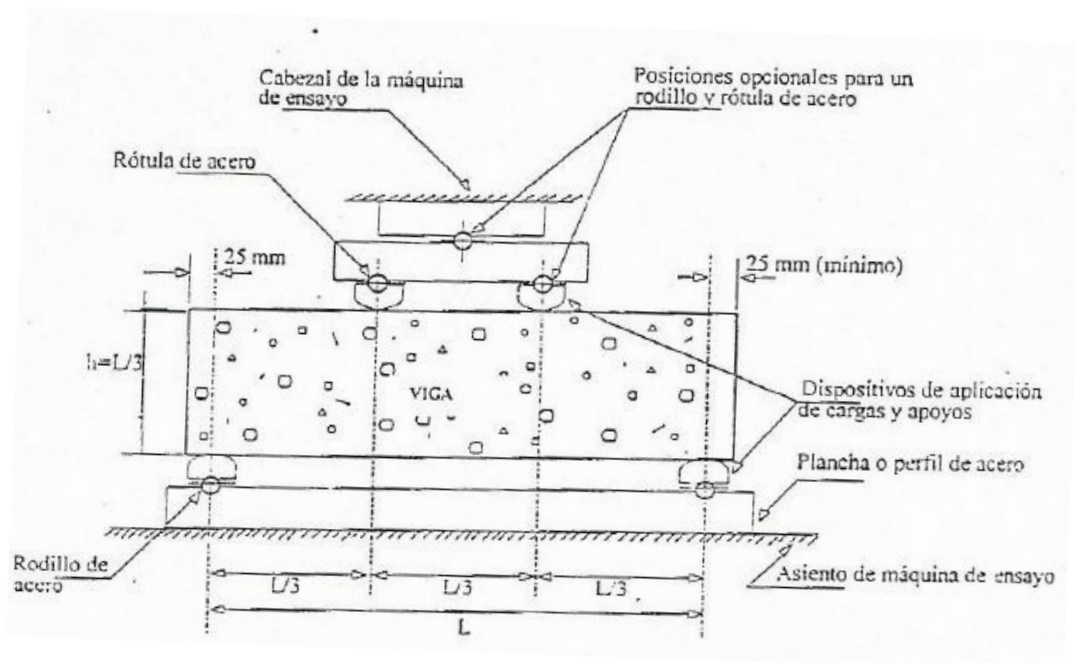
Donde:



a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medido sobre la zona de tensión de la viga, mm (cm).

Si la fractura ocurre en la zona de tensión y fuera del tercio medio de luz libre, en más del 5 % de luz libre, no tenga en cuenta los resultados del ensayo.

**Figura 3 – Equipo del ensayo de resistencia a la flexión**



Fuente: NTP 339.078

### 1.3. Definición de términos básicos.

#### 1.3.1. Concreto cemento-arena

El concreto cemento-arena definimos como mortero para usos estructurales reservados tradicionalmente para concretos comunes. Difiere con concreto normal con el hecho de no contener en su composición al agregado grueso. Su composición consiste en: agregado fino, cemento, agua y opcionalmente aditivos. En la ciudad de Iquitos se emplea muy frecuentemente este material,

debido a no presencia de las fuentes cercanas del agregado grueso.

### **1.3.2. Relación agua-cemento**

Relación agua-cemento definimos como la relación del peso del cemento entre el peso del agua en una porción del concreto fresco.

### **1.3.3. Dosificación del aditivo**

Dosificación del aditivo definimos como método de medir la cantidad del aditivo empleado en una mezcla del concreto. El método de dosificación del superplastificante Neoplast 8500 HP en la ficha técnica de este producto indica como porcentaje del peso del aditivo entre el peso del cemento.

## **CAPITULO II: Planteamiento del problema**

### **2.1. Descripción del problema.**

La ciudad de Iquitos, capital de la Región Loreto, no cuenta con la conexión de transporte terrestre con el resto del país. El acceso es solamente por medio de transporte fluvial y aéreo. Además, Loreto es la región más alejada de los centros comerciales e industriales del país. Estos factores causan altos costos de transporte de bienes importados de otras partes del Perú. El cemento portland es un producto que presenta aumento de precio muy notable, debido a su elevado peso.

En la región Loreto existe otro problema, que causa varios inconvenientes a nivel de construcción civil, que es la falta de canteras de agregado grueso, el cual tiene un precio muy elevado. En mayoría de las obras no se usa la piedra en producción del concreto, que dio lugar a concreto llamado cemento-arena. Su mayor desventaja es, que requiere más cantidad de agua debido al elevado valor superficie específica del agregado global y por consiguiente mayor cantidad de cemento. Así que como vemos el concreto cemento-arena tendrá un costo elevado debido a dos factores:

- Alto costo de cemento
- Elevado requerimiento de cemento por falta de agregado grueso

Debido al alto requerimiento de agua y cemento el concreto cemento-arena presenta desventajas como elevada contracción durante la hidratación y mayor calor de hidratación.

Como si fuera poco los agregados finos empleados en los concretos provienen de la zona y presentan módulos de fineza muy bajos. La norma ASTM C-33 y NTP 400.037 tiene como rango

aceptable desde 2.3 hasta 3.1 de módulo de fineza cuyos valores no se cumplen. Esos valores aumentan todavía más la superficie específica del agregado global en la mezcla de concreto cemento-arena y es otro factor que eleva el requerimiento de agua y cemento en las mezclas.

A pesar de esos problemas en Loreto el uso de aditivos plastificantes, llamados también reductores de agua es muy limitada. No existe mucha experiencia en su uso en concreto cemento-arena. El propósito primordial de los plastificantes es reducción de la cantidad de agua de amasado en el concreto. En el mundo el uso de esos aditivos se ha vuelto muy común lo que significa confirmada eficacia de estos productos. En la ciudad de Iquitos se requiere de la investigación exhaustiva de la influencia del aditivo plastificante sobre el concreto cemento-arena.

## **2.2. Formulación del problema.**

### **2.2.1. Problema general.**

- ¿Cómo influye el aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP sobre las propiedades del concreto cemento-arena empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” en Distrito de San Juan Bautista?

### **2.2.2. Problemas específicos.**

- ¿El empleo del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá la cantidad del agua y cemento en el concreto cemento-arena sin afectar su resistencia?
- ¿El uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá el costo del concreto cemento-arena respecto al concreto cemento-arena patrón?

- ¿El uso del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena influirá en la resistencia compresión y flexión?

## **2.3. Objetivos.**

### **2.3.1. Objetivo general.**

Determinar cuál es la influencia del uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP sobre las propiedades del concreto cemento-arena empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” en Distrito de San Juan Bautista.

### **2.3.2. Objetivos específicos.**

Determinar si el uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá la cantidad del agua y cemento en el concreto cemento-arena no afectando su resistencia.

Determinar si el uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá el costo del concreto cemento-arena.

Determinar si el uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena influirá en la resistencia compresión y flexión.

## **2.4. Hipótesis.**

H1: “El aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP influye beneficiosamente en las propiedades del concreto cemento-arena, reduciendo cantidad de agua y cemento sin afectar la resistencia del concreto.”

## **2.5. Variables.**

### **2.5.1. Identificación de variables.**

- Variable independiente X:

X1: Presencia y cantidad del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” carretera Iquitos-Nauta km. 20

X2: Relación agua – cemento en la mezcla del concreto cemento-arena.

- Variable dependiente Y:

Y1: Cantidad del agua en la mezcla del concreto cemento-arena.

Y2: Cantidad del cemento en la mezcla del concreto cemento arena.

Y3: Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena endurecido.

Y4: Propiedades físicas de la mezcla fresca del concreto cemento-arena.

### **2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.**

- Variable independiente X:

X1: Presencia y cantidad del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” carretera Iquitos-Nauta km. 20

Presencia del aditivo plastificante definiremos como existencia o no existencia del aditivo en la mezcla del concreto, que en esta tesis nombraremos como: mezcla con aditivo o sin aditivo. La cantidad del aditivo definiremos como volumen del aditivo por metro cúbico del concreto. Se usará la unidad de litros por metro cúbico ( $l/m^3$ ).

X2: Relación agua – cemento en la mezcla del concreto cemento-arena.

Relación agua – cemento se define como relación entre peso del cemento y peso del agua (sin incluir agua absorbida por el agregado) en la mezcla del concreto.

- Variable dependiente Y:

Y1: Cantidad del agua en la mezcla del concreto cemento-arena.

Cantidad del agua en la mezcla del concreto se define como el volumen del agua en un metro cúbico de mezcla en esta tesis se usará la unidad de litros por metro cúbico ( $l/m^3$ ).

Y2: Cantidad del cemento en la mezcla del concreto cemento arena.

Cantidad del cemento en la mezcla se define como el peso del cemento por metro cúbico del concreto. Se usará unidad de kilogramos por metro cúbico ( $kg/m^3$ ).

Y3: Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena endurecido.

Resistencia Compresión (NTP 339.034) (ASTM C-39)

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos de compresión; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento en peso. Se expresa como valor de fuerza entre valor del área de compresión. Se usará unidad de kilogramos fuerza (kilopondio) por centímetro cuadrado ( $kg/cm^2$ ).

Resistencia flexión en viga (NTP 339.078) (ASTM C-78)

La resistencia flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. Se usará unidad de kilogramos fuerza (kilopondio) por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

Y4: Propiedades físicas de la mezcla fresca del concreto cemento-arena

Peso unitario (N.T.P. 400.017) (ASTM C-29)

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Consistencia (Asentamiento): (NTP 339.035) (ASTM C-143)

La consistencia del concreto fresco es la capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. La consistencia se modifica fundamentalmente por la variación del contenido de agua en la mezcla. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina ensayo slump y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari, 2002). Se expresa en pulgadas o centímetros.



### Contenido de Aire (NTP 339.049) (ASTM C-138)

El ensayo de contenido de aire se realiza para determinar qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa expresado como porcentaje de volumen de la mezcla.

#### 2.5.3. Operacionalización de las variables.

**Tabla 3 - Operalización de variables**

<b>Variables</b>	
<b>Independientes X:</b>	<b>Indicadores X</b>
Presencia del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP	- Relación de los pesos del cemento y aditivo (número adimensional) - Peso y volumen del aditivo por metro cúbico del concreto (kilogramos y litros)
Relación agua – cemento en la mezcla	- Relación de los pesos del agua y cemento (número adimensional)
<b>Dependientes Y:</b>	<b>Indicadores Y</b>
Cantidad del agua en la mezcla	- Volumen del agua por metro cúbico de la mezcla (litros)
Cantidad del cemento en la mezcla	- Peso del cemento por metro cúbico de la mezcla (kilogramos)
Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena endurecido	- Resistencia compresión del concreto endurecido (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado)
Propiedades físicas de la mezcla fresca del concreto cemento-arena	- Asentamiento del Cono de Abrams de la mezcla (pulgadas) - Peso del agua de exudación por volumen de la mezcla del concreto (gramos por centímetro cúbico)

## CAPITULO III: Metodología

### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

- Tipo de Investigación

El presente proyecto de investigación es de tipo correlacional, tiene como objetivo analizar la relación entre la presencia del aditivo (sin aditivo y con aditivo) plastificante en la mezcla del concreto cemento-arena (variable independiente X1) y su influencia en las variables dependientes. Se hará tres grupos experimentales con diferentes relaciones agua-cemento (variable independiente X2) con la misma manipulación de la cantidad de aditivo para las tres relaciones agua-cemento.

- Diseño de Investigación

**Tabla 4 - Esquema del tipo de diseño de investigación**

<b>G<sub>E1</sub></b> : Grupo experimental n° 1	<b>G<sub>E1</sub></b> :	<b>O<sub>1</sub></b>	<b>X1</b>	<b>O<sub>2</sub></b>
<b>G<sub>E2</sub></b> : Grupo experimental n° 2	<b>G<sub>E2</sub></b> :	<b>O<sub>3</sub></b>	<b>X1</b>	<b>O<sub>4</sub></b>
<b>G<sub>E3</sub></b> : Grupo experimental n° 3	<b>G<sub>E3</sub></b> :	<b>O<sub>5</sub></b>	<b>X1</b>	<b>O<sub>6</sub></b>

**O<sub>1</sub> O<sub>3</sub> O<sub>5</sub>**: Observaciones pre prueba (sin aditivo)  
**O<sub>2</sub> O<sub>4</sub> O<sub>6</sub>**: Observaciones post prueba (con aditivo)  
**X1**: Variable independiente: Presencia del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP

### **3.2. Población y muestra.**

- Población

Estará conformada por los agregados finos procedentes del distrito de San Juan Bautista.

- Muestra

La muestra estará conformada por 0.5 metro cúbico del agregado fino procedente de la cantera “Las Amazonas” carretera Iquitos-Nauta km. 20

### **3.3. Técnica, instrumentos y procedimiento de recolección de datos.**

- Técnica de Recolección de Datos.

Técnica: La técnica que se empleará en la recolección de los datos es la observación, tanto para la toma de muestras y la lectura de los resultados de los ensayos de laboratorio.

- Instrumentos de Recolección de datos.

Instrumentos: Lista de cotejo, y cuadros de datos estadísticos.

- Procedimientos de Recolección de Datos.

- ✓ Implementar la investigación con los insumos e instrumentos adecuados.
- ✓ Elaboración del instrumento de recolección de datos.
- ✓ Recoger la información.
- ✓ Procesamiento de la información.
- ✓ Análisis e interpretación de la información.
- ✓ Elaboración del informe.
- ✓ Presentación del informe.
- ✓ Sustentación del informe final de tesis

### **3.4. Procesamiento y análisis de datos.**

El procesamiento de los datos se puede realizar en forma manual y computarizada sobre el plan de tabulación.

El procesamiento de la información se realizará de forma mecánica/computarizada.

- Para la recopilación inicial de la Tesis se usarán los paquetes básicos de escritorio de Microsoft, (Word, Excel, PPT), para el desarrollo regular de digitación de información.
- Para procesar la información del desarrollo de los ensayos de suelos que se realizarán en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales de la Universidad Científica del Perú - UCP, se usará el paquete de Microsoft, Excel, para realizar algunos cuadros y base de datos, así mismo, Word, para elaboración de informes, y adjunto de información competente al proyecto.
- Para el análisis e interpretación de los datos, y análisis estadísticos, se empleará la estadística descriptiva (Programa SPSS), conformada por las frecuencias, promedio, porcentajes, desviación estándar y varianza y el uso del paquete Microsoft, EXCEL.

## CAPITULO IV: Resultados

### 4.1. Resultados de ensayos del agregado fino

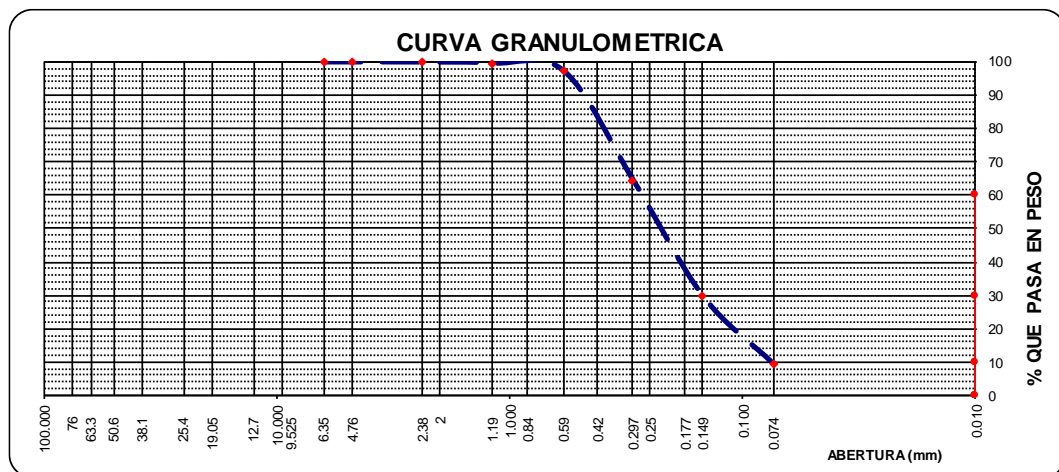
#### 4.1.1. Granulometría de agregado fino (NTP 400.012) (ASTM C-136)

El análisis granulométrico por tamizado del agregado global se realizó según la norma NTP 400.012 y ASTM C-136.

**Tabla 5 - Análisis granulométrico de muestra N° 01 del agregado fino**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.17	0.04	0.04	99.96	
N°16	1.190	1.39	0.31	0.35	99.65	
N°30	0.590	10.84	2.41	2.76	97.24	
N°50	0.297	147.13	32.73	35.49	64.51	
N°100	0.149	155.68	34.63	70.13	29.87	
N°200	0.074	91.35	20.32	90.45	9.55	
Pasa N°200		42.93	9.55			
						<b>MÓDULO DE FINEZA :</b> 1.09 <b>SUPERFICIE ESPECÍFICA:</b> 52.66

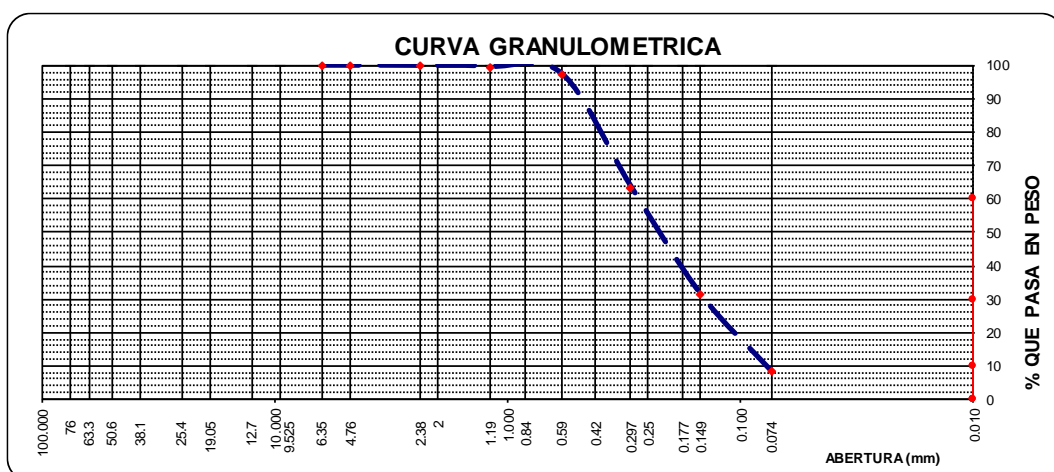
**Gráfico 1 - Curva granulométrica de muestra N° 01 del agregado fino**



**Tabla 6 - Análisis granulométrico de muestra N° 02 del agregado fino**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.21	0.04	0.04	99.96	
N°16	1.190	1.50	0.26	0.30	99.70	
N°30	0.590	12.77	2.25	2.56	97.44	
N°50	0.297	191.94	33.87	36.42	63.58	
N°100	0.149	181.96	32.11	68.53	31.47	
N°200	0.074	130.02	22.94	91.48	8.52	
Pasa N°200		48.30	8.52			
						<b>MODULO DE FINEZA :</b> 1.08 <b>SUPERFICIE ESPECÍFICA:</b> 50.63

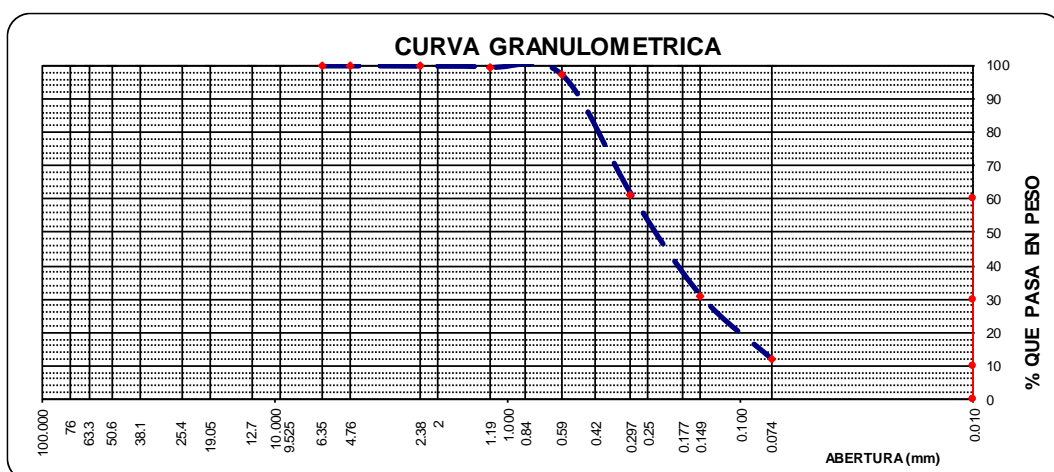
**Gráfico 2 - Curva granulométrica de muestra N° 02 del agregado fino**



**Tabla 7 - Análisis granulométrico de muestra N° 03 del agregado fino**

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.46	0.08	0.08	99.92	
N°16	1.190	1.74	0.30	0.37	99.63	
N°30	0.590	13.48	2.29	2.67	97.33	
N°50	0.297	211.05	35.90	38.56	61.44	
N°100	0.149	178.70	30.39	68.96	31.04	
N°200	0.074	111.31	18.93	87.89	12.11	
Pasa N°200		71.21	12.11			
						<b>MODULO DE FINEZA :</b> 1.11 <b>SUPERFICIE ESPECÍFICA:</b> 49.94

**Gráfico 3 - Curva granulométrica de muestra N° 03 del agregado fino**



#### 4.1.2. Módulo de fineza

El análisis de módulo de fineza del agregado fino se realizó conforme la norma NTP 400.011.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$M.F. = \frac{\sum \%RET.ACUM [3", 1 \frac{1}{2}", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100]}{100}$$

Los resultados de módulo de fineza son:

Muestra n°01 : 1.09

Muestra n°02 : 1.08

Muestra n°03 : 1.11

Promedio: 1.09

#### 4.1.3. Superficie Específica

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$Se = \frac{0,06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se = Superficie específica (cm<sup>2</sup> / g)

Pi = Porcentaje retenido en el tamiz i

di = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)

γ = Peso específico del agregado

Los resultados de superficie específica son:

Muestra n°01 : 52.66 cm<sup>2</sup>/g

Muestra n°02 : 50.63 cm<sup>2</sup>/g

Muestra n°03 : 49.94 cm<sup>2</sup>/g

Promedio: 51.08 cm<sup>2</sup>/g



#### 4.1.4. Peso unitario (NTP 400.017) (ASTM C-29)

**Tabla 8 - Peso unitario suelto del agregado fino**

<b>PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO</b>			
<b>ASTM C - 29</b>			
<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7133	7249	7304
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4227	4343	4398
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.495	1.536	1.556
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>1,529</b>		
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>	<b>42.31%</b>		

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1 529 kg/m<sup>3</sup> y el porcentaje de vacíos es 42.31 %.

#### a. Peso unitario compactado (NTP 400.017) (ASTM C-29)

**Tabla 9 - Peso unitario compactado del agregado fino**

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO</b>			
<b>ASTM C - 29</b>			
<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7794	7868	7879
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4888	4962	4973
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.729	1.755	1.759
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>1,748</b>		
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS (%)</b>	<b>34.01%</b>		

Resultado: El promedio del Peso unitario suelto del agregado fino es 1 748 kg/m<sup>3</sup> y el porcentaje de vacíos es 34.01 %.

#### 4.1.5. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018) (ASTM C-117)

**Tabla 10 - Material que pasa por el tamiz N° 200 del agregado fino**

<b>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200</b>			
<b>ASTM C - 117</b>			
<b>N° DE ENSAYOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	720.78	688.28	702.13
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	618.39	579.22	582.20
% QUE PASA LA MALLA N°200	14.21	15.85	17.08
<b>PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200</b>	<b>15.71</b>		

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 15.71 %.

#### 4.1.6. Peso específico (NTP 400.022) (ASTM C-128)

Tabla 11 - Peso específico y absorción del agregado fino

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO					
ASTM C - 128					
N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
<b>A</b>	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	272.41	208.96	265.79	
<b>B</b>	Peso Frasco + H2O	707.51	676.09	723.11	
<b>C</b>	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	979.92	885.05	988.90	
<b>D</b>	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	877.48	806.04	887.92	
<b>E</b>	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	102.44	79.01	100.98	
<b>F</b>	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	272.09	208.75	265.46	
<b>G</b>	Vol. Masa = (E-A+F)	102.12	78.80	100.65	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.656	2.642	2.629	<b>2.642</b>
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.659	2.645	2.632	<b>2.645</b>
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.664	2.649	2.637	<b>2.650</b>
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.12	0.10	0.12	<b>0.11</b>

El promedio del Peso Específico del agregado fino (base seca) es 2,642 gr/cc.

El promedio del Peso Específico del agregado fino (base saturada superficialmente seca) es 2,645 gr/cc.

El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.11 %.

#### 4.1.7. Resumen de los resultados del agregado fino y revisión del cumplimiento de especificaciones de norma ASTM C-33.

Tabla 12 - Tabla resumen del agregado fino

Ensayo	Resultado	Especificaciones	Observaciones
Módulo de fineza	1.09	2.3 - 3.1	NO ACEPTABLE
Superficie específica	51.08 cm <sup>2</sup> /g	NO APLICA	-
Peso unitario suelto	1529 kg/m <sup>3</sup>	NO APLICA	-
Peso unitario compactado	1748 kg/m <sup>3</sup>	NO APLICA	-
Material que pasa el tamiz N°200	15.71%	5% (MAX)	NO ACEPTABLE
Peso específico de masa (base seca)	2.642 g/cm <sup>3</sup>	NO APLICA	-
Peso específico de masa (base saturada)	2.645 g/cm <sup>3</sup>	NO APLICA	-
Peso específico aparente	2.650 g/cm <sup>3</sup>	NO APLICA	-

#### 4.2. Diseños de mezcla de concreto

Se realizaron 6 diseños de mezcla a base de relaciones agua/cemento  $a/c = 0.68, 0.62, 0.56$ , sin y con aditivo respectivamente. En hoja técnica del aditivo Neoplast 8500 Hp se recomienda usar una dosificación de 0.2% a 2% por peso de cemento. Se realizaron ensayos previos con diferentes dosificaciones, donde se estableció emplear una dosificación de 0.8%, debido a que dosificaciones mayores produce retardo en el tiempo de fraguado. Mezclas preliminares de prueba, con dosificaciones mayores a 0.8%, colocadas en moldes cilíndricos no se pudieron desmoldar al día siguiente por no alcanzar la resistencia necesaria.

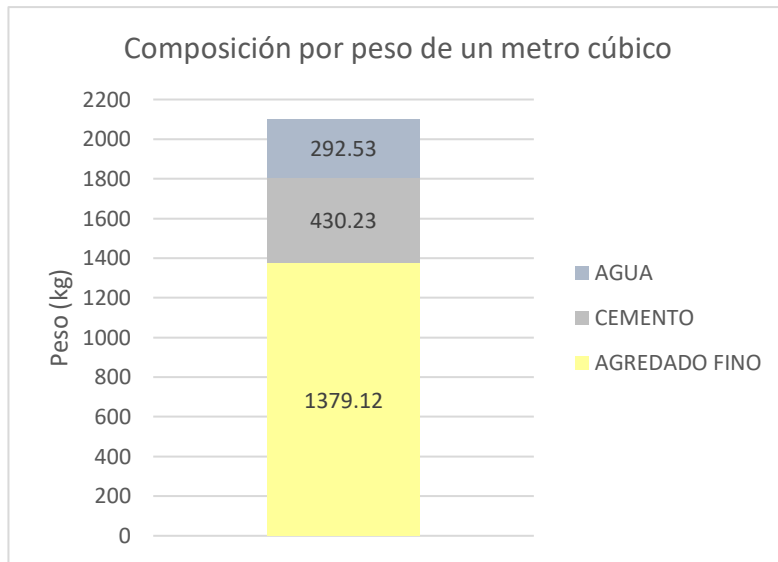
**Tabla 13 - Tabla resumen de diseños sin aditivo**

	previsto	real	previsto	real	previsto	real
<b>Relación agua/cemento</b>	<b>0.68</b>		<b>0.62</b>		<b>0.56</b>	
Agua (lts)	280.00	292.53	290.00	300.77	270.00	283.99
Cemento (kg)	411.80	430.23	467.70	485.07	482.10	507.08
Cemento (bolsas de 42.5 kg)	9.69	10.12	11.00	11.41	11.34	11.93
Arena (kg)	1318.6	1379.1	1243.40	1289.6	1283.70	1350.2
Aire atrapado en concreto (%)	8.50	4.51	8.50	5.20	8.50	3.86

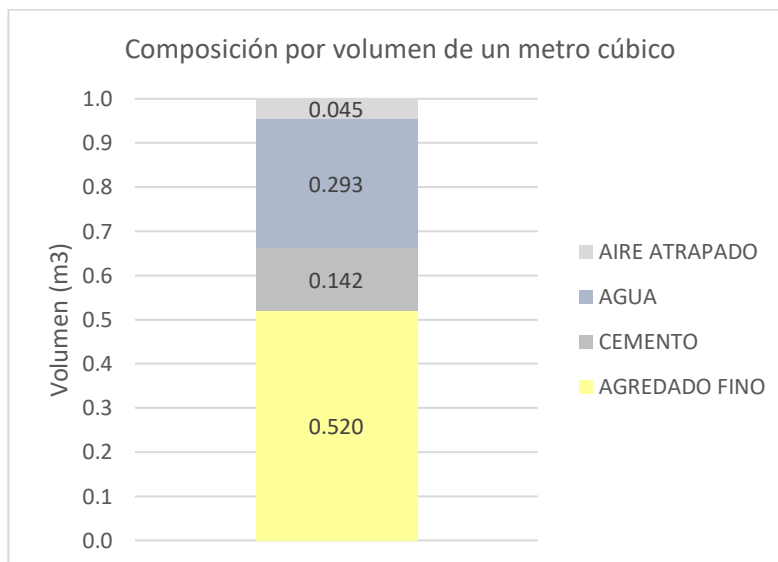
**Tabla 14 - Tabla resumen de diseños con aditivo**

	previsto	real	previsto	real	previsto	real
<b>Relación agua/cemento</b>	<b>0.68</b>		<b>0.62</b>		<b>0.56</b>	
Agua (lts)	217.60	221.60	207.50	210.01	212.20	219.44
Cemento (kg)	323.50	329.44	338.70	342.79	383.90	397.00
Cemento (bolsas de 42.5 kg)	7.61	7.75	7.97	8.07	9.03	9.34
Arena (kg)	1554.1	1582.6	1567.3	1586.2	1514.7	1566.3
Aire atrapado en concreto (%)	8.50	6.94	8.50	7.51	8.50	5.49
Aditivo (lts)	2.36	2.41	2.45	2.48	2.82	2.92

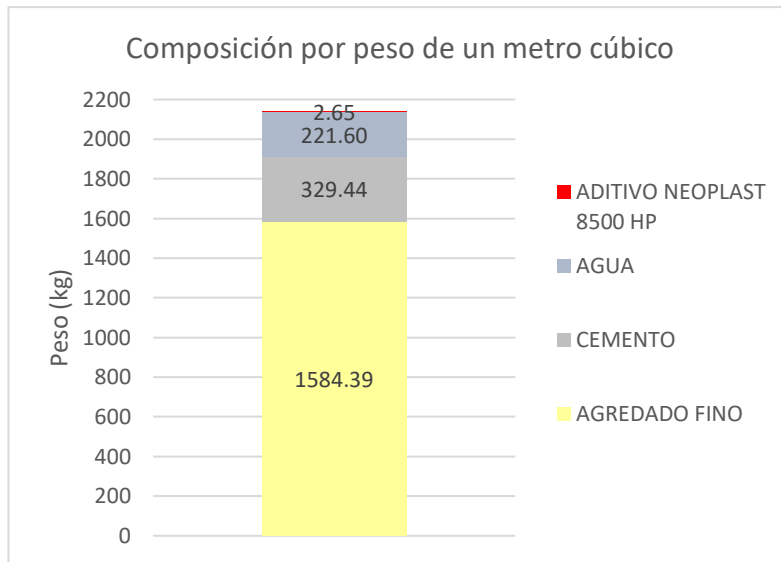
**Gráfico 4 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.68 sin aditivo**



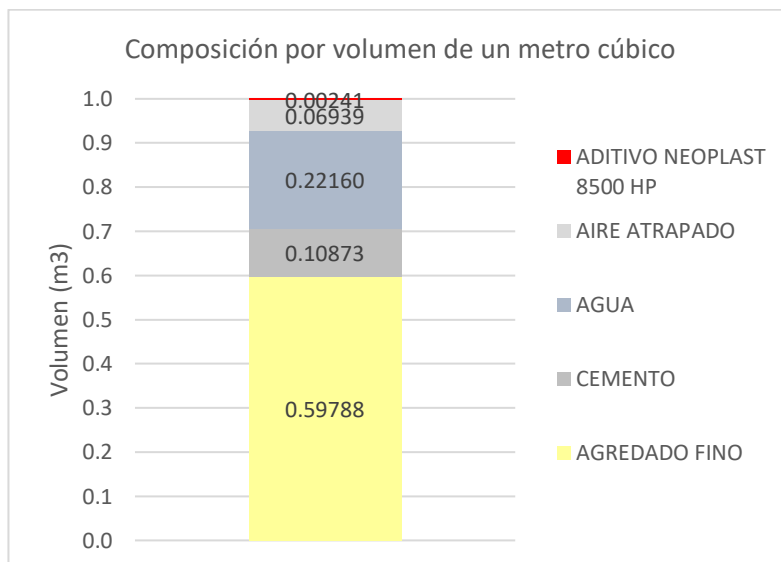
**Gráfico 5 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.68 sin aditivo**



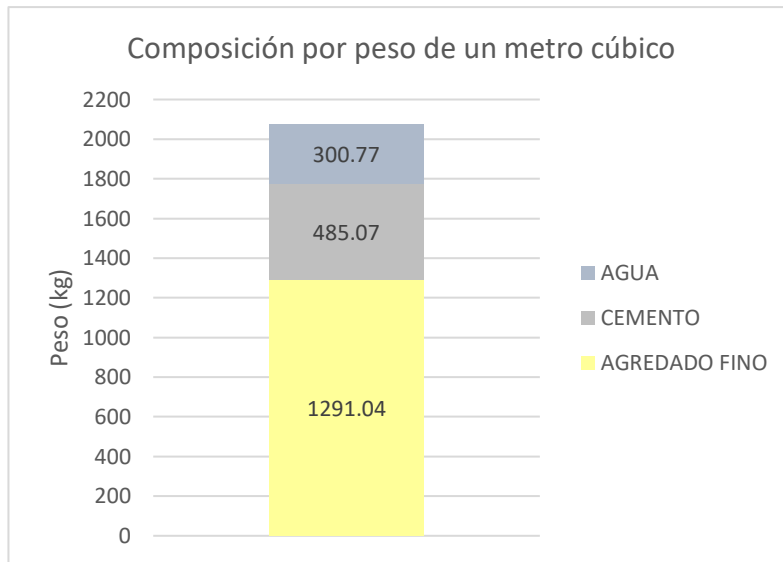
**Gráfico 6 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.68 con aditivo**



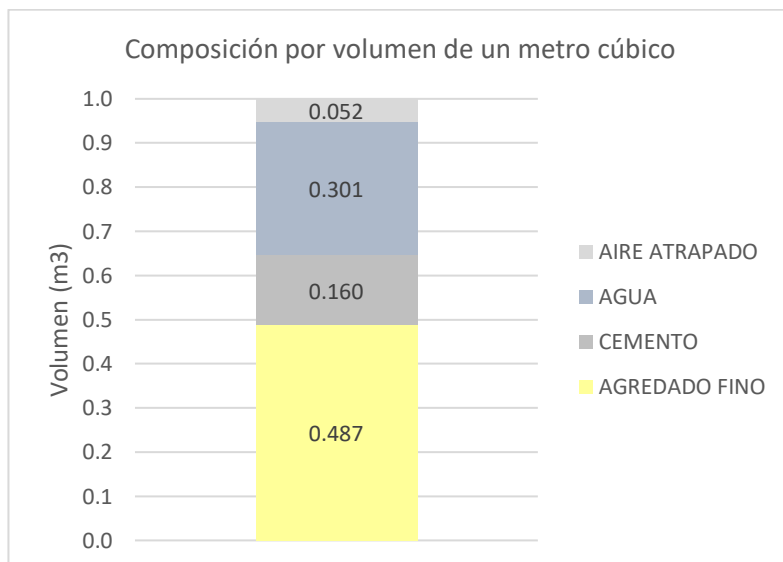
**Gráfico 7 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.68 con aditivo**



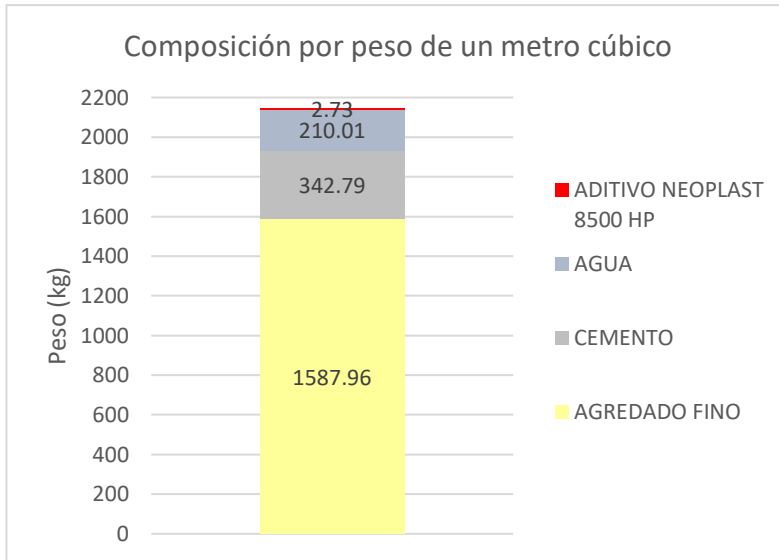
**Gráfico 8 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo**



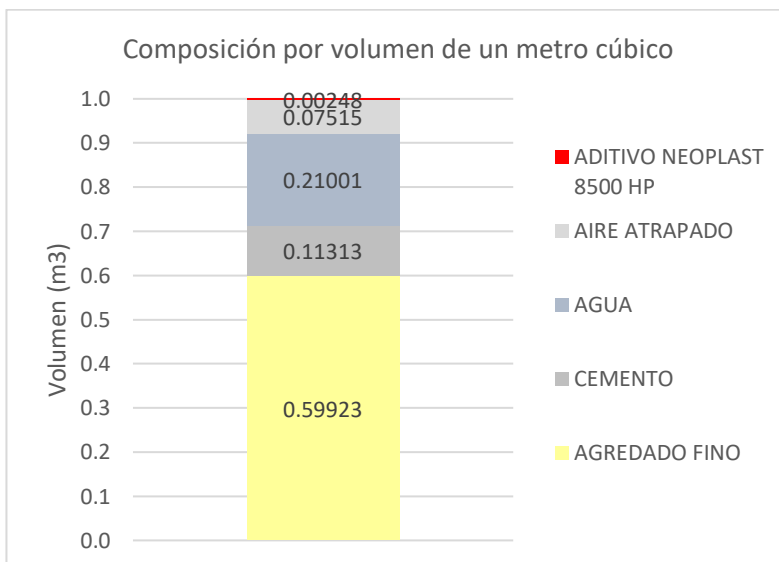
**Gráfico 9 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 sin aditivo**



**Gráfico 10 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo**

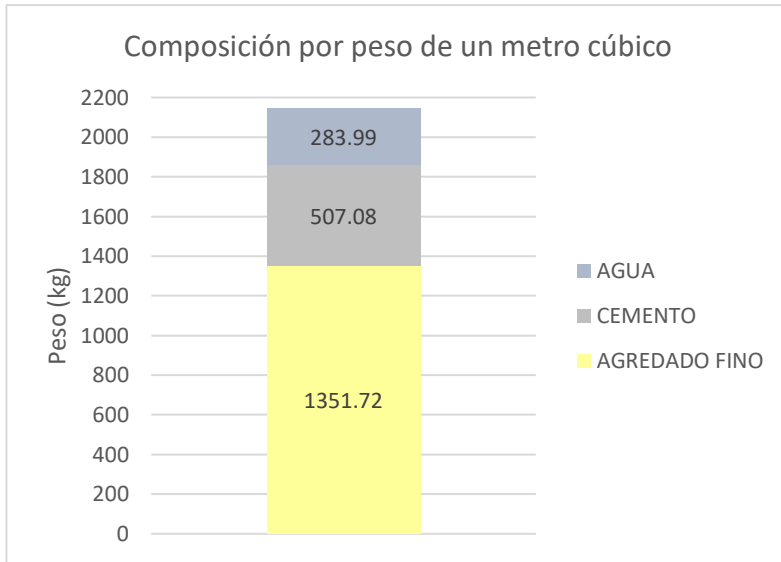


**Gráfico 11 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.62 con aditivo**

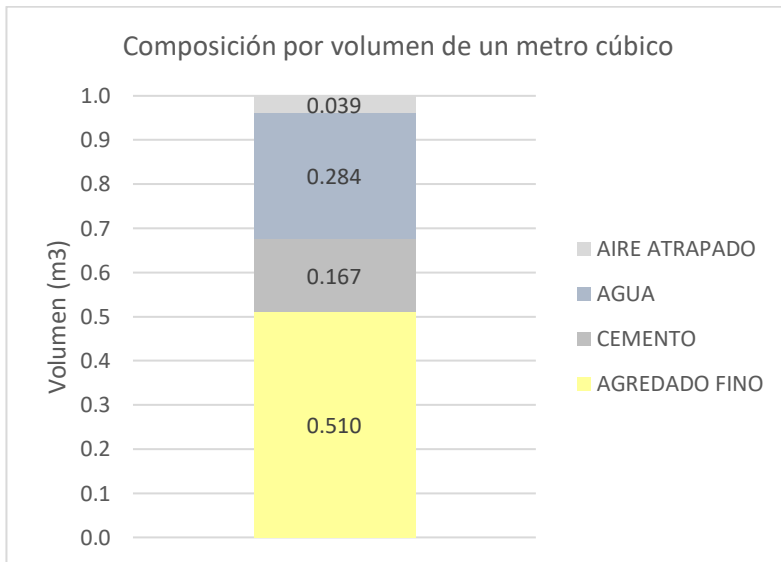




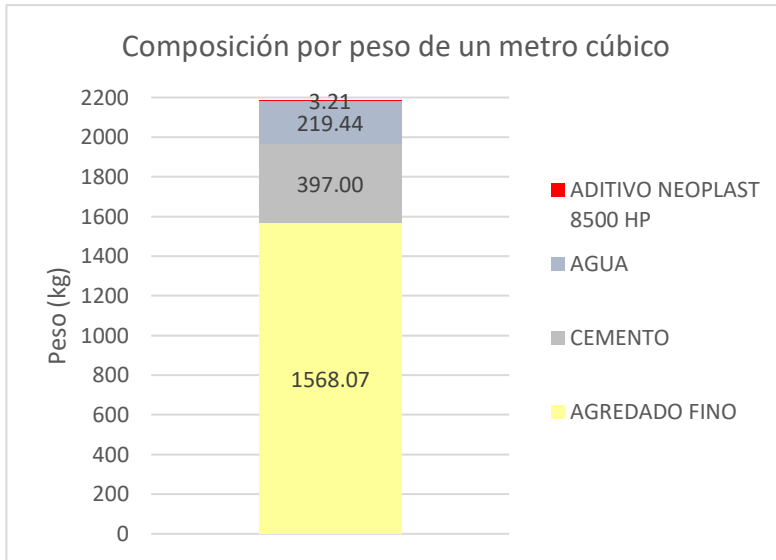
**Gráfico 12 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.56 sin aditivo**



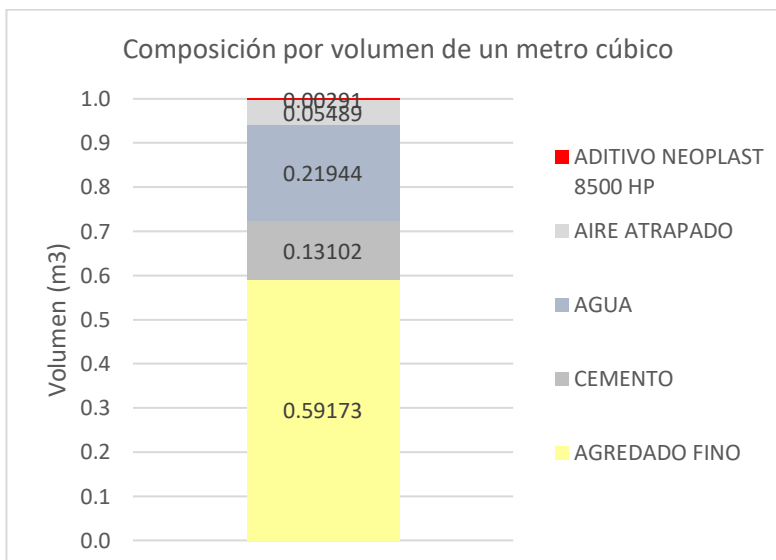
**Gráfico 93 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.56 sin aditivo**



**Gráfico 10 – Composición por peso de un metro cúbico del concreto, 0.56 con aditivo**



**Gráfico 115 – Composición por volumen de un metro cúbico del concreto, 0.56 con aditivo**



### 4.3. Propiedades del Concreto Fresco

Se realizaron los ensayos en los concretos frescos como: Peso unitario (que permite el cálculo exacto de los materiales componentes del concreto y aire atrapado), además temperatura, asentamiento (Slump) y exudación. En la relación agua-cemento 0.56, se obtuvo valores no cercanos de asentamientos (slump) (1½" y 7 ½") debido a que la arena empleada es muy susceptible a los cambios de humedad. El resumen de los resultados se presenta en siguiente tabla:

**Tabla 15 – Resultados de ensayos del concreto fresco**

RESUMEN DE RESULTADOS DEL CONCRETO FRESCO						
Relación A/C	0.68		0.62		0.56	
Aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
Agua (lts/m <sup>3</sup> )	292.53	221.6	300.77	210.01	283.99	219.44
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	430.23	329.44	485.07	342.79	507.08	397
Peso unitario del concreto (kg/m <sup>3</sup> )	2101.87	2138.07	2076.88	2143.5	2142.79	2187.72
Aire atrapado en concreto (%)	4.51	6.94	5.2	7.51	3.86	5.49
Temperatura (°C)	31.4	29.4	31.3	31.9	31	29.9
Asentamiento (slump) (pulg)	4 3/4"	3 3/4"	7 3/4"	6 3/4"	1 1/2"	7 1/2"
Exudación (%)	5.41	3.41	12.41	1.89	4.36	3.14

### 4.4. Propiedades del Concreto Endurecido

Se realizaron ensayos de resistencia compresión y flexión de acuerdo a las normativas para determinar propiedades mecánicas del concreto de cada diseño de mezcla realizado. La resistencia compresión se realizó a los 3, 7, 14 y 28 días del curado normalizado con cinco testigos por cada edad. Resistencia flexión se realizó a la edad de 28 días con tres testigos.

#### 4.4.1. Resistencia compresión

**Tabla 16 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.68 sin aditivo**

RESULTADOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.68 SIN ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación (%)
1	06/05/2021	3	10.02	12,020	152	<b>142</b>	6.23	4.39
2			10.01	11,332	144			
3			10.01	11,152	142			
4			10.02	10,760	136			
5			10.02	10,883	138			
1	06/05/2021	7	10.03	13,828	175	<b>183</b>	4.98	2.72
2			10.03	14,878	188			
3			10.03	14,361	182			
4			10.03	14,724	186			
5			10.04	14,402	182			
1	06/05/2021	14	10.03	16,100	204	<b>201</b>	7.40	3.68
2			10.05	15,169	191			
3			10.01	15,888	202			
4			10.02	16,618	211			
5			10.06	15,695	198			
1	06/05/2021	28	10.03	16,347	207	<b>219</b>	8.35	3.81
2			10.01	17,657	224			
3			10.01	18,040	229			
4			10.03	17,260	218			
5			10.02	17,010	216			

**Tabla 17 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.68 con aditivo**

RESULTADOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.68 CON ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación (%)
1	06/05/2021	3	10.01	13,097	167	<b>165</b>	2.88	1.75
2			10.01	13,196	168			
3			9.99	12,761	163			
4			10.01	12,912	164			
5			10.03	12,750	161			
1	06/05/2021	7	10.02	15,511	197	<b>200</b>	5.81	2.91
2			10.02	16,427	209			
3			10.03	15,860	201			
4			10.03	15,578	197			
5			10.03	15,305	194			
1	06/05/2021	14	10.02	17,297	220	<b>218</b>	4.76	2.19
2			10.04	17,490	221			
3			10.00	16,551	211			
4			10.02	17,609	223			
5			10.02	17,066	216			
1	06/05/2021	28	10.02	17,990	228	<b>231</b>	3.44	1.49
2			10.02	18,042	229			
3			9.99	18,322	234			
4			9.97	17,926	230			
5			10.03	18,648	236			

**Tabla 18 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.62 sin aditivo**

RESULTADOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.62 SIN ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación (%)
1	04/05/2021	3	10.04	15,111	191	<b>189</b>	3.78	2.00
2			10.02	15,066	191			
3			10.03	14,518	184			
4			10.02	15,114	192			
5			10.01	14,588	185			
1	04/05/2021	7	10.03	17,529	222	<b>225</b>	3.11	1.38
2			10.00	17,721	226			
3			10.02	17,457	221			
4			10.03	18,040	228			
5			10.02	17,928	227			
1	04/05/2021	14	10.04	19,541	247	<b>249</b>	3.90	1.57
2			10.04	19,269	243			
3			10.02	19,807	251			
4			10.01	19,909	253			
5			10.03	19,717	250			
1	04/05/2021	28	10.04	20,821	263	<b>257</b>	9.42	3.66
2			10.04	20,600	260			
3			10.03	20,965	266			
4			10.04	20,198	255			
5			10.05	19,217	242			

**Tabla 19 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.62 con aditivo**

RESULTADOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.62 CON ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación (%)
1	04/05/2021	3	10.01	14,745	187	<b>187</b>	4.44	2.37
2			10.02	14,196	180			
3			10.01	15,071	192			
4			10.03	14,926	189			
5			10.02	14,659	186			
1	04/05/2021	7	10.02	17,495	222	<b>218</b>	7.09	3.25
2			10.03	16,373	207			
3			10.03	17,189	218			
4			9.98	17,092	219			
5			10.03	17,836	226			
1	04/05/2021	14	9.97	18,965	243	<b>245</b>	4.24	1.73
2			10.03	19,642	249			
3			10.02	19,293	245			
4			10.02	19,600	249			
5			10.00	18,727	239			
1	04/05/2021	28	10.04	20,542	260	<b>260</b>	3.77	1.45
2			10.07	20,808	262			
3			10.03	20,619	261			
4			10.05	20,900	264			
5			10.03	20,078	254			

**Tabla 20 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.56 sin aditivo**

RESULTADOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.56 SIN ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de variación (%)
1	11/05/2021	3	10.02	15,708	199	<b>203</b>	7.16	3.53
2			10.01	15,909	202			
3			10.03	16,457	208			
4			10.01	15,211	193			
5			10.00	16,555	211			
1	11/05/2021	7	10.02	20,587	261	<b>265</b>	2.35	0.88
2			10.00	20,868	266			
3			10.02	20,934	266			
4			10.06	21,029	265			
5			10.01	20,992	267			
1	11/05/2021	14	10.03	23,427	297	<b>300</b>	12.93	4.31
2			10.03	22,445	284			
3			10.02	23,612	299			
4			10.02	25,261	320			
5			10.04	23,584	298			
1	11/05/2021	28	10.05	26,290	332	<b>328</b>	7.91	2.41
2			10.03	25,094	318			
3			10.02	25,658	325			
4			10.01	26,647	339			
5			10.00	25,578	326			



**Tabla 21 – Resultados de resistencia compresión, relación A/C=0.56 con aditivo**

RESULTADOS DE RESISTENCIA COMPRESIÓN RELACIÓN A/C=0.56 CON ADITIVO								
Prob N°	Fecha de vaciado	Edad (días)	Diám (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación (%)
1	11/05/2021	3	10.03	17,571	223	<b>228</b>	3.27	1.43
2			10.04	17,877	226			
3			10.03	18,268	231			
4			10.03	18,065	229			
5			10.03	18,118	230			
1	11/05/2021	7	10.04	21,498	272	<b>268</b>	4.66	1.74
2			10.02	20,719	263			
3			10.04	21,142	267			
4			10.02	21,614	274			
5			10.02	20,849	265			
1	11/05/2021	14	10.03	23,159	293	<b>292</b>	3.97	1.36
2			10.04	23,366	295			
3			10.04	22,950	290			
4			10.04	22,669	287			
5			10.02	23,442	297			
1	11/05/2021	28	10.03	25,378	321	<b>320</b>	6.53	2.04
2			10.04	24,794	313			
3			10.04	25,832	327			
4			10.04	25,797	326			
5			10.02	24,733	314			

#### 4.4.2. Resistencia flexión

**Tabla 22 – Resultados de resistencia flexión**

RESULTADOS DE RESISTENCIA FLEXIÓN										
Prob N°	Diseño	Fecha de vaciado	Edad (días)	Ancho de viga (cm)	Altura de viga (cm)	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de variación (%)
1	0.68 sin aditivo	06/05/2021	28	15.53	15.42	2,996	38	<b>39</b>	2.31	5.92
2				15.69	15.35	3,305	42			
3				15.40	15.43	3,004	38			
1	0.68 con aditivo	06/05/2021	28	15.53	15.44	2,781	35	<b>39</b>	3.61	9.25
2				15.37	15.47	3,295	42			
3				15.22	15.46	3,154	40			
1	0.62 sin aditivo	04/05/2021	28	15.47	15.43	3,365	42	<b>41</b>	2.08	5.08
2				15.64	15.34	3,436	43			
3				15.56	15.35	3,043	39			
1	0.62 con aditivo	04/05/2021	28	15.50	15.47	3,249	41	<b>40</b>	2.31	5.77
2				15.49	15.31	3,230	41			
3				15.00	15.39	2,800	37			
1	0.56 sin aditivo	11/05/2021	28	15.58	15.41	4,285	54	<b>47</b>	6.11	13.00
2				15.56	15.42	3,378	42			
3				15.32	15.42	3,593	46			
1	0.56 con aditivo	11/05/2021	28	15.38	15.42	4,196	53	<b>50</b>	2.65	5.29
2				15.31	15.51	3,772	48			
3				15.15	15.40	3,796	49			

#### 4.5. Resumen y análisis de resultados

**Tabla 23 - Resultados de ensayos resistencia compresión.**

RESULTADOS DE ENSAYOS RESISTENCIA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )						
RELACIÓN A/C	0.68		0.62		0.56	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
3 días	142	165	189	187	203	228
7 días	183	200	225	218	265	268
14 días	201	218	249	245	300	292
28 días	219	231	257	260	328	320

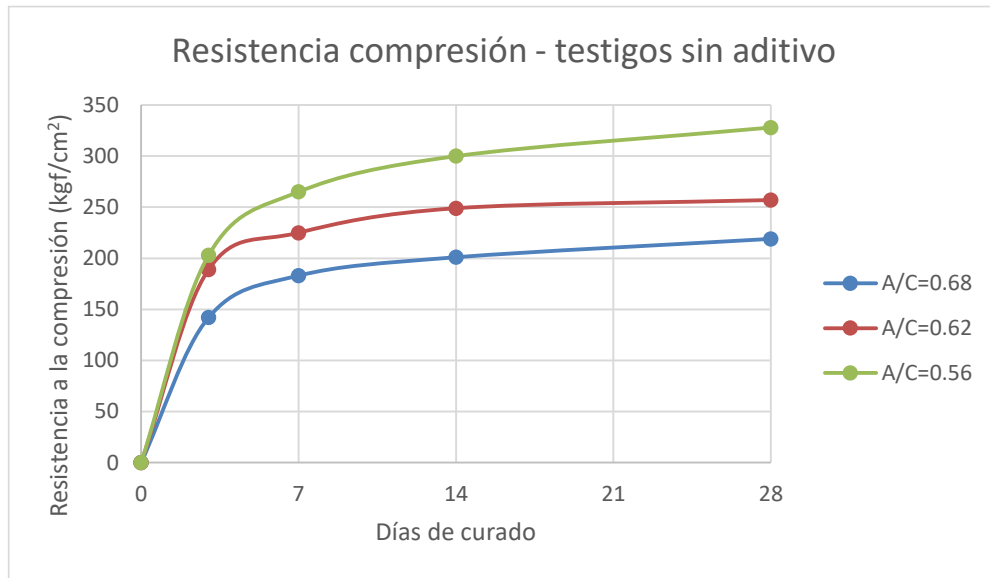
**Tabla 24 - Porcentajes de progresión resistencia compresión.**

PORCENTAJES DE PROGRESIÓN RESISTENCIA COMPRESIÓN						
RELACIÓN A/C	0.68		0.62		0.56	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
3 días	64.84%	71.43%	73.54%	71.92%	61.89%	71.25%
7 días	83.56%	86.58%	87.55%	83.85%	80.79%	83.75%
14 días	91.78%	94.37%	96.89%	94.23%	91.46%	91.25%
28 días	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

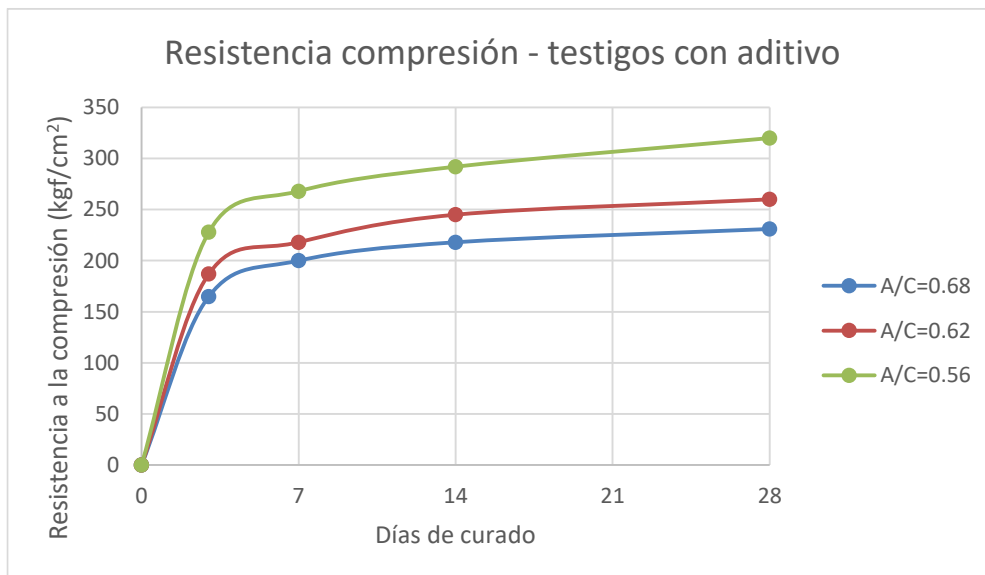
**Tabla 25 - Los coeficientes de variación para resultados resistencia compresión.**

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)						
RELACIÓN A/C	0.68		0.62		0.56	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
3 días	4.39	1.75	2.00	2.37	3.53	1.43
7 días	2.72	2.91	1.38	3.25	0.88	1.74
14 días	3.68	2.19	1.57	1.73	4.31	1.36
28 días	3.81	1.49	3.66	1.45	2.41	1.90
<b>PROMEDIO</b>	<b>3.65</b>	<b>2.08</b>	<b>2.15</b>	<b>2.20</b>	<b>2.78</b>	<b>1.61</b>

**Gráfico 126 - Progresión de resistencia compresión para testigos sin aditivo.**



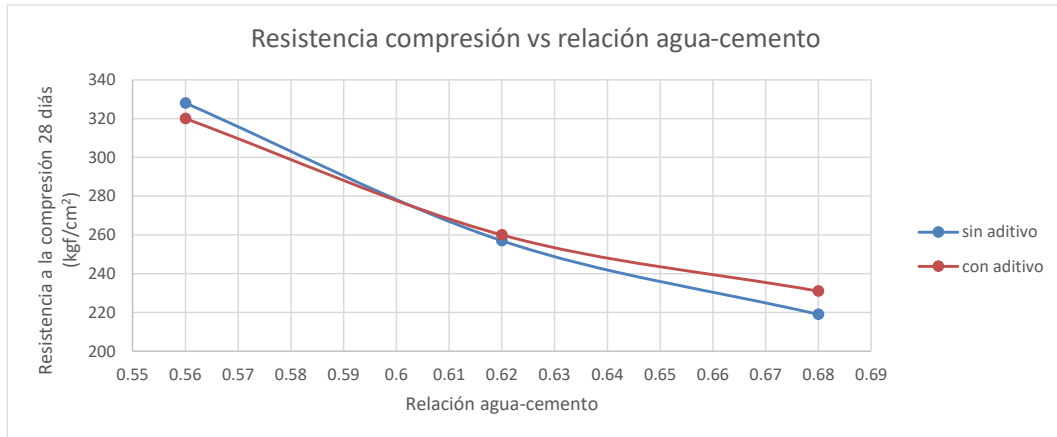
**Gráfico 13 - Progresión de resistencia compresión para testigos con aditivo.**



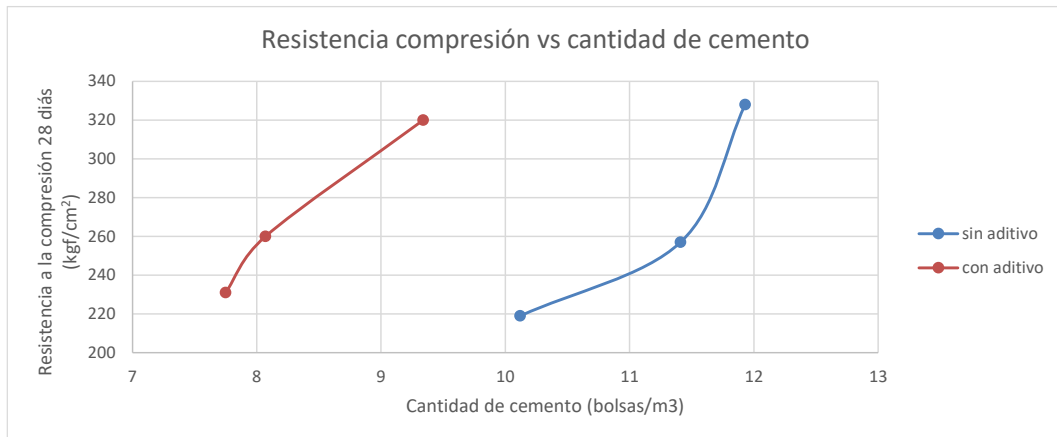
**Tabla 26 - Resumen de resultados concreto cemento-arena.**

RESUMEN DE RESULTADOS DE CONCRETO CEMENTO-ARENA						
Relación A/C	0.68		0.62		0.56	
Aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
Resistencia a la compresión - 28 días (kgf/cm <sup>2</sup> )	219	231	257	260	328	320
Resistencia a la flexión (kgf/cm <sup>2</sup> )	39	39	41	40	47	48
Cantidad de agua en la mezcla (lts/m <sup>3</sup> )	292.53	221.6	300.77	210.01	283.99	219.44
Cantidad de cemento (bolsas de 42.5 kg/m <sup>3</sup> )	10.12	7.75	11.41	8.07	11.93	9.34
Aire atrapado en concreto (%)	4.51	6.94	5.2	7.51	3.86	5.49
Cantidad de aditivo Neoplast 8500 HP (lts/m <sup>3</sup> )	0	2.41	0	2.48	0	2.91

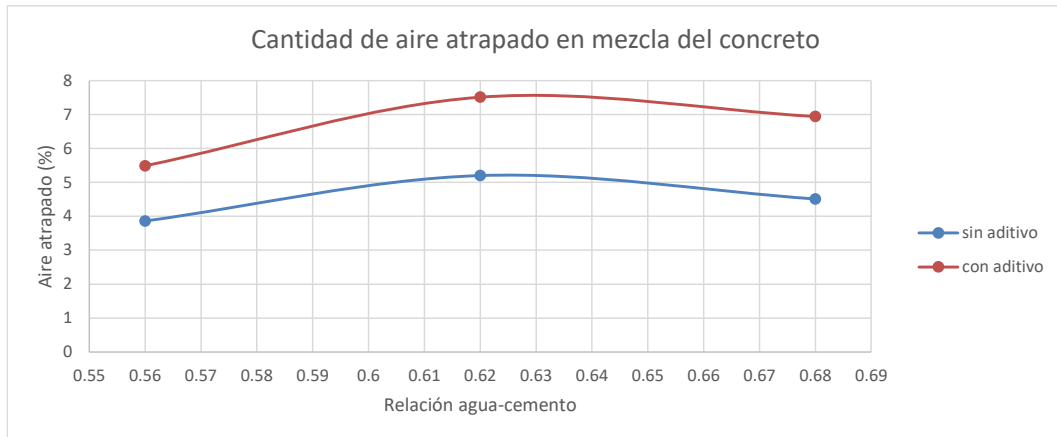
**Gráfico 14 - Resistencia compresión versus relación agua-cemento.**



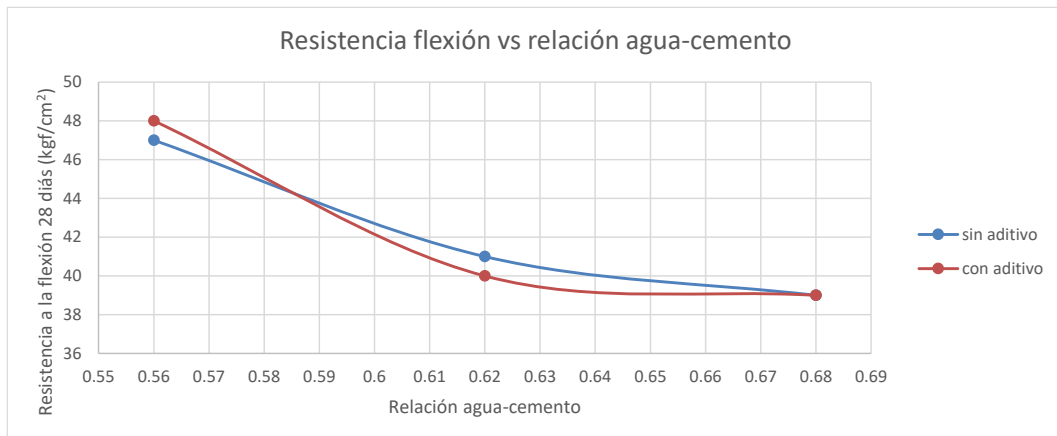
**Gráfico 15 - Resistencia compresión versus cantidad de cemento.**



**Gráfico 20 - Cantidad de aire atrapado en mezcla de concreto vs relación agua cemento.**



**Gráfico 216 - Resistencia flexión versus relación agua-cemento.**



## Capítulo V. Discusión, conclusiones y recomendaciones

### 5.1. Discusión

**Tabla 27 - Cantidades del agua y cemento en mezclas de concreto.**

RESUMEN DE RESULTADOS DE MEZCLAS DE CONCRETO						
Relación A/C	0.68		0.62		0.56	
	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo	sin aditivo	con aditivo
Agua (lts/m <sup>3</sup> )	292.53	221.6	300.77	210.01	283.99	219.44
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	430.23	329.44	485.07	342.79	507.08	397

Para la relación agua-cemento 0.68 cantidad de agua requerida en la mezcla sin aditivo resultó 292.53 lts/m<sup>3</sup> y con aditivo 221.60 lts/m<sup>3</sup>. Se aprecia una disminución del agua notable con 24.25 % de diferencia. La cantidad del cemento resultó 10.12 bolsas/m<sup>3</sup> sin aditivo y 7.75 bolsas/m<sup>3</sup> con aditivo. Se aprecia una disminución notable de la cantidad del cemento con 23.42 % de diferencia (2.37 bolsas).

Para la relación agua-cemento 0.62 cantidad de agua requerida en la mezcla sin aditivo resultó 300.77 lts/m<sup>3</sup> y con aditivo 210.01 lts/m<sup>3</sup>. Se aprecia una disminución del agua notable con 30.18 % de diferencia. La cantidad del cemento resultó 11.41 bolsas/m<sup>3</sup> sin aditivo y 8.07 bolsas/m<sup>3</sup> con aditivo. Se aprecia una disminución notable de la cantidad del cemento con 29.27 % de diferencia (3.34 bolsas).

Para la relación agua-cemento 0.56 la cantidad de agua requerida en la mezcla sin aditivo resultó 283.99 lts/m<sup>3</sup> y con aditivo 219.44 lts/m<sup>3</sup>. Se aprecia una disminución del agua notable con 22.73 % de diferencia. La cantidad del cemento resultó 11.93 bolsas/m<sup>3</sup> sin aditivo y 9.34 bolsas/m<sup>3</sup> con aditivo. Se aprecia una disminución notable de la cantidad del cemento con 21.71 % de diferencia (2.59 bolsas).

Para comparar los costos de los concretos tomaremos precios del cemento y aditivo. Diferencias en el uso de agregado y agua, su



influencia en costos es despreciable. Una bolsa del cemento en momento de realización de la tesis costó S/. 27.00. El aditivo Neoplast 8500 HP costó S/. 290.00 por balde de 20 litros, resultando S/. 14.50 por litro del aditivo.

Para la relación agua-cemento 0.68 con aditivo en un metro cúbico del concreto se ahorra 2.37 bolsas que equivale a S/. 64.00 de ahorro en cemento. Se usó 2.41 litros de aditivo que cuesta S/. 34.95 del gasto adicional. El ahorro total por metro cúbico del concreto es S/. 29.05 obteniendo una resistencia ligeramente mayor.

Para la relación agua-cemento 0.62 con aditivo en un metro cúbico del concreto se ahorra 3.34 bolsas que equivale a S/. 90.18 de ahorro en cemento. Se usó 2.48 litros de aditivo que cuesta S/. 35.96 del gasto adicional. El ahorro total por metro cúbico del concreto es S/. 54.22 obteniendo una resistencia prácticamente igual.

Para la relación agua-cemento 0.56 con aditivo en un metro cúbico del concreto se ahorra 2.59 bolsas, que equivale a S/. 69.93 de ahorro en cemento. Se usó 2.91 litros de aditivo que cuesta S/. 42.20 del gasto adicional. El ahorro total por metro cúbico del concreto es S/. 27.74, obteniendo una resistencia prácticamente igual.

La resistencia compresión varió según siguiente resumen:

Para la relación agua-cemento 0.68 la resistencia a compresión con aditivo a los 28 días resultó 231 kg/cm<sup>2</sup> y sin aditivo 219 kg/cm<sup>2</sup>. Se aprecia un ligero aumento de resistencia con 5.48 % de diferencia.

Para la relación agua-cemento 0.62, la resistencia a compresión con aditivo a los 28 días resultó 260 kg/cm<sup>2</sup> y sin aditivo 257 kg/cm<sup>2</sup>.

Se aprecia un aumento despreciable de resistencia con 1.17 % de diferencia.

Para la relación agua-cemento 0.56, la resistencia a compresión con aditivo a los 28 días resultó 320 kg/cm<sup>2</sup> y sin aditivo 328 kg/cm<sup>2</sup>. Se aprecia una disminución despreciable de resistencia con 2.44 % de diferencia.

En la presente investigación la disminución de la cantidad del cemento resultó ser de 23.42 %, 29.27 % y 21.71 % para relaciones agua cemento 0.68, 0.62 y 0.56 respectivamente. En la tesis **(Cárdenas, López, 2019)** la disminución fue 13.72 %, 13.6 % y 16.16 % con relaciones agua cemento 0.66, 0.62 y 0.58 respectivamente, usando aditivo plastificante SikaCem. Se aprecia clara ventaja del aditivo Neoplast 8500 HP con respecto a SikaCem. Hay que tomar en cuenta que los dos aditivos se usaron con dosificación máxima para no producir el retardo de la fragua, así que no se puede mejorar su rendimiento aumentando la cantidad del plastificante.

En la presente investigación las variaciones de la resistencia entre concretos con y sin aditivo Neoplast 8500 HP fueron bastante bajos (5.48 % de aumento para A/C=0.68, 1.17 % de aumento para A/C=0.62 y 2.44 % de disminución para A/C=0.56)

En la tesis de **Aching, Del Castillo, (2019)** los aumentos en la resistencia fueron más apreciables (15.00 % para A/C=0.62, 17.83 % para A/C=0.58 y 6.92 % para A/C=0.54) usando aditivo SikaCem. Se usó la misma cantidad del agua para diseño sin y con aditivo a diferencia de la presente tesis.

## 5.2. Conclusiones

El uso del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP influyó en forma satisfactoria, en las propiedades del concreto cemento-arena, reduciendo la cantidad del agua, cemento y asimismo el costo del concreto empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” en Distrito de San Juan Bautista.

El uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP redujo la cantidad del agua y cemento en el concreto cemento-arena, no afectando su resistencia. La reducción de cemento fue en promedio de 2.77 bolsas que equivale a una disminución de 24.80 % (23.42 %, 29.27 % y 21.71 % para relaciones agua cemento 0.68, 0.62 y 0.56 respectivamente). La disminución del agua en promedio es de 25.71 %.

El uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP redujo el costo del concreto cemento-arena en promedio S/. 37.00 por metro cúbico del concreto que es un aproximado de ahorro de 12.29 %. Para  $A/C=0.68$  el ahorro fue S/. 29.05, para  $A/C=0.62$  fue S/. 54.22 y para  $A/C=0.56$  fue S/. 27.74.

El uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena no influye en forma significativa en resistencia compresión manteniendo misma relación agua-cemento resultando en un aumento despreciable de 1.40 % (5.48 % de aumento para  $A/C=0.68$ , 1.17 % de aumento para  $A/C=0.62$  y 2.44 % de disminución para  $A/C=0.56$ ).

### 5.3. Recomendaciones

- Promover el uso e investigación de los aditivos plastificantes en el concreto cemento-arena en la ciudad de Iquitos.
- Se recomienda promover la investigación sobre el uso de diferentes aditivos de varias marcas variando también tipo de agregado de la zona.
- Se recomienda investigar el uso de algún tipo de aditivo adicional como estabilizador del concreto para prevenir la exudación.
- En las pruebas preliminares con dosificaciones del aditivo superiores a 0.8 % se observó un retardo significativo del fraguado. Se recomienda tomar precauciones y ejecutar siempre las pruebas preliminares para prevenir los posibles inconvenientes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACI 213R – 87, “Guide to Structural Lightweight Aggregate Concrete” ACI manual of concrete Practice, Parte 1, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
2. Aching P. y Del Castillo W. (2018) Influencia del plastificante reductor de agua Sika-Cem en el concreto cemento-arena Iquitos, 2018. Tesis de título de ingeniero civil.
3. Cárdenas C. y López L. (2019) Influencia del aditivo plastificante en las propiedades mecánicas del concreto cemento – arena - Iquitos, 2018.
4. Ari, I. (2002). Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad nacional de Ingeniería. 2002.
5. A.M. y J.J. Brooks “Tecnología del Concreto – Editorial Trillas – Primera Edición”.
6. Bazán E. & Meli, R. (2001). Diseño Sísmico de edificios. Noriega Editores. Limusa.
7. Biondi, A. (2007). Instituto de la Construcción y Gerencia. “EL CONCRETO DE ARENA”. Boletín Informativo 337-02EI – 20.

8. Chávez, M. y Pinchi, E. (2015). Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto. Tesis de Maestría dirigida por Ms. Ing. Ana Torre Carrillo. Maestría en Tecnología de la Construcción. Universidad Nacional de Ingeniería. 2015.
9. Safranez C. (1970) "Características de los principales aditivos químicos para hormigones y morteros y su empleo en la construcción" Informes de la Construcción Vol. 23, nº 224 Octubre de 1970 - España
10. Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda que modifica la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda.
11. Glucklich, J. (1963). Fracture of Plain Concrete. ASCE Engineering Mechanics Division. 89 (6), 1963, págs. 127 – 138.
12. Gonzales, F. (2002). Manual de Supervisión de Obras de Concreto. 148 páginas. Editorial Limusa, 2002. ISBN: 9789681859077.
13. Kosmotks, S.H. & Kerkhoff, B. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto, PCA, (2004).
14. Nilson Arthur H. (1999). Diseño de estructuras de Concreto. Editorial MC Graw – Hill, Colombia.
15. Niño Hernández, J.R. (2010). Tecnología del Concreto – Tomo I (Materiales, propiedades y diseño de mezclas), capítulo 11.

16. Rivva E. (2007). Tecnología del Concreto. "Diseño de Mezclas. Segunda Edición. Lima 2007.
  
17. Sidney Mindess, J. Francis Young, David Darwin "Concrete", 2da edición, Prentice Hall editorial, pp. 459 – 467.
18. ASTM C 150, 2000. Standard Specification for Portland Cement
19. ASTM C 1157, 2000a. Standard Performance Specification for Hydraulic Cement
20. ASTM C 78, 2001. Beam with Third-Point Loading.PDF. , pp. 1-3.
21. ASTM C 33, 2010. Concrete Aggregates 1. , vol. i, no. C, pp. 1-11. ISSN 00432296.
22. BAZÁN, E. y MELI, R., 2001. DISEÑO SÍSMICO DE EDIFICIOS. [en línea], Disponible en: [https://www.academia.edu/36401028/Diseno\\_Sismico\\_de\\_Edificios\\_Bazan\\_y\\_Meli](https://www.academia.edu/36401028/Diseno_Sismico_de_Edificios_Bazan_y_Meli).
23. CAMACHO, M., 2017. Análisis de las características mecánicas del concreto convencional usando agregado global del río Bado Huamachuco - la Libertad y aditivo chema 3. *Universidad Privada Antenor Orrego* [en línea], pp. 80. Disponible en: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3603/1/REP\\_ING.CIVIL\\_MAYRA.CAMACHO\\_ANÁLISIS.CARACTERÍSTICAS.MECÁNICAS.CONCRETO.CONVENCIONAL.USANDO.AGREGADO.GLOBAL.RÍO.BADO.HUAMACHUCO.LA.LIBERTAD.ADITIVO.CHEMA3.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3603/1/REP_ING.CIVIL_MAYRA.CAMACHO_ANÁLISIS.CARACTERÍSTICAS.MECÁNICAS.CONCRETO.CONVENCIONAL.USANDO.AGREGADO.GLOBAL.RÍO.BADO.HUAMACHUCO.LA.LIBERTAD.ADITIVO.CHEMA3.pdf).
24. CHÁVEZ , MIGUEL Y PINCHI, eduardo, 2015. Universidad nacional de ingeniería facultad de ingeniería civil. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA* [en línea], Disponible en: <https://docplayer.es/77447746-Universidad-nacional-de-ingenieria-facultad-de-ingenieria-civil-tesis.html>.
25. CUEVA , EVER Y MUÑOZ, C., 2016. Universidad privada antenor orrego. [en línea], pp. 1-60. Disponible en: [http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO\\_MICRO](http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICRO)

BIANO.pdf.

26. E.060 CONCRETO ARMADO – 2009, 2009. Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. [en línea], pp. 201. Disponible en: [http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO](http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO).
27. MTC E 204, 2000. *ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS* [en línea]. 2000. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/413697777/MTC-E-204-2000>.
28. MTC E 213, 2000. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR CUALITATIVAMENTE LAS IMPUREZAS ORGANICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO. [en línea], pp. شماره 8; ص 99-117. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/378216928/Norma-Mtc-e-213-Impurezas-Organicas-Agref-Fino-1>.
29. NORMA TÉCNICA PERUANA 339.034, 2008. *HORMIGON (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN* [en línea]. 2008. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>.
30. NORMA TÉCNICA PERUANA 339.152, 2002. Determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea. [en línea], no. Lima 41. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/232432852/NTP339-152-2002-Sales-Solubles-en-Suelos-y-Agua-Subterranea>.
31. NORMA TÉCNICA PERUANA 339.176, 2002. *SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR PH EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA* [en línea]. 2002. S.l.: s.n. Disponible en: [https://mega.nz/folder/zotSGK6R#\\_SFNvjmwnUeWoqKlpamw7g](https://mega.nz/folder/zotSGK6R#_SFNvjmwnUeWoqKlpamw7g).
32. NORMA TÉCNICA PERUANA 339.177, 2002. *SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA* [en línea]. 2002. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ChristianRomero114/ntp339177-determinacion-de-cloruro-en-suelos>.



33. NORMA TÉCNICA PERUANA 339.178, 2002. SUELOS. MÉTODOS DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA. [en línea], Disponible en: <https://es.scribd.com/document/499688651/NTP-339-178-Sulfatos>.
34. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.010, 2001. *AGREGADOS. EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS* [en línea]. 2001. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ricardocivil79/extraccin-y-preparacin-de-las-muestras-ntp-400010>.
35. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.011, 2008. NTP-400.011. Agregados. definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones. *Norma Técnica Peruana* [en línea], pp. 16. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/438211081/NTP-400-011>.
36. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012, 2001. Norma técnica Peruana NTP 400.012, AGREGADOS. Análisis Extracción y preparación de las muestras. [en línea], no. Lima 41. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/norma-tecnica-peruana-uno/norma-tecnica-peruana-uno.pdf>.
37. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.017, 2011. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (' «Peso Unitario»') y los vacíos en los agregados. [en línea], pp. 14. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>.
38. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.018, 2002. AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75  $\mu\text{m}$  (N°200) POR LAVADO EN AGREGADOS. [en línea], vol. 8. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-400018-materiales-que-pasan-la-malla-200\\_5d2f8c64e2b6f50a5b661891\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-400018-materiales-que-pasan-la-malla-200_5d2f8c64e2b6f50a5b661891_pdf).
39. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.022, 2013. NTP 400.022

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. *Inacal* [en línea], vol. 3a Edición. Disponible en: [https://kupdf.net/queue/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino\\_59c03df208bbc5f314686f9e\\_pdf?queue\\_id=-1&x=1624163261&z=MTkwLjlzOS4yMjQuMjMx](https://kupdf.net/queue/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf?queue_id=-1&x=1624163261&z=MTkwLjlzOS4yMjQuMjMx).

40. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.037, 2014. *AGREGADOS. ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA AGREGADOS EN CONCRETO* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados>.
41. NORMA TÉCNICA PERUANA 400.040, 1999. *AGREGADOS. PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO* [en línea]. 1999. S.l.: s.n. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/365840451/NTP-400-040-1999-Agregados-Particulas-chatas-o-alargadas-en-el-agregado-grueso-pdf>.
42. QUIMBAY, R., 2014. MORTERO MEDIANTE TCTM Autor : Ing . Rodrigo Quimbay Herrera , MSc. [en línea], Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21528>.
43. RIVVA, enrique, 1992. Diseño de mezclas. *Arquitectura y ciudad: seminario celebrado en Melilla, los días 12, 13 y 14 de diciembre de 1989* [en línea], Disponible en: <https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasenrriquerivvalopez>.
44. TORRADO, luz y S. maría, 2013. Propiedades Mecanicas de los Agregados Ante Variaciones Climaticas: Reporte de caso en Bucaramanga Propiedades Mecánicas de los Agregados Ante Variaciones Climaticas: Reporte de caso en Bucaramanga Mechanical Properties of Agreggates When Climatic Variati. *Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga* [en línea], pp. 30-39. Disponible en: [https://www.academia.edu/33180101/Propiedades\\_Mecánicas\\_de\\_los\\_Agregados\\_Ante\\_Variaciones\\_Climaticas\\_Reporte\\_de\\_caso\\_en\\_Bucaramanga](https://www.academia.edu/33180101/Propiedades_Mecánicas_de_los_Agregados_Ante_Variaciones_Climaticas_Reporte_de_caso_en_Bucaramanga).

# **ANEXOS**

## ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>Título:</b> “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE NEOPLAST 8500 HP EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA EMPLEANDO AGREGADO FINO DE LA CANTERA “LAS AMAZONAS” CARRETERA IQUITOS-NAUTA KM 20, IQUITOS 2021”					
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general</b>                      ¿Cómo influye el aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP sobre las propiedades del concreto cemento-arena empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” en Distrito de San Juan Bautista?</p> <p><b>Problemas específicos</b>                      ¿El empleo del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá la cantidad del agua y cemento en el concreto cemento-arena sin afectar su resistencia?                      ¿El uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá el costo del concreto cemento-arena respecto al concreto cemento-arena patrón?                      ¿El uso del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena reducirá la exudación del concreto cemento-arena?</p>	<p><b>Objetivo general</b>                      Determinar cuál es la influencia del uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP sobre las propiedades del concreto cemento-arena empleando agregado fino de la cantera “Las Amazonas” en Distrito de San Juan Bautista.</p> <p><b>Objetivos específicos</b>                      Determinar si el empleo de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá la cantidad del agua y cemento en el concreto cemento-arena sin afectar su resistencia.                      Determinar si el uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP reducirá el costo del concreto cemento-arena respecto al concreto cemento-arena patrón.                      Determinar si el uso de aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en el concreto cemento-arena reducirá la exudación del concreto cemento-arena.</p>	<p><b>H<sub>0</sub>:</b>                      El aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP influye beneficiosamente en las propiedades del concreto cemento-arena, reduciendo cantidad de agua y cemento sin afectar la resistencia del concreto.</p>	<p><b>Variables independiente X:</b>                      -Presencia del aditivo superplastificante Neoplast 8500                      -Relación agua – cemento en la mezcla</p> <p><b>Variables dependientes Y:</b>                      -Cantidad del agua en la mezcla                      -Cantidad del cemento en la mezcla                      -Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena endurecido                      -Propiedades físicas de mezcla fresca del concreto cemento-arena</p>	<p><b>Indicadores X:</b>                      - Relación de los pesos del cemento y aditivo (número adimensional)                      - Peso y volumen del aditivo por metro cúbico del concreto (kilogramos y litros)                      - Relación de los pesos del agua y cemento (número adimensional)</p> <p><b>Indicadores Y</b>                      - Volumen del agua por metro cúbico de la mezcla (litros)                      - Peso del cemento por metro cúbico de mezcla (kilogramos)                      - Resistencia a la compresión del concreto endurecido (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado)                      - Asentamiento del Cono de Abrams de la mezcla (pulgadas)                      - Peso del agua de exudación por volumen de mezcla del concreto (gramos por centímetro cúbico)</p>	<p>El presente proyecto de investigación es de tipo correlacional con el diseño experimental de una pre prueba y post prueba con tres grupos (Pre Test y Post Test).</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">G<sub>E1</sub> : O<sub>1</sub> X<sub>1</sub> O<sub>2</sub></p> <p style="text-align: center;">G<sub>E2</sub> : O<sub>3</sub> X<sub>1</sub> O<sub>4</sub></p> <p style="text-align: center;">G<sub>E3</sub> : O<sub>5</sub> X<sub>1</sub> O<sub>6</sub></p> </div> <p>GE1: Grupo experimental n° 1                      GE2: Grupo experimental n° 2                      GE3: Grupo experimental n° 3                      O1 O3 O5: Observaciones pre prueba (sin aditivo)                      O2 O4 O6: Observaciones post prueba (con aditivo)                      X1: Variable independiente: Presencia del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP.</p>

## ANEXO N° 2: CÁLCULO DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA

### Diseño de mezcla con a/c = 0.68 sin aditivo

#### A. MATERIALES

##### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	<b>APU TIPO GU</b>
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

##### 2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico base seca	:	2.642
Peso Específico SSS	:	2.650
Porcentaje de Absorción	:	0.11 %
Peso Unitario Suelto	:	1,529 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,748 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.09
Humedad para Diseño	:	9.02 %

#### B. CARACTERISTICAS

##### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	280	Lts/m <sup>3</sup>	
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.68		
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	280.00 / 0.68	= 411.8 = 9.69 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%	

#### C. CALCULO

##### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	411.8 / 3030	=	0.136 m <sup>3</sup>
Agua	:	280.00 / 1000	=	0.280 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m <sup>3</sup>
				<u>0.501 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.501	=	0.499 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0.499 x 2642	=	1318.6 kg

##### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	411.8 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	280.0 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1318.6 Kg/m <sup>3</sup>

##### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1318.60 x 1.0902	=	1437.54 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	9.02 - 0.11	=	8.91 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1318.60 x 0.0891	=	117.487 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	280.00 - 117.49	=	162.51 Lts.

##### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	411.8 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	162.5 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1437.5 Kg/m <sup>3</sup>

##### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	411.80 / 411.80	=	1.00
Agregado Fino	:	1437.54 / 411.80	=	3.49
Agua	:	0.39 x 42.50	=	16.58

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>3.49</b></td> <td><b>16.58</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>3.49</b>	<b>16.58</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>3.49</b>	<b>16.58</b>							

##### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1666.92 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---	---------------------------

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>3.11</b></td> <td><b>16.58</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>3.11</b>	<b>16.58</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>3.11</b>	<b>16.58</b>							

##### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	148.3 Kg
Agua Efectiva	:	16.6 Its.

## Diseño de mezcla con a/c = 0.68 con aditivo

### A. MATERIALES

#### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	<b>APU TIPO GU</b>
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

#### 2. AGREGADOS

		<b>AGREGADO FINO</b>
Peso Específico base seca	:	2.642
Peso Específico SSS	:	2.650
Porcentaje de Absorción	:	0.11 %
Peso Unitario Suelto	:	1,529 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,748 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.09
Humedad para Diseño	:	9.02 %

### B. CARACTERISTICAS

#### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	220 Lts/m <sup>3</sup>	Densidad del aditivo	:	1.1 kg/l
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.68			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	220.00 / 0.68	=	323.5 = 7.61 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			
Relacion Aditivo/Cemento	:	0.008			
Cantidad de aditivo	:	2588 gr	=	2.6 kg	Volumen: 2.4 litros

### C. CALCULO

#### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	323.5 / 3030	=	0.107 m <sup>3</sup>
Agua	:	220.00 / 1000	=	0.220 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m <sup>3</sup>
				<u>0.412 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.412	=	0.588 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0.588 x 2642	=	1554.1 kg

#### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	323.5 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	217.6 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1554.1 Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	2.6 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1554.11 x 1.0902	=	1694.3 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	9.02 - 0.11	=	8.91 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1554.11 x 0.0891	=	138.472 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	217.60 - 138.47	=	79.13 Lts.

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	323.5 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	79.1 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1694.3 Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	2.6 Kg/m <sup>3</sup>

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	323.50 / 323.50	=	1.00
Agregado Fino	:	1694.3 / 323.50	=	5.24
Agua	:	0.24 x 42.50	=	10.20

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>AF</th> <th>Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5.24</td> <td>10.20</td> </tr> </tbody> </table>	C	AF	Agua	1	5.24	10.20	Lts/m <sup>3</sup>
C	AF	Agua							
1	5.24	10.20							

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1666.92 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---	---------------------------

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>AF</th> <th>Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4.68</td> <td>10.20</td> </tr> </tbody> </table>	C	AF	Agua	1	4.68	10.20	Lts/m <sup>3</sup>
C	AF	Agua							
1	4.68	10.20							

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	222.7 Kg
Agua Efectiva	:	10.2 Lts.
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	0.34 Kg

## Diseño de mezcla con a/c = 0.62 sin aditivo

### A. MATERIALES

#### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	<b>APU TIPO GU</b>
Peso Especifico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

#### 2. AGREGADOS

##### AGREGADO FINO

Peso Especifico base seca	:	2.642
Peso Especifico SSS	:	2.650
Porcentaje de Absorción	:	0.11 %
Peso Unitario Suelto	:	1,529 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,748 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.09
Humedad para Diseño	:	9.79 %

### B. CARACTERISTICAS

#### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	290	Lts/m <sup>3</sup>
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.62	
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	290.00 / 0.62 = 467.7 = 11.00 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%

### C. CALCULO

#### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	467.7 / 3030	=	0.154 m <sup>3</sup>
Agua	:	290.00 / 1000	=	0.290 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m <sup>3</sup>
				<u>0.529 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.529	=	0.471 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0.471 x 2642	=	1243.4 kg

#### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	467.7 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	290.0 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1243.4 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1243.44 x 1.0979	=	1365.17 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	9.79 - 0.11	=	9.68 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1243.44 x 0.0968	=	120.365 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	290.00 - 120.37	=	169.63 Lts.

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	467.7 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	169.6 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1365.2 Kg/m <sup>3</sup>

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	467.70 / 467.70	=	1.00
Agregado Fino	:	1365.17 / 467.70	=	2.92
Agua	:	0.36 x 42.50	=	15.30

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>2.92</b></td> <td><b>15.30</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>2.92</b>	<b>15.30</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>2.92</b>	<b>15.30</b>							

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1678.69 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---	---------------------------

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>2.59</b></td> <td><b>15.30</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>2.59</b>	<b>15.30</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>2.59</b>	<b>15.30</b>							

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	124.1 Kg
Agua Efectiva	:	15.3 lts.

## Diseño de mezcla con a/c = 0.62 con aditivo

### A. MATERIALES

#### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	<b>APU TIPO GU</b>
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

#### 2. AGREGADOS

		<b>AGREGADO FINO</b>
Peso Específico base seca	:	2.642
Peso Específico SSS	:	2.650
Porcentaje de Absorción	:	0.11 %
Peso Unitario Suelto	:	1,529 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,748 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.09
Humedad para Diseño	:	9.79 %

### B. CARACTERÍSTICAS

#### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	210 Lts/m <sup>3</sup>	Densidad del aditivo	:	1.1 kg/l
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.62			
Factor Cemento	:	<b>C=A/Rac</b>	210.00 / 0.62	=	338.7 = 7.97 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			
Relacion Aditivo/Cemento	:	0.008			
Cantidad de aditivo	:	2709.6 gr	=	2.7 kg	Volumen: 2.5 litros

### C. CALCULO

#### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	338.7 / 3030	=	0.112 m <sup>3</sup>
Agua	:	210.00 / 1000	=	0.210 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m <sup>3</sup>
				0.407 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.407	=	0.593 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0.593 x 2642	=	1567.3 kg

#### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	338.7 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	207.5 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1567.3 Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	2.7 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1567.28 x 1.0979	=	1720.72 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	9.79 - 0.11	=	9.68 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1567.28 x 0.0968	=	151.713 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	207.50 - 151.71	=	55.79 Lts.

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	338.7 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	55.8 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1720.7 Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	2.7 Kg/m <sup>3</sup>

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	338.70 / 338.70	=	1.00
Agregado Fino	:	1720.72 / 338.70	=	5.08
Agua	:	0.16 x 42.50	=	6.80

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>5.08</b></td> <td><b>6.80</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>5.08</b>	<b>6.80</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>5.08</b>	<b>6.80</b>							

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1678.69 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---	---------------------------

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>4.50</b></td> <td><b>6.80</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>4.50</b>	<b>6.80</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>4.50</b>	<b>6.80</b>							

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	215.9 Kg
Agua Efectiva	:	6.8 lts.
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	0.34 Kg



## Diseño de mezcla con a/c = 0.56 sin aditivo

### A. MATERIALES

#### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	<b>APU TIPO GU</b>
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

#### 2. AGREGADOS

##### AGREGADO FINO

Peso Específico base seca	:	2.642
Peso Específico SSS	:	2.650
Porcentaje de Absorción	:	0.11 %
Peso Unitario Suelto	:	1,529 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,748 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.09
Humedad para Diseño	:	6.33 %

### B. CARACTERISTICAS

#### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	270	Lts/m <sup>3</sup>
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.56	
Factor Cemento	:	$C=A/Rac$	$270.00 / 0.56 = 482.1 = 11.34$ Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%

### C. CALCULO

#### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	$482.1 / 3030$	=	0.159 m <sup>3</sup>
Agua	:	$270.00 / 1000$	=	0.270 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	$8.50 / 100$	=	0.085 m <sup>3</sup>
				<u>0.514 m<sup>3</sup></u>
Volumen Absoluto de los agregados	:	$1.000 - 0.514$	=	0.486 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	$0.486 \times 2642$	=	1283.7 kg

#### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	482.1 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	270.0 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1283.7 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	$1283.72 \times 1.0633$	=	1364.98 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	$6.33 - 0.11$	=	6.22 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	$1283.72 \times 0.0622$	=	79.8476 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	$270.00 - 79.85$	=	190.15 Lts.

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	482.1 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	190.2 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1365.0 Kg/m <sup>3</sup>

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	$482.10 / 482.10$	=	1.00
Agregado Fino	:	$1364.98 / 482.10$	=	2.83
Agua	:	$0.39 \times 42.50$	=	16.58

<b>DOSIFICACIÓN EN PESO</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>2.83</b></td> <td><b>16.58</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>2.83</b>	<b>16.58</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>2.83</b>	<b>16.58</b>							

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1625.79 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---	---------------------------

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN</b>	:	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> <td><b>AF</b></td> <td><b>Agua</b></td> </tr> <tr> <td><b>1</b></td> <td><b>2.59</b></td> <td><b>16.58</b></td> </tr> </table>	<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>	<b>1</b>	<b>2.59</b>	<b>16.58</b>	Lts/m <sup>3</sup>
<b>C</b>	<b>AF</b>	<b>Agua</b>							
<b>1</b>	<b>2.59</b>	<b>16.58</b>							

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	120.3 Kg
Agua Efectiva	:	16.6 Lts.

## Diseño de mezcla con a/c = 0.56 con aditivo

### A. MATERIALES

#### 1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	<b>APU TIPO GU</b>
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m <sup>3</sup>

#### 2. AGREGADOS

		<b>AGREGADO FINO</b>
Peso Específico base seca	:	2.642
Peso Específico SSS	:	2.650
Porcentaje de Absorción	:	0.11 %
Peso Unitario Suelto	:	1,529 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	:	1,748 Kg/m <sup>3</sup>
Modulo de Fineza	:	1.09
Humedad para Diseño	:	6.33 %

### B. CARACTERISTICAS

#### 3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	:	215 Lts/m <sup>3</sup>	Densidad del aditivo	:	1.1 kg/l
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.56			
Factor Cemento	:	$C=A/Rac$	215.00 / 0.56	=	383.9 = 9.03 Bls./m <sup>3</sup>
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			
Relacion Aditivo/Cemento	:	0.008			
Cantidad de aditivo	:	3071.2 gr	=	3.1 kg	Volumen: 2.8 litros

### C. CALCULO

#### 4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA (SE ASUME QUE ADITIVO ES PARTE DE AGUA)

Cemento	:	383.9 / 3030	=	0.127 m <sup>3</sup>
Agua	:	215.00 / 1000	=	0.215 m <sup>3</sup>
Aire Atrapado	:	8.50 / 100	=	0.085 m <sup>3</sup>
				0.427 m <sup>3</sup>
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.427	=	0.573 m <sup>3</sup>
Peso del Agregado Fino	:	0.573 x 2642	=	1514.7 kg

#### 5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	383.9 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	212.2 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1514.7 Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	3.1 Kg/m <sup>3</sup>

#### 6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1514.66 x 1.0633	=	1610.54 Kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial A. Fino	:	6.33 - 0.11	=	6.22 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1514.66 x 0.0622	=	94.2118 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	212.20 - 94.21	=	117.99 Lts.

#### 7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	383.9 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	:	118.0 Lts/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	:	1610.5 Kg/m <sup>3</sup>
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	3.1 Kg/m <sup>3</sup>

#### 8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	383.90 / 383.90	=	1.00
Agregado Fino	:	1610.54 / 383.90	=	4.20
Agua	:	0.31 x 42.50	=	13.18

#### DOSIFICACIÓN EN PESO

C	AF	Agua
1	4.20	13.18

Lts/m<sup>3</sup>

#### 9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie<sup>3</sup>)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1625.79 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---	---------------------------

#### DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

C	AF	Agua
1	3.84	13.18

Lts/m<sup>3</sup>

#### 10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	178.5 Kg
Agua Efectiva	:	13.2 lts.
Aditivo Neoplast 8500 HP	:	0.34 Kg

## ANEXO N° 3: CÁLCULO DE LOS PESOS UNITARIOS Y VALORES REALES DE LOS DISEÑOS

### PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.68**      **SIN ADITIVO**

#### DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	411.80 kg	0.13591 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1320.05 kg	0.49813 m3
AGUA	280.00 kg	0.28000 m3
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>2011.85 kg</b>	<b>0.914 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2011.85 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = \mathbf{2201.05 \text{ kg/m}^3}$$

#### PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8868	8846	8860
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	5952	5930	5944
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.105	2.098	2.103
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>2.10187</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>2101.87</b>		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2011.85 \text{ kg.}}{2101.873333 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.95717 \text{ m}^3}$$

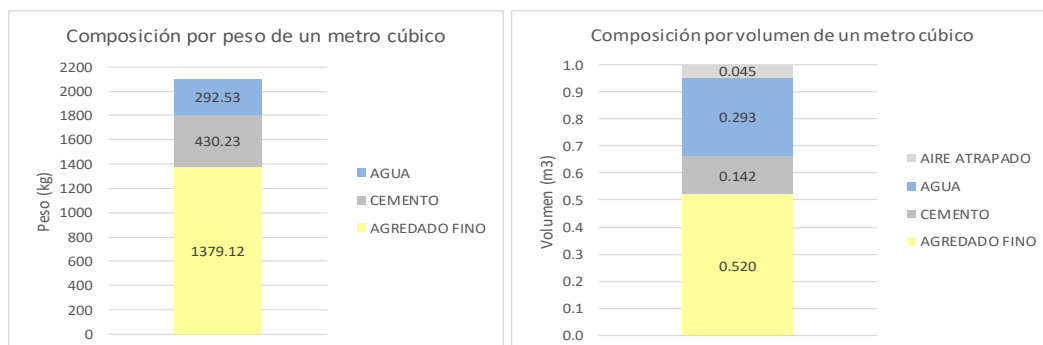
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.95717 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.957}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{411.8 \text{ m}^3}{0.95717 \text{ m}^3} = \mathbf{430.23 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{10.12 \text{ bls/m}^3}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO      4.51 %      Método gravimétrico  
 ASENTAMIENTO (SLUMP)      4 3/4"  
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA      31.4 °C

#### COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	430.23 kg	0.142 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1379.12 kg	0.520 m3
AGUA	292.53 lts.	0.293 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.045 m3
<b>TOTAL</b>	<b>2101.87 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>



**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**  
**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.68**      **CON ADITIVO**

**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	323.50 kg	0.10677 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1555.82 kg	0.58710 m3
AGUA	217.60 kg	0.21760 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	2.60 kg	0.00236
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>2099.52 kg</b>	<b>0.914 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2099.52 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = \mathbf{2297.49 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8925	8980	8976
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	6009	6064	6060
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.126	2.145	2.144
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>2.13807</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>2138.07</b>		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2099.52 \text{ kg.}}{2138.073333 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.981968 \text{ m}^3}$$

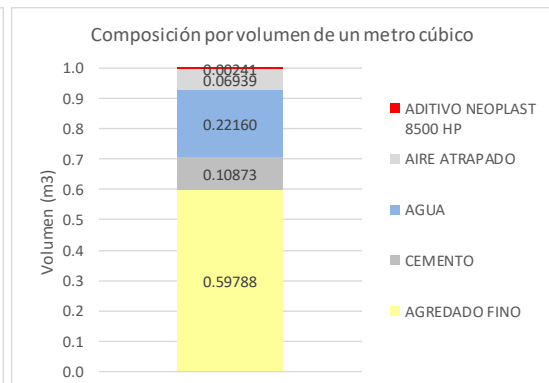
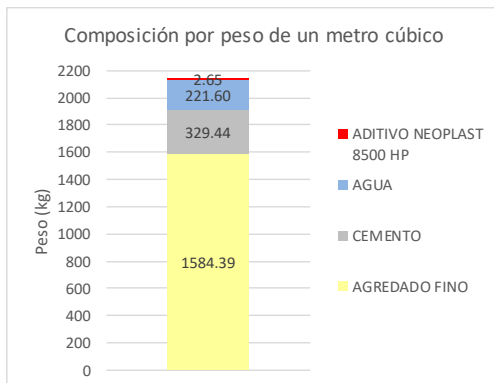
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.981968 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.982}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{323.5 \text{ m}^3}{0.981968 \text{ m}^3} = \mathbf{329.44 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{7.75 \text{ bolsas/r}}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO      6.94 %      Método gravimétrico  
ASENTAMIENTO (SLUMP)      3 3/4"  
TEMPERATURA DE LA MEZCLA      29.4 °C

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	329.44 kg	0.10873 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1584.39 kg	0.59788 m3
AGUA	221.60 lts.	0.22160 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	2.65	0.00241
AIRE ATRAPADO	0.00	0.06939 m3
<b>TOTAL</b>	<b>2138.08 kg</b>	<b>1.00000 m3</b>





**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**  
**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.62**      **CON ADITIVO**

**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	338.70 kg	0.11178 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1569.01 kg	0.59208 m3
AGUA	207.50 kg	0.20750 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	2.70 kg	0.00245
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>2117.91 kg</b>	<b>0.914 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2117.91 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = \mathbf{2317.66 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8939	8975	9013
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	6023	6059	6097
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.131	2.143	2.157
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>2.14350</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>2143.50</b>		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2117.91 \text{ kg.}}{2143.496667 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.988063 \text{ m}^3}$$

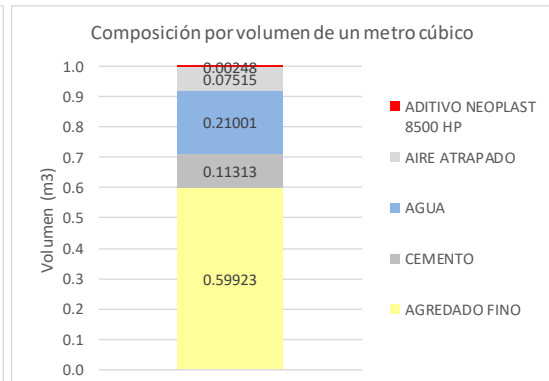
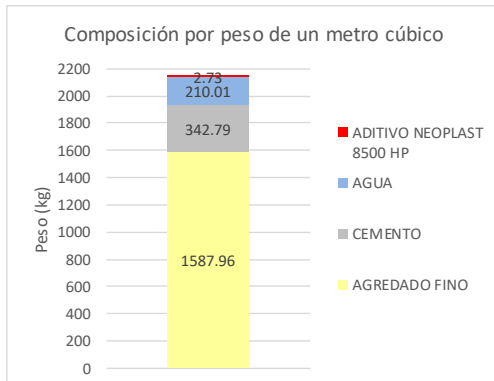
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.988063 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.988}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{338.7 \text{ m}^3}{0.988063 \text{ m}^3} = \mathbf{342.79 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{8.07 \text{ bls/m}^3}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO      7.51 %      Método gravimétrico  
ASENTAMIENTO (SLUMP)      6 3/4"  
TEMPERATURA DE LA MEZCLA      31.9 °C

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	342.79 kg	0.11313 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1587.96 kg	0.59923 m3
AGUA	210.01 lts.	0.21001 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	2.73	0.00248
AIRE ATRAPADO	0.00	0.07515 m3
<b>TOTAL</b>	<b>2143.49 kg</b>	<b>1.00000 m3</b>



**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**  
**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.56**      **SIN ADITIVO**

**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	482.10 kg	0.15911 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1285.14 kg	0.48496 m3
AGUA	270.00 kg	0.27000 m3
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>2037.24 kg</b>	<b>0.914 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2037.24 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = 2228.77 \text{ kg/m}^3$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	8988	8972	8961
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	6072	6056	6045
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.148	2.142	2.138
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>2.14279</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>2142.79</b>		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2037.24 \text{ kg.}}{2142.79 \text{ kg/m}^3} = 0.950742 \text{ m}^3$$

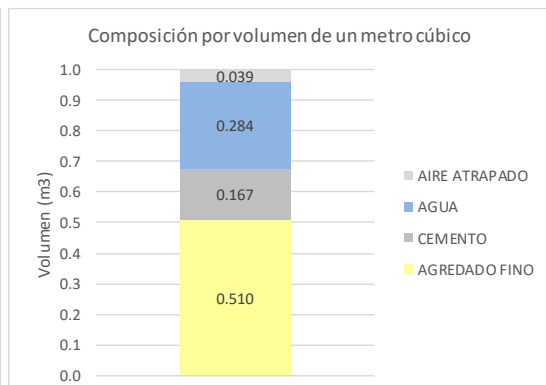
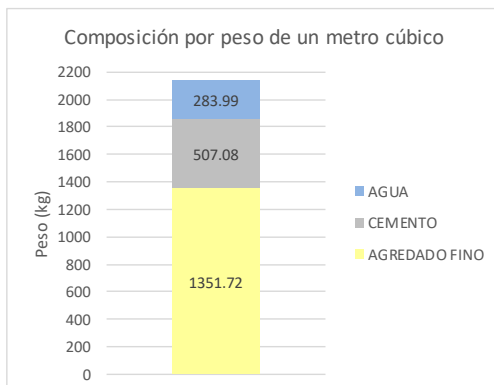
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.950742 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.951$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{482.1 \text{ m}^3}{0.950742 \text{ m}^3} = 507.08 \text{ kg/m}^3 = 11.93 \text{ bls/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO      3.86 %      Método gravimétrico  
ASENTAMIENTO (SLUMP)      1 1/2"  
TEMPERATURA DE LA MEZCLA      31.0 °C

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	507.08 kg	0.167 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1351.72 kg	0.510 m3
AGUA	283.99 lts.	0.284 m3
<u>AIRE ATRAPADO</u>	<u>0.00</u>	<u>0.039 m3</u>
<b>TOTAL</b>	<b>2142.79 kg</b>	<b>1.0000 m3</b>



**PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO**  
**ASTM C-138**

Relación agua/cemento: **0.56**      **CON ADITIVO**

**DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	383.90 kg	0.12670 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1516.32 kg	0.57220 m3
AGUA	212.20 kg	0.21220 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	3.10 kg	0.00282
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>2115.52 kg</b>	<b>0.914 m3</b>

S.S.S.\* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2115.52 \text{ kg}}{0.914 \text{ m}^3} = \mathbf{2314.79 \text{ kg/m}^3}$$

**PESO UNITARIO DEL CONCRETO**

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	9092	9105	9105
(B) PESO DE MOLDE (g)	2916	2916	2916
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	6176	6189	6189
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	2827	2827	2827
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.185	2.189	2.189
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)</b>	<b>2.18772</b>		
<b>PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)</b>	<b>2187.72</b>		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2115.52 \text{ kg.}}{2187.716667 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.966999 \text{ m}^3}$$

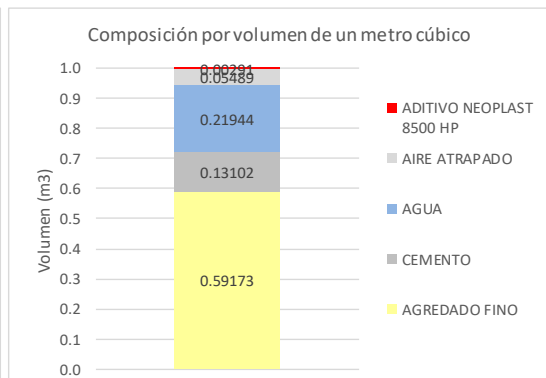
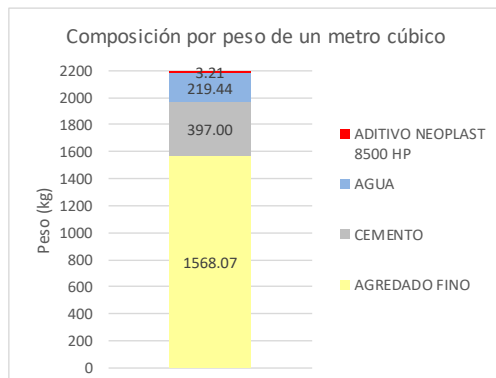
$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.966999 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = \mathbf{0.967}$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{383.9 \text{ m}^3}{0.966999 \text{ m}^3} = \mathbf{397 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{9.34 \text{ bls/m}^3}$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO      5.49 %      Método gravimétrico  
ASENTAMIENTO (SLUMP)      7 1/2"  
TEMPERATURA DE LA MEZCLA      29.9 °C

**COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL**

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	397.00 kg	0.13102 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1568.07 kg	0.59173 m3
AGUA	219.44 lts.	0.21944 m3
ADITIVO NEOPLAST 8500 HP	3.21	0.00291
AIRE ATRAPADO	0.00	0.05489 m3
<b>TOTAL</b>	<b>2187.72 kg</b>	<b>1.00000 m3</b>





**ANEXO N° 4: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, sin aditivo, 3 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.02	117.9	12,020	78.854	152	<b>142</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.01	111.1	11,332	78.697	144	
3	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.01	109.4	11,152	78.697	142	
4	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.02	105.5	10,760	78.854	136	
5	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.02	106.7	10,883	78.854	138	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.23

VARIANZA
38.80

COEF. DE VARIACION
4.39

**ANEXO N° 5: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, sin aditivo, 7 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	135.6	13,828	78.933	175	<b>183</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	145.9	14,878	79.012	188	
3	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	140.8	14,361	78.933	182	
4	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	144.4	14,724	79.012	186	
5	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.04	141.2	14,402	79.091	182	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.98

VARIANZA
24.80

COEF. DE VARIACION
2.72

**ANEXO N° 6: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, sin aditivo, 14 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.03	157.9	16,100	79.012	204	<b>201</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.05	148.8	15,169	79.327	191	
3	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.01	155.8	15,888	78.697	202	
4	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.02	163.0	16,618	78.776	211	
5	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.06	153.9	15,695	79.406	198	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.40

VARIANZA
54.70

COEF. DE VARIACION
3.68

**ANEXO N° 7: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, sin aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.03	160.3	16,347	78.933	207	<b>219</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.01	173.2	17,657	78.697	224	
3	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.01	176.9	18,040	78.697	229	
4	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.03	169.3	17,260	79.012	218	
5	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.02	166.8	17,010	78.854	216	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.35

VARIANZA
69.70

COEF. DE VARIACION
3.81

**ANEXO N° 8: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, con aditivo, 3 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.01	128.4	13,097	78.618	167	<b>165</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.01	129.4	13,196	78.697	168	
3	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	9.99	125.1	12,761	78.383	163	
4	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.01	126.6	12,912	78.697	164	
5	TESTIGO	06/05/2021	09/05/2021	3	10.03	125.0	12,750	79.012	161	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.88

VARIANZA
8.30

COEF. DE VARIACION
1.75

**ANEXO N° 9: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, con aditivo, 7 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.02	152.1	15,511	78.854	197	<b>200</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.02	161.1	16,427	78.776	209	
3	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	155.5	15,860	79.012	201	
4	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	152.8	15,578	79.012	197	
5	TESTIGO	06/05/2021	13/05/2021	7	10.03	150.1	15,305	79.012	194	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.81

VARIANZA
33.80

COEF. DE VARIACION
2.91

**ANEXO N° 10: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, con aditivo, 14 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.02	169.6	17,297	78.776	220	<b>218</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.04	171.5	17,490	79.091	221	
3	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.00	162.3	16,551	78.54	211	
4	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.02	172.7	17,609	78.854	223	
5	TESTIGO	06/05/2021	20/05/2021	14	10.02	167.4	17,066	78.854	216	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.76

VARIANZA
22.70

COEF. DE VARIACION
2.19

**ANEXO N° 11: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.68, con aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.68** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.02	176.4	17,990	78.776	228	<b>231</b>
2	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.02	176.9	18,042	78.854	229	
3	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	9.99	179.7	18,322	78.304	234	
4	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	9.97	175.8	17,926	77.991	230	
5	TESTIGO	06/05/2021	03/06/2021	28	10.03	182.9	18,648	78.933	236	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.44

VARIANZA
11.80

COEF. DE VARIACION
1.49



**ANEXO N° 12: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 3 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.04	148.2	15,111	79.169	191	<b>189</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.02	147.8	15,066	78.854	191	
3	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.03	142.4	14,518	79.012	184	
4	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.02	148.2	15,114	78.854	192	
5	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.01	143.1	14,588	78.697	185	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.78

VARIANZA
14.30

COEF. DE VARIACION
2.00

**ANEXO N° 13: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 7 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.03	171.9	17,529	78.933	222	<b>225</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.00	173.8	17,721	78.54	226	
3	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.02	171.2	17,457	78.854	221	
4	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.03	176.9	18,040	79.012	228	
5	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.02	175.8	17,928	78.854	227	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.11

VARIANZA
9.70

COEF. DE VARIACION
1.38

**ANEXO N° 14: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 14 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39**

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.04	191.6	19,541	79.091	247	<b>249</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.04	189.0	19,269	79.169	243	
3	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.02	194.2	19,807	78.854	251	
4	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.01	195.2	19,909	78.618	253	
5	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.03	193.4	19,717	78.933	250	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.90

VARIANZA
15.20

COEF. DE VARIACION
1.57

**ANEXO N° 15: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.04	204.2	20,821	79.091	263	<b>257</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.04	202.0	20,600	79.091	260	
3	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.03	205.6	20,965	78.933	266	
4	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.04	198.1	20,198	79.169	255	
5	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.05	188.5	19,217	79.248	242	

DESVIACIÓN ESTANDAR
9.42

VARIANZA
88.70

COEF. DE VARIACION
3.66

**ANEXO N° 16: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 3 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.01	144.6	14,745	78.697	187	<b>187</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.02	139.2	14,196	78.854	180	
3	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.01	147.8	15,071	78.697	192	
4	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.03	146.4	14,926	79.012	189	
5	TESTIGO	04/05/2021	07/05/2021	3	10.02	143.8	14,659	78.854	186	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.44

VARIANZA
19.70

COEF. DE VARIACION
2.37

**ANEXO N° 17: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 7 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.02	171.6	17,495	78.854	222	<b>218</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.03	160.6	16,373	79.012	207	
3	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.03	168.6	17,189	78.933	218	
4	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	9.98	167.6	17,092	78.226	219	
5	TESTIGO	04/05/2021	11/05/2021	7	10.03	174.9	17,836	79.012	226	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.09

VARIANZA
50.30

COEF. DE VARIACION
3.25

**ANEXO N° 18: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 14 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	9.97	186.0	18,965	77.991	243	<b>245</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.03	192.6	19,642	79.012	249	
3	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.02	189.2	19,293	78.854	245	
4	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.02	192.2	19,600	78.854	249	
5	TESTIGO	04/05/2021	18/05/2021	14	10.00	183.7	18,727	78.461	239	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.24

VARIANZA
18.00

COEF. DE VARIACION
1.73

**ANEXO N° 19: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.62** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.04	201.5	20,542	79.091	260	<b>260</b>
2	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.07	204.1	20,808	79.564	262	
3	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.03	202.2	20,619	79.012	261	
4	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.05	205.0	20,900	79.248	264	
5	TESTIGO	04/05/2021	01/06/2021	28	10.03	196.9	20,078	78.933	254	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.77

VARIANZA
14.20

COEF. DE VARIACION
1.45



**ANEXO N° 20: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, sin aditivo, 3 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.02	154.0	15,708	78.854	199	<b>203</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.01	156.0	15,909	78.697	202	
3	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.03	161.4	16,457	78.933	208	
4	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.01	149.2	15,211	78.618	193	
5	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.00	162.4	16,555	78.461	211	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.16

VARIANZA
51.30

COEF. DE VARIACION
3.53

**ANEXO N° 21: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, sin aditivo, 7 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.02	201.9	20,587	78.854	261	<b>265</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.00	204.7	20,868	78.461	266	
3	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.02	205.3	20,934	78.776	266	
4	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.06	206.2	21,029	79.406	265	
5	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.01	205.9	20,992	78.697	267	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.35

VARIANZA
5.50

COEF. DE VARIACION
0.88

**ANEXO N° 22: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, sin aditivo, 14 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.03	229.7	23,427	78.933	297	<b>300</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.03	220.1	22,445	79.012	284	
3	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.02	231.6	23,612	78.854	299	
4	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.02	247.7	25,261	78.854	320	
5	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.04	231.3	23,584	79.091	298	

DESVIACIÓN ESTANDAR
12.93

VARIANZA
167.30

COEF. DE VARIACION
4.31

**ANEXO N° 23: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, sin aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** sin aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.05	257.8	26,290	79.248	332	<b>328</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.03	246.1	25,094	79.012	318	
3	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.02	251.6	25,658	78.854	325	
4	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.01	261.3	26,647	78.697	339	
5	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.00	250.8	25,578	78.54	326	

DESVIACIÓN ESTANDAR
7.91

VARIANZA
62.50

COEF. DE VARIACION
2.41

**ANEXO N° 24: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, con aditivo, 3 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.03	172.3	17,571	78.933	223	<b>228</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.04	175.3	17,877	79.091	226	
3	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.03	179.2	18,268	79.012	231	
4	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.03	177.2	18,065	79.012	229	
5	TESTIGO	11/05/2021	14/05/2021	3	10.03	177.7	18,118	78.933	230	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.27

VARIANZA
10.70

COEF. DE VARIACION
1.43

**ANEXO N° 25: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, con aditivo, 7 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.04	210.8	21,498	79.091	272	<b>268</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.02	203.2	20,719	78.776	263	
3	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.04	207.3	21,142	79.091	267	
4	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.02	212.0	21,614	78.854	274	
5	TESTIGO	11/05/2021	18/05/2021	7	10.02	204.5	20,849	78.776	265	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.66

VARIANZA
21.70

COEF. DE VARIACION
1.74

**ANEXO N° 26: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, con aditivo, 14 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.03	227.1	23,159	79.012	293	<b>292</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.04	229.1	23,366	79.169	295	
3	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.04	225.1	22,950	79.091	290	
4	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.04	222.3	22,669	79.091	287	
5	TESTIGO	11/05/2021	25/05/2021	14	10.02	229.9	23,442	78.854	297	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.97

VARIANZA
15.80

COEF. DE VARIACION
1.36

**ANEXO N° 27: Ensayo de resistencia compresión, relación agua-cemento 0.56, con aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN**  
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Relación agua/cemento: **0.56** con aditivo

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.00	248.9	25,378	78.461	323	<b>320</b>
2	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.01	243.2	24,794	78.618	315	
3	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.06	253.3	25,832	79.485	325	
4	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.06	253.0	25,797	79.485	325	
5	TESTIGO	11/05/2021	08/06/2021	28	10.04	242.6	24,733	79.169	312	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.08

VARIANZA
37.00

COEF. DE VARIACION
1.90



**ANEXO N° 28: Ensayo de resistencia flexión, relación agua-cemento 0.68, sin aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXION DE CONCRETO**

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.68** SIN ADITIVO

N° Mst.	estructura o Identificació	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	06/05/2021	03/06/2021	28	15.53	15.42	46.50	29.4	2,996	38	<b>39</b>
2	TESTIGO VIGA	06/05/2021	03/06/2021	28	15.69	15.35	46.50	32.4	3,305	42	
3	TESTIGO VIGA	06/05/2021	03/06/2021	28	15.40	15.43	46.50	29.5	3,004	38	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.31

VARIANZA
5.33

COEF. DE VARIACION
5.92

**ANEXO N° 29: Ensayo de resistencia flexión, relación agua-cemento 0.68, con aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXION DE CONCRETO**

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.68** CON ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	06/05/2021	03/06/2021	28	15.53	15.44	46.50	27.3	2,781	35	<b>39</b>
2	TESTIGO VIGA	06/05/2021	03/06/2021	28	15.37	15.47	46.50	32.3	3,295	42	
3	TESTIGO VIGA	06/05/2021	03/06/2021	28	15.22	15.46	46.50	30.9	3,154	40	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.61

VARIANZA
13.00

COEF. DE VARIACION
9.25

**ANEXO N° 30: Ensayo de resistencia flexión, relación agua-cemento 0.62, sin aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXION DE CONCRETO**

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.62** SIN ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	04/05/2021	01/06/2021	28	15.47	15.43	46.50	33.0	3,365	42	<b>41</b>
2	TESTIGO VIGA	04/05/2021	01/06/2021	28	15.64	15.34	46.50	33.7	3,436	43	
3	TESTIGO VIGA	04/05/2021	01/06/2021	28	15.56	15.35	46.50	29.9	3,043	39	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.08

VARIANZA
4.33

COEF. DE VARIACION
5.08

**ANEXO N° 31: Ensayo de resistencia flexión, relación agua-cemento 0.62, con aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXION DE CONCRETO**

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.62** CON ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	04/05/2021	01/06/2021	28	15.50	15.47	46.50	31.9	3,249	41	<b>40</b>
2	TESTIGO VIGA	04/05/2021	01/06/2021	28	15.49	15.31	46.50	31.7	3,230	41	
3	TESTIGO VIGA	04/05/2021	01/06/2021	28	15.00	15.39	46.50	27.5	2,800	37	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.31

VARIANZA
5.33

COEF. DE VARIACION
5.77

**ANEXO N° 32: Ensayo de resistencia flexión, relación agua-cemento 0.56, sin aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXION DE CONCRETO**

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.56** SIN ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	11/05/2021	08/06/2021	28	15.58	15.41	46.50	42.0	4,285	54	<b>47</b>
2	TESTIGO VIGA	11/05/2021	08/06/2021	28	15.56	15.42	46.50	33.1	3,378	42	
3	TESTIGO VIGA	11/05/2021	08/06/2021	28	15.32	15.42	46.50	35.3	3,593	46	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.11

VARIANZA
37.33

COEF. DE VARIACION
13.00

**ANEXO N° 33: Ensayo de resistencia flexión, relación agua-cemento 0.56, con aditivo, 28 días de curado.**

**ENSAYO DE RESISTENCIA FLEXION DE CONCRETO**

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

**ASTM C - 78**

Relacion agua/cemento: **0.56** CON ADITIVO

N° Mst.	estructura o identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Prom.
1	TESTIGO VIGA	11/05/2021	08/06/2021	28	15.38	15.42	46.50	41.2	4,196	53	<b>50</b>
2	TESTIGO VIGA	11/05/2021	08/06/2021	28	15.31	15.51	46.50	37.0	3,772	48	
3	TESTIGO VIGA	11/05/2021	08/06/2021	28	15.15	15.40	46.50	37.2	3,796	49	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.65

VARIANZA
7.00

COEF. DE VARIACION
5.29

### ANEXO N° 34: Superficie específica del agregado fino

<b>MUESTRA 1</b>			
<b>Tamices ASTM</b>	<b>PROMEDIO ABERTURA</b>	<b>%RETENIDO</b>	<b>S</b>
3"			
2 1/2"	6.9650	0	0.00
2"	5.6950	0	0.00
1 1/2"	4.4350	0	0.00
1"	3.1750	0	0.00
3/4"	2.2225	0	0.00
1/2"	1.5875	0	0.00
3/8"	1.1113	0	0.00
1/4"	0.7938	0	0.00
N°04	0.5555	0	0.00
N°08	0.3570	0.04	0.11
N°16	0.1785	0.31	1.74
N°30	0.0890	2.41	27.08
N°50	0.0444	32.73	737.16
N°100	0.0223	34.63	1552.92

SUMA DE S	2319.01
-----------	---------

<b>SUPERFICIE ESPECÍFICA</b>	<b>52.66</b>
------------------------------	--------------

<b>MUESTRA 2</b>			
<b>Tamices ASTM</b>	<b>PROMEDIO ABERTURA</b>	<b>%RETENIDO</b>	<b>S</b>
3"			
2 1/2"	6.9650	0	0.00
2"	5.6950	0	0.00
1 1/2"	4.4350	0	0.00
1"	3.1750	0	0.00
3/4"	2.2225	0	0.00
1/2"	1.5875	0	0.00
3/8"	1.1113	0	0.00
1/4"	0.7938	0	0.00
N°04	0.5555	0	0.00
N°08	0.3570	0.04	0.11
N°16	0.1785	0.26	1.46
N°30	0.0890	2.25	25.28
N°50	0.0444	33.87	762.84
N°100	0.0223	32.11	1439.91

SUMA DE S	2229.60
-----------	---------

<b>SUPERFICIE ESPECÍFICA</b>	<b>50.63</b>
------------------------------	--------------

<b>MUESTRA 3</b>			
<b>Tamices ASTM</b>	<b>PROMEDIO ABERTURA</b>	<b>%RETENIDO</b>	<b>S</b>
3"			
2 1/2"	6.9650	0	0.00
2"	5.6950	0	0.00
1 1/2"	4.4350	0	0.00
1"	3.1750	0	0.00
3/4"	2.2225	0	0.00
1/2"	1.5875	0	0.00
3/8"	1.1113	0	0.00
1/4"	0.7938	0	0.00
N°04	0.5555	0	0.00
N°08	0.3570	0.08	0.22
N°16	0.1785	0.30	1.68
N°30	0.0890	2.29	25.73
N°50	0.0444	35.90	808.56
N°100	0.0223	30.39	1362.78
		<b>SUMA DE S</b>	<b>2198.97</b>

<b>SUPERFICIE ESPECÍFICA</b>	<b>49.94</b>
------------------------------	--------------



## ANEXO N° 35: Ficha Técnica del cemento APU



### Ficha Técnica

## CEMENTO APU

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo GU obtenido de la molienda Clinker Tipo I y adiciones seleccionadas.

#### Beneficios:

- Óptimos resultados en el Desarrollo de las Resistencias a la Compresión, trabajabilidad y acabado.
- Brinda alta adherencia a los ladrillos y buen acabado en el trabajo.
- Permite un menor tiempo de desencofrado.

#### Usos:

- De uso general.
- Para todo tipo de obras que no tengan requerimientos especiales de un tipo de cemento.
- Buen acabado de tarrajeos de paredes exteriores e interiores con acabados finos y normales.
- Buen desarrollo de resistencias a la compresión que permiten un menor tiempo de desencofrado.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

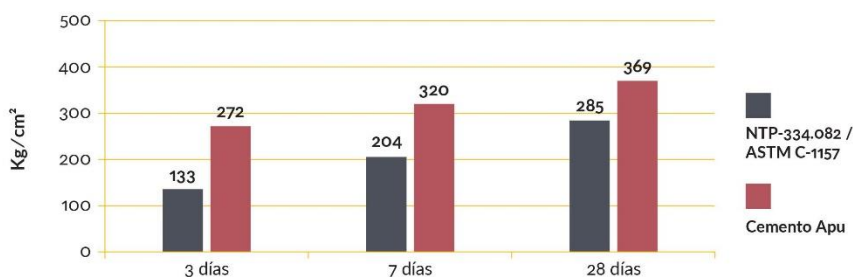
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

### Comparación resistencias NTP-334.082 / ASTM C-1157 vs. Cemento Apu



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Apu	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	3.71	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	365	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	272	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	320	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	369	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	128	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	300	Máximo 420
<b>Barras curadas en agua</b>			
Expansión a 14 días	%	0.015	Máximo 0.020
<b>Calor de Hidratación</b>			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No específica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No específica

\*Requisito opcional

## ANEXO N° 36: Ficha Técnica del aditivo Neoplast 8500 HP



### NEOPLAST 8500 HP® ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

#### Descripción:

NEOPLAST 8500 HP es un aditivo para concreto especialmente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, reductor de agua de alto rango sin retardo y optimizador de cemento en mezclas de concreto, está diseñado para ser empleado en climas cálidos y fríos

#### Aplicaciones principales:

- Concreto auto compactados.
- Concreto de baja relaciones agua/cemento.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto fluido de alto asentamiento.
- Concreto reforzado.

#### Características / Beneficios:

- Produce concreto fluidos sin retardo.
- Permite que el concreto o mortero sea transportado a largas distancias.
- Reduce más de 45% del agua de amasado.
- Reduce la segregación y exudación en el concreto plástico.
- Reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido

#### Normas / especificaciones:

NEOPLAST 8500 HP cumple con la clasificación de la norma NTP 334.088 y ASTM C-494, Tipo F. (\*).  
(\* ) NEOPLAST 8500 HP clasifica la norma en la dosis de 0.5%.

#### Información técnica:

Densidad : 1.10 kg/L  
Color : Ámbar oscuro  
Apariencia : Líquido

#### Direcciones para su uso:

NEOPLAST 8500 HP se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra húmeda dentro del mezclador, ya sea en la planta o en la obra. Agregue NEOPLAST 8500 HP al agua restante del amasado de la mezcla o directamente. No debe entrar en contacto directo con el cemento seco.  
Las variaciones en la pérdida de asentamiento y fraguado están en función a la cantidad usada del aditivo, característica del cemento y el diseño de mezcla elegido

#### Dosificación:

El NEOPLAST 8500 HP es recomendado usar a una dosificación 0.2– 2.0% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis según los requerimientos establecidos en obra.

SUPERPLASTIFICANTES DE ALTO DESEMPEÑO PARA CONCRETO

QSI Perú S.A.  
Telf.: +51-1 710 4000

contacto@qsi.pe

Hoja Técnica / MKT  
Versión 02-QSI  
Junio 2021

#### OOO Presentación:

- Tanques 1100 kg
- Cilindro 180 kg
- Baldes 20 kg

#### OOO Precauciones / restricciones:

- Se debe proteger el NEOPLAST 8500 HP contra el congelamiento. Nunca agite con aire.
- Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
- No es compatible con los aditivos base naftalenos.
- Se debe consultar con nuestros Asesores Técnicos cada vez que se tenga dudas respecto al uso del producto. De esta manera, podrá definir la solución que ofrezca un mejor costo-beneficio a nuestro cliente.
- El producto debe almacenarse en su envase original, bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco

#### OOO Manejo y almacenamiento:

NEOPLAST 8500 HP debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.  
Vida útil de almacenamiento: 12 meses.

## **PANEL FOTOGRAFICO**



Letrero de cantera "Las Amazonas".



Cantera "Las Amazonas".



Recopilación de muestra de cantera “Las Amazonas”.



Limpieza del agregado fino.

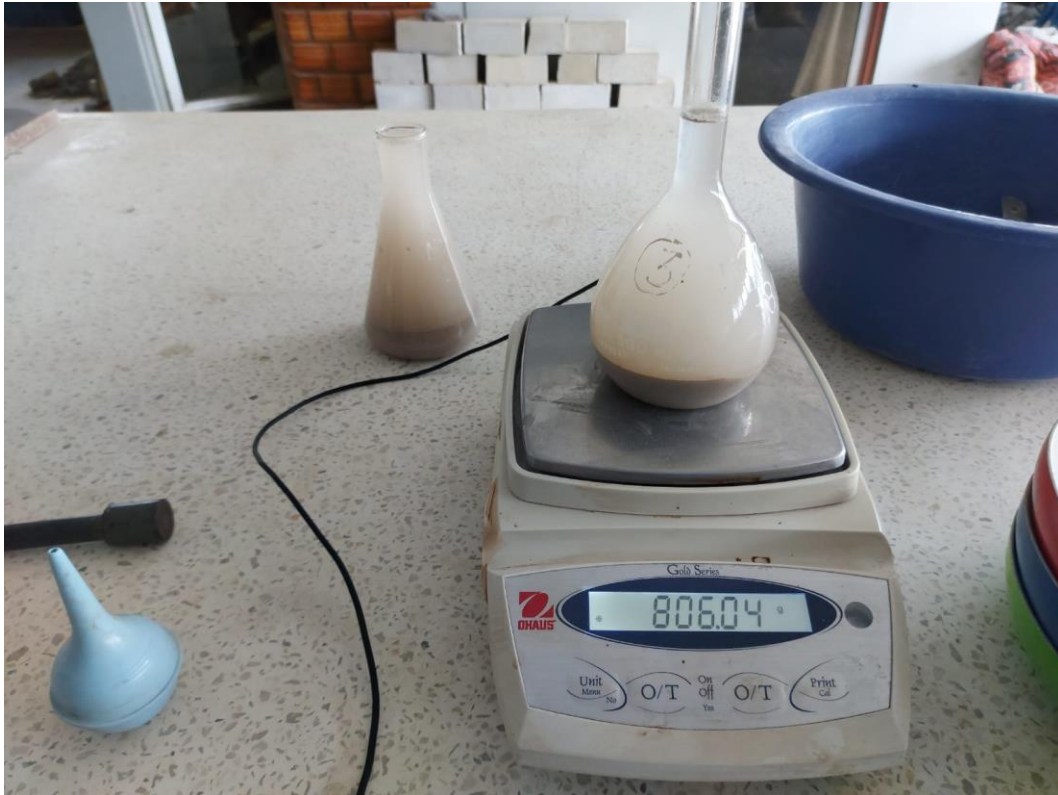




Juego de tamices para el ensayo de análisis del agregado fino.



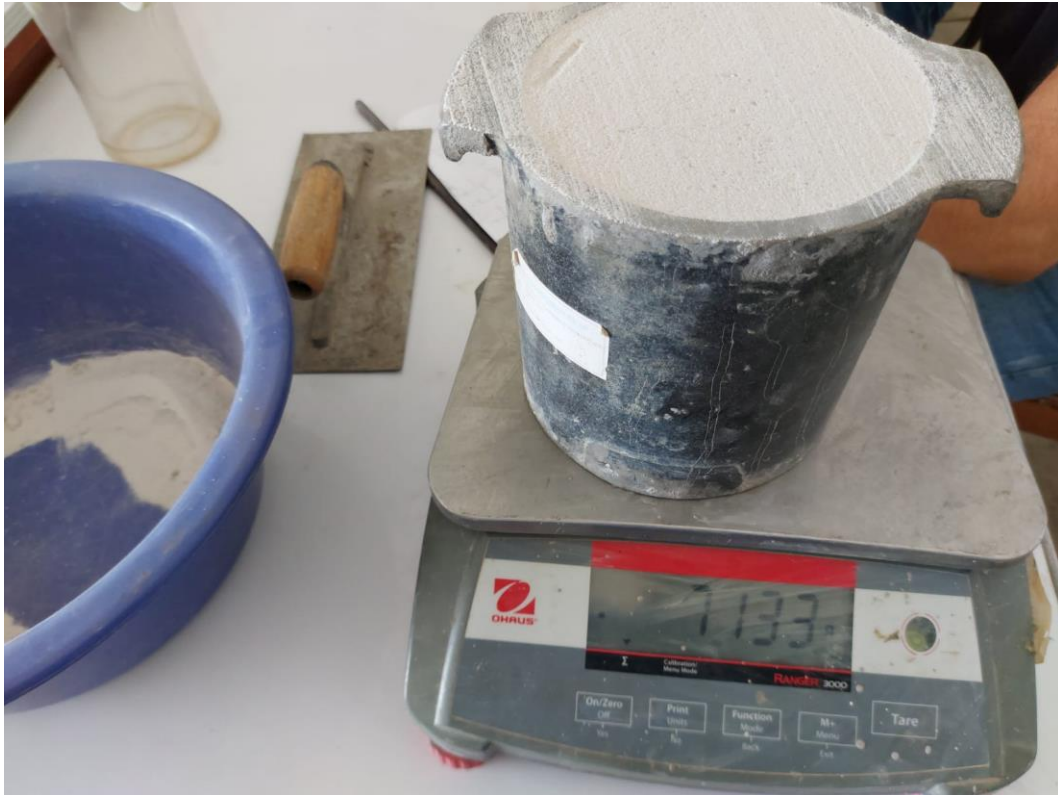
Ensayo de absorción del agregado fino.



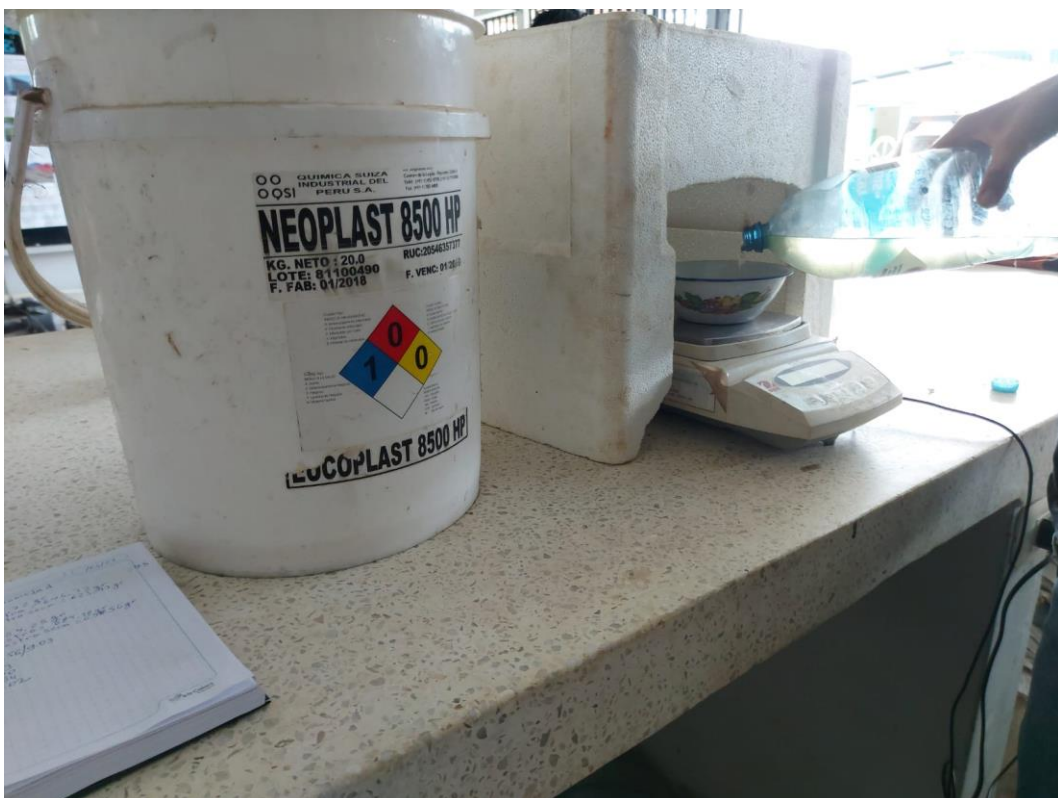
Ensayo del peso específico del agregado fino.



Lavado del agregado fino para ensayo del porcentaje que pasa la malla no. 200.



Peso unitario del agregado fino.



Dosificación del aditivo Neoplast 8500 HP para diseño de mezcla.



Dosificación de materiales para diseño de mezcla.



Colocación de materiales en la mezcladora.



Ensayo de consistencia (Slump).



Preparación de las probetas.



Probetas después de un día del vaciado.



Muestras de vigas.



Ensayo de exudación. Compactación de la muestra.



Ensayo de exudación. Recolección del agua de exudación.





Curado de testigos.



Ensayo de resistencia compresión.



Ensayo de resistencia compresión.



Ensayo de resistencia flexión.



Ensayo de resistencia flexión.



Ensayo de resistencia flexión.