



Universidad Nacional

**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**UNIDAD DE INVESTIGACION**

**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**N° 026-75693501**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se la realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

**APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE – 971 EN EL DISEÑO  
DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL  
CONCRETO EN EL DISTRITO DE ICA**

presentado por:

**CUQUIAN REYNOSO, LUIS FERNANDO**

Bachiller del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Civil. El resultado obtenido es **5% de similitud** por el cual se otorga el calificativo de **APROBADO**, según Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 18 agosto de 2021

**DAVID MOTTA HUAYANCA**  
Técnico Operador Tecnológico:





**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE – 971 EN EL DISEÑO DE  
MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN  
EL DISTRITO DE ICA

---

Presentado por:

Bach. CUQUIAN REYNOSO, Luis Fernando

Ica – Perú

2020



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE – 971 EN EL DISEÑO DE  
MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN  
EL DISTRITO DE ICA**

Área de Conocimiento:  
Ingeniería y Tecnología

Línea de Investigación:  
Materiales de Construcción

Presentado por:  
Bach. CUQUIAN REYNOSO, Luis Fernando

Asesor:  
Ing. VERGARA LOVERA, Daniel Demetrio

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Rosario y Luis, a mis hermanas Laura y Sandra, otorgándoles otro objetivo alcanzado en mi vida y carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios y a mis abuelos que desde un plano superior me brindan la fortaleza necesaria para continuar alcanzando mis objetivos y metas.

A mis padres, por su apoyo infinito e incondicional, sus sabios consejos y los valores que inculcaron en mí desde siempre, estaré agradecido con ellos eternamente.

A mis hermanas, por estar siempre a mi lado en todo momento y transmitirme su confianza.

A los ingenieros Daniel Vergara y Gonzalo Tejeda, por brindarme sus conocimientos y consejos para desarrollar de la mejor manera este trabajo de investigación.

## INDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCION.....	12
CAPITULO I MARCO TEORICO.....	13
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	13
1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL.....	13
1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL.....	13
1.2. BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION.....	16
1.2.1. EL CEMENTO PORTLAND.....	16
1.2.2. AGUA DE MEZCLADO.....	19
1.2.3. AGREGADOS: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO.....	20
1.2.4. ADITIVO Z RR PLASTE – 971.....	23
1.2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	26
1.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	34
1.3. MARCO LEGAL.....	40
1.4. MARCO CONCEPTUAL.....	40

CAPITULO II.....	41
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	41
2.1. SITUACION PROBLEMÁTICA. ....	41
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	42
2.2.1. Problema General. ....	42
2.2.2. Problemas Específicos.....	42
2.3. DELIMITACION DEL PROBLEMA .....	43
2.3.1. DELIMITACION ESPACIAL O GEOGRAFICA .....	43
2.3.2. DELIMITACION TEMPORAL .....	43
2.3.3. DELIMITACION SOCIAL .....	43
2.3.4. DELIMITACION CONCEPTUAL .....	43
2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.....	44
2.4.1. JUSTIFICACION.....	44
2.4.2. IMPORTANCIA Y CONVENIENCIA DEL ESTUDIO. ....	45
2.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
2.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	45
2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	45
2.6. HIPOTESIS DE INVESTIGACION.....	46
2.6.1. HIPOTESIS GENERAL .....	46
2.6.1. HIPOTESIS ESPECIFICAS .....	46

2.7. VARIABLES DE INVESTIGACION .....	47
2.7.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES.....	47
2.7.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	47
2.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	48
CAPITULO III .....	50
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	50
3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACION .....	50
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACION.....	50
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION.....	50
3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACION .....	50
3.2. POBLACION Y MUESTRA DE INVESTIGACION.....	50
3.2.1. POBLACION DE ESTUDIO.....	50
3.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO .....	50
CAPITULO IV .....	51
TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.....	51
4.1. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS .....	51
4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	51
4.3. TECNICAS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS, ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	51
4.4. METODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE DATOS .....	51

CAPITULO V .....	52
PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	52
5.1. PRESENTACION DE RESULTADOS.....	52
5.1.1. ENSAYOS EN EL LABORATORIO PARA LOS AGREGADOS...52	
5.1.2. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO DE CONTROL CON CEMENTO TIPO ICO.....	80
5.1.3. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Z RR PLASTE – 971. ....	88
5.1.4. ENSAYOS PARA EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO .....	102
5.1.5. ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	114
5.2. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS .....	120
PROCESAMIENTO DE DATOS .....	120
5.2.1. NIVEL DE CONSISTENCIA.....	120
5.2.2. NIVEL DE EXUDACIÓN .....	123
5.2.3. NIVEL DE PESO UNITARIO.....	126
5.2.4. NIVEL DE PORCENTAJE DE VACIOS .....	128
5.2.5. NIVEL DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO .....	129
5.3. DISCUSION DE RESULTADOS .....	132
5.3.1. NIVEL DE CONSISTENCIA.....	132

5.3.2. NIVEL DE EXUDACIÓN .....	135
5.3.3. NIVEL DE PESO UNITARIO.....	136
5.3.4. NIVEL DE PORCENTAJE DE VACIOS .....	137
5.3.5. NIVEL DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO .....	138
CAPITULO VI.....	140
COMPROBACION DE HIPOTESIS .....	140
6.1. CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL .....	140
6.2. CONSTRASTACION DE HIPOSTESIS ESPECIFICAS.....	140
CONCLUSIONES.....	141
RECOMENDACIONES .....	143
ANEXOS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **RESUMEN**

El empleo de aditivos para la elaboración de concreto de alto rendimiento se vuelve cada vez más frecuente en las construcciones de la ciudad de Ica, debido a que estos componentes químicos brindan al concreto características superiores a las que ofrecería un concreto convencional, afectando a las propiedades mecánicas de este, en conveniencia a la utilización que se requiera; no obstante, la selección de los áridos de la zona de Ica (agregado fino y grueso) también es influyente para la obtención un concreto de alto rendimiento y la compatibilidad que estos tengan con el uso del aditivo.

La presente investigación se basó en aplicar el uso del aditivo Z RR PLASTE 971 en un diseño de mezcla de concreto, utilizando agregados propios de la zona para de este modo contemplar y procesar los resultados obtenidos mediante ensayos físicos y mecánicos al concreto obtenido, comparando características y propiedades iniciales del concreto patrón (sin aditivo) con las del concreto dosificado con el aditivo en diferentes proporciones u porcentajes, para de este modo obtener un análisis más exhaustivo del comportamiento e influencia del aditivo en el concreto elaborado.

## **ABSTRACT**

The use of additives for the elaboration of high performance concrete becomes increasingly frequent in the constructions of the city of Ica, because these chemical components give the concrete characteristics superior to those offered by a conventional concrete, affecting the rheology and the mechanical properties of this, in convenience to the use that is required; However, the selection of aggregates from the Ica area (fine and coarse aggregate) is also influential for obtaining a high performance concrete and the compatibility that these have with the use of the additive.

The present investigation was based on applying the use of the additive Z RR PLASTE 971 in a concrete mix design, using aggregates typical of the area for this way to contemplate and process the results by physical and mechanical tests to the concrete obtained, comparing characteristics and properties initials of the standard concrete (without additive) with those of the concrete dosed with the additive, for this way to obtain a more exhaustive analysis of the behavior and influence of the additive in the elaborated concrete.

## **INTRODUCCION**

En la ciudad de Ica la elaboración de concreto con resistencias a la compresión medianamente elevadas se va requiriendo con mayor frecuencia, debido al desarrollo, avance y mejora en las construcciones de la ciudad, por razones de seguridad, capacidad y durabilidad en las estructuras. La obtención de estas resistencias mecánicas en el concreto conlleva a usar una relación de agua – cemento relativamente baja en el diseño de mezcla, lo que origina baja trabajabilidad y plasticidad en el concreto disminuyan, es decir, sus características se ven afectadas; no obstante, si se mantiene estas características y se quieren obtener mayores resistencias mecánicas, la salida usual es aumentar el contenido de cemento en la mezcla, lo cual provoca un aumento considerable de costos para la elaboración del concreto.

El uso de aditivos plastificantes se ha vuelto una opción accesible para la mejora de la reología del concreto, debido a que estos productos mejoran y mantienen la consistencia del concreto por un tiempo prolongado, lo cual es propicio para las gradientes térmicas que presenta nuestra ciudad.

La presente investigación se centra en el uso del aditivo polifuncional Z RR PLASTE 971, para conocer el comportamiento que ejerce sobre el concreto y encontrar las mejoras o efectos que produzca en sus características físicas y mecánicas.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEORICO**

#### **1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

##### **1.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL**

**Juan Carlos Reina Cardoza (2010).** Influencia de La Tasa de Aditivo Superplastificante, en las Propiedades del Concreto de Alta Resistencia en Estado fresco y endurecido. Propuso en su tesis diseñar doce mezclas de concreto para alcanzar resistencias a la compresión de 500, 550, 600 y 650 kg/cm<sup>2</sup>, utilizando tres tasas de dosificación de aditivo Superplastificante de 600, 1200 y 1800 ml/100 kg de cemento para cada resistencia, y tomando en cuenta parámetros fijos como por ejemplo el revenimiento (en el rango de 5 a 8 pulgadas) que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia.

Oliva, C. (2008). Influencia de los superplastificantes en la trabajabilidad y resistencia de los hormigones grado H-30 y H-25. Universidad Austral de Chile, Valdivia. La presente tesis plasmó el evaluar la influencia del aditivo súper plastificante comparando un DMC patrón (sin aditivo) y un DMC con aditivo a diferentes porcentajes. Resultando favorable con el aditivo al utilizar una dosificación apropiada de acuerdo con las propiedades del concreto.

##### **1.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

**Hernán Coapaza Aguilar (2018).** Influencia del Aditivo Superplastificante en las Propiedades del Concreto  $f'c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> como Alternativa de Mejora en los Vaciados de Techos de Vivienda Autoconstruidos en Puno. Propuso en su tesis de grado la mejora de la resistencia a la compresión del concreto en los techos de la

vivienda para reducir los riesgos que influyen en la auto construcción, de este modo llegó a concluir que el aditivo empleado ayudo a mejorar las características del concreto cumpliendo las condiciones de diseño establecidas en el RNE.

**Llanelid Fernández López (2017).** Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016. Propuso la mejora de las características del concreto utilizando el aditivo sikament-290N, obteniendo resultados favorables, debido a que el aditivo incrementa en un 15.4% la capacidad de resistencia a la compresión a los 28 días que al diseño de mezcla elaborado inicialmente.

**Coldie Ivonee Huarcaya Garzón (2015).** Comportamiento del Asentamiento en el Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290n y Aditivo Súper Plastificante de Alto Desempeño Sika Viscoflow 20e. Trata en su investigación de cómo influye los aditivos mencionados en su tesis, en la mejora de las características físicas del concreto, logrando la obtención de un concreto de alto desempeño en comparación de los concretos convencionales tan solo con el uso de los aditivos, sin modificar el diseño de mezcla.

**Jhonathan Wilson Mayta Rojas (2014).** Influencia del Aditivo Superplastificante en el Tiempo de Fraguado, Trabajabilidad y Resistencia Mecánica del Concreto, en la Ciudad de Huancayo. En su investigación para la obtención de grado explica el efecto que ejerce el aditivo Superplastificante en características específicas del concreto, observando y detallando los cambios que origina en beneficio o contra del concreto que se requiere. Como conclusión llegó a que aumenta el tiempo de fraguado y trabajabilidad del concreto, teniendo leves mejoras en la resistencia a la compresión.

**Brayan David Vergara Polo (2010).** Influencia de los Aditivos Plastificantes Tipo A Sobre la Compresión, Peso Unitario y Asentamiento en el Concreto Estructural. En su trabajo de investigación detalla el funcionamiento de los aditivos plastificantes tipo A en diversas características del concreto tomando como referencia a un concreto estructural sin ningún aditivo. Concluye en que la reacción que tienen los aditivos sobre el concreto varía según la dosificación de estos, afectando positiva o negativamente a las propiedades del concreto en estudio.

**Alex Martín Tello Rodríguez (2008).** Uso del Aditivo Superplastificante Rheobuild 1000 y la Fibra de Polipropileno Fibermesh 300 en Edificios del Conjunto Habitacional Lomas Caminos del Inca. Detalla en su trabajo de investigación como logró aumentar la trabajabilidad del concreto con aditivos de fibra, utilizando un aditivo Superplastificante, además de obtener mayores resistencias iniciales en comparación del concreto inicial patrón.

## **1.2. BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION**

### **1.2.1. EL CEMENTO PORTLAND**

Componente principal del concreto, con una composición a base de Clinker, yeso y caliza (no mayor a 5%). Este material inorgánico posee una reacción física controlada al momento de conjuntar con agua (hidratación del cemento), lo cual produce la fragua y endurecimiento de este material en un determinado periodo de tiempo, conservando su resistencia y durabilidad (Pasquel Carbajal, 1998).

#### **1.2.1.1. TIPOS DE CEMENTO PORTLAND**

##### **1.2.1.1.1. Cementos Portland Convencionales.**

Existen cinco tipos de cementos Portland y cada uno de estos tiene una aplicación o funcionalidad diferente, además de encontrar en el Perú solo tres tipos contemplados en las normas NTP 334.009 o la Norma ASTM C 150, respectivamente. Estos cementos son:

- Tipo I (Para uso general)
- Tipo II (Cuando se requiere de moderada resistencia a sulfatos o moderado calor de hidratación)
- Tipo III (Para altas resistencias mecánicas iniciales)
- Tipo IV (Para bajo calor de hidratación)
- Tipo V (Para alta resistencia a sulfatos).

Siendo los Tipo I, II y V los únicos comercializados en Perú.

### **1.2.1.1.2. Cementos Portland Adicionados**

En la década del 50 (específicamente en 1952) se utilizó por primera vez cenizas, como material reemplazante a una parte del Clinker para el cemento, con la función o finalidad de reducir el calor de hidratación del cemento, dando origen a los cementos adicionados. Estos cementos poseen un mayor porcentaje de adicional mineral a comparación del cemento Portland convencional y al igual que estos poseen diferentes tipos dependiendo de la adición mineral que se emplee y en qué porcentaje se usa, para una determinada aplicación (Rivva López, 2013).

Entre los principales Cementos Adicionados contemplados en la ASTM 595 – 03, y los principales elaborados en el Perú tenemos los siguientes:

- a) Cementos Portland Puzolánicos
  - Tipo IP (Puzolana entre 15%-40%)
  - Tipo I PM (Puzolana <15%)
- b) Cementos Portland con Escoria
  - Tipo IS (Escoria entre 25%-70%)
  - Tipo I SM (Escoria <25%)
- c) Cementos Portland Compuesto
  - **Tipo I Co** (Materia caliza <25%)

Siendo este último tipo de cemento Portland adicionado (Tipo I Co) tomado para la investigación por su reciente aparición y distribución en la ciudad de Ica, además de estudiar las propiedades que ofrece sobre el concreto.

### **1.2.1.1.3. Cementos Portland Performance**

En estos tipos de cementos no existen restricciones para el porcentaje de adiciones minerales que se incorpore en el cemento, entre los principales tipos de cementos performance tenemos:

- Tipo GU (Uso general)
- Tipo MH (Moderador calor de hidratación)
- Tipo MS (Moderada resistencia a sulfatos)
- Tipo HE (Alta resistencia inicial)

Este tipo de cementos vienen desarrollándose continuamente y se ven regidos por la Norma ASTM 1157 o la Norma NTP 334.082, respectivamente.

### **1.2.1.1.2. CEMENTO PORTLAND TIPO I CO**

Cemento compuesto por caliza (<20%) y por adiciones minoritarias (<5%), ambas granuladas y producidas por intergrinding entre el Clinker del cemento portland y el material calizo adicionado, generando de esta forma un cemento modificado, que proporciona las siguientes características al concreto:

- Altas resistencias mecánicas en el tiempo: debido a la moliendo y distribución granulométrica, que generan altas resistencias iniciales y a largos periodos.
- Moderado calor de hidratación: debido a la disminución de Clinker en la elaboración del concreto.
- Moderada Resistencia a Sulfatos.
- Mayor trabajabilidad e impermeabilidad.

### 1.2.2. AGUA DE MEZCLADO

El agua de mezclado es un componente fundamental en la elaboración del concreto ya que tiene tres funciones principales:

- Hidratación del cemento.
- Lubricación y trabajabilidad en la mezcla.
- Generar el contenido de vacíos necesario para que la estructura de la mezcla se desarrolle uniformemente.

Podemos deducir que la cantidad de agua interviniente en la mezcla es generalmente para dar trabajabilidad a la mezcla, siendo siempre mayor a la necesaria para la hidratación del cemento.

Los problemas usuales con el agua de mezcla radican principalmente en el contenido de impurezas que posea, debido a que estas impurezas imposibilitan el correcto desempeño de la pasta cementante (Pasquel, 1998). El agua utilizada para la investigación proviene del pozo de la Ciudad Universitaria de la UNICA, la cual cumple con los estándares establecidos en la norma.

Tabla 1. Límites permisibles para agua de mezcla según norma ITINTEC 339.088

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>MÁXIMO</b>
<b>Cloruros</b>	300 ppm
<b>Sulfatos</b>	300 ppm
<b>Sales de magnesio</b>	150 ppm
<b>Sales solubles totales</b>	1500 ppm
<b>PH</b>	mayor de 7
<b>Sólidos en suspensión</b>	1500 ppm
<b>Materia orgánica</b>	10 ppm

### 1.2.3. AGREGADOS: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO

#### 1.2.3.1. AGREGADO FINO

Se conoce al agregado fino a los áridos que se obtienen natural o artificialmente de las rocas que pasa en su totalidad la malla 9,5 mm (3/8”) y queda retenido en la malla N°200. Y deberá cumplir la gradación según los límites de la NTP 400.037.

Tabla 2. Granulometría del agregado fino (NTP 400.037)

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que Pasa</b>
<b>9,5 mm (3/8 pulg)</b>	100
<b>4,75 mm (No. 4)</b>	95 a 100
<b>2,36 mm (No. 8)</b>	80 a 100
<b>1,18 mm (No. 16)</b>	50 a 85
<b>600 µm (No. 30)</b>	25 a 60
<b>300 µm (No. 50)</b>	05 a 30
<b>150 µm (No. 100)</b>	0 a 10

La norma anteriormente menciona las siguientes consideraciones que debe cumplir el agregado fino para su utilización en el concreto:

- No deberá retener más de 45% en dos mallas consecutivas y el módulo de fineza se encontrará en el rango de 2,3 – 3,1.
- Si el agregado no cumple la gradación recomendada, se permitirá el uso cuando existan estudios que garanticen que el árido producirá concreto de la resistencia establecida.
- El módulo de fineza de una cantera no debe variar en 0,2.

### **1.2.3.2. AGREGADO GRUESO**

Se denomina agregado grueso al árido que queda retenido en la malla 9,5 mm (3/8”), que se puede obtener en su forma natural o siendo procesados por trituración de roca, resultando de esta última forma un agregado con diferentes texturas como lisas, granulosas, rugosas, cristalinas.

Además, el agregado grueso puede ser clasificado por la forma que presentan las partículas de los agregados, y se pueden denotar de la siguiente manera:

- Redondeado (Desgastado por agua o fricción, como el agregado de río)
- Irregular (Natural o por fricción, como la grava excavada)
- Laminar (Con relación espesor-altura muy baja, como la grava laminada)
- Angular (con bordes bien definidos de caras planas, obtenidas por trituración de rocas).

El agregado grueso deberá tener un tamaño máximo nominal menor a un quinto de la menor abertura entre caras o refuerzos, además dependiendo de este tamaño máximo nominal se determinará los husos granulométricos respectivos que tendrá que tener el agregado que se empleará, estos son definidos en la norma NTP 400.037 o las normas ASTM. Que permitirá que la distribución de los agregados sea la más conveniente para tener una buena estructura granular en el concreto.

Estos husos granulométricos para el agregado grueso se muestran en la siguiente tabla:

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que Pasa por Tamices Normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
<b>1</b>	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
<b>2</b>	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
<b>3</b>	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	
<b>357</b>	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	
<b>4</b>	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	
<b>467</b>	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	
<b>5</b>	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	
<b>56</b>	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	
<b>57</b>	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	
<b>6</b>	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	
<b>67</b>	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	
<b>7</b>	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	
<b>8</b>	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
<b>89</b>	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	
<b>9A</b>	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Tabla 3. Husos Granulométricos Agregado Grueso NTP 400.03

## **1.2.4. ADITIVO Z RR PLASTE – 971.**

### **1.2.4.1. CONCEPTO Y DEFINICIÓN**

El aditivo Z RR Plaste – 971 corresponde a la definición de aditivo líquido retardador, y aditivo reductor de alto rango, según la norma ASTM C494, lo cual lo convierte en un aditivo polifuncional de clase A y D.

Según la ficha técnica del aditivo ofrece las siguientes propiedades para el concreto:

- Aumenta la resistencia a la compresión final del concreto.
- Produce un efecto retardante de fragua en el concreto.
- Genera una mayor durabilidad e impermeabilidad en el concreto.
- Aumenta el asentamiento sin necesidad de incrementar agua a la mezcla, entre 6”-9” (según diseño).
- Reduce la energía de compactación o vibrado para la colocación del concreto.
- Mejor trabajabilidad y acabados en el concreto (caravista)
- Disminuye formación de cangrejeras.

Entre las características principales que posee el aditivo tenemos la capacidad de poder bombear la mezcla a distancias mayores con un mínimo de energía empleada, incrementa la cohesividad del concreto fluido disminuyendo la segregación y exudación, además de poder funcionar como retardante plastificante y retardante súper plastificante.

El aditivo es usado mayormente en obras de concretos masivos pavimentos, cisternas, canales y toda estructura de concreto armado, especialmente para ShotCrete.

#### **1.2.4.2. COMPATIBILIDAD DE COMPONENTES DEL CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE**

La utilización de aditivo conlleva una serie de beneficios y aumento de propiedades al concreto debido a la reacción que tiene este con los componentes del concreto, no obstante, la utilización de estos aditivos puede generar reacciones perjudiciales en el concreto, produciendo efectos anómalos o indeseables como pueden ser problema de segregación, escasa trabajabilidad, rápida pérdida de trabajabilidad o excesivos retrasos de fraguado de la mezcla. En estos casos particulares, se presenta un problema de incompatibilidad entre los componentes del concreto y el aditivo Superplastificante (Alonso, 2011).

Los factores de que afectan a la compatibilidad de los componentes del concreto con el aditivo Superplastificante pueden ser de cuatro clases:

##### **a) Factores relacionados al aditivo**

- Dosificación.
- Naturaleza del Aditivo.
- Composición Química.
- Peso molecular.
- Temperatura

##### **b) Factores relacionados al cemento**

- Distribución y finura de partículas.
- Presencia de adiciones minerales.
- Composición química del cemento (Contenido de  $C_3A$ ).
- Temperatura

**c) Factores relacionados a las condiciones de ensayo**

- Tiempo de incorporación del aditivo.
- Tiempo de mezclado adicional a la incorporación del aditivo.
- Temperatura del ambiente de trabajo.
- Modo de aplicación del aditivo.
- Secuencia de aplicación de componentes del concreto.

**d) Factores relacionados a los áridos o agregados fino y grueso**

- Granulometría de los agregados.
- Presencia excesiva de finos.
- Presencia de sulfatos o cloruros.
- Temperatura

Todos estos factores toman un rol fundamental para la buena compatibilidad entre el aditivo y los componentes del concreto, por lo cual se deben tener consideraciones respecto al aditivo como son las siguientes:

- Para aditivos líquidos, agitarlos antes de su uso por la posible sedimentación que se puede presentar.
- Para aditivos en polvo, conservarlos en ambientes secos.
- Procurar almacenarlos en ambientes con temperatura regulada.
- Cerciorar la fecha de caducidad del aditivo.
- Considerar las instrucciones de empleo del aditivo.
- Considerar dosificaciones correctas y pesos indicados en la ficha técnica.

## **1.2.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO**

Son aquellas propiedades físicas que se pueden realizar al concreto cuando aún conserva su estado plástico o moldeable, siempre y cuando no haya empezado el proceso de fraguado del concreto.

### **1.2.2.1. TRABAJABILIDAD**

Propiedad por la cual se deduce la cantidad de trabajo que se aporta al concreto para su mezclado, transporte y colocación y acabado.

El término “trabajabilidad” es relativo, ya que puede asociarse a la consistencia y fluidez, pero no viene a ser lo mismo, ya que estos últimos términos vienen a ser dependientes a la trabajabilidad que se requiera para cualquier tipo de uso o a la estructura que corresponda. Por ejemplo:

Un concreto puede presentar una trabajabilidad deseada para un pavimento, pero esta no es la requerida para una placa de concreto. Por lo tanto, la trabajabilidad se define como propiedad física del concreto en estado fresco, sin referenciar a las circunstancias o procesos constructivos de un elemento específico. (Neville, 1989).

Por ende, la propiedad de la trabajabilidad vendrá supeditada a propiedades como la consistencia y fluidez del concreto, siendo variable dependiendo a los límites según se pueda trabajar una estructura determinada.

### 1.2.2.2. CONSISTENCIA O FLUIDEZ

Es la capacidad que presenta el concreto en estado fresco para fluir, o la propiedad que determina el grado de fluidez del concreto, según la humedad que presente. Algunas instituciones máximas del concreto definen a la propiedad de consistencia de la siguiente forma:

Tabla 4. Definiciones de Consistencia Fuente: Portugal Barriga, 2007

INSTITUCIÓN	DEFINICIÓN
American Institute (ACI)	Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco la cual determina la facilidad y homogeneidad con la cual puede ser mezclado, colocado, compactado y terminado.
British Standards Institution	Es la propiedad del concreto o mortero en estado fresco, la cual determina la facilidad con la cual puede ser manejado y completamente compactado
Association of Concrete Engineers Japan	Es la propiedad de la mezcla de concreto o mortero que determina la facilidad con que puede ser mezclado, colocado y compactado, debido a su consistencia, la homogeneidad, y el grado con el cual puede resistir la separación de los materiales.

*Fuente: (Portugal Barriga, 2007)*

En la actualidad se puede determinar la consistencia del concreto mediante un ensayo normalizado de Revenimiento del concreto, en el cual se realiza utilizando el cono de Abrams, determinando la consistencia del concreto por la diferencia de altura entre el cono y la masa de concreto, luego de haber sido retirado el molde.

En la actualidad se ha llegado a una correlación entre la norma alemán que considera la consistencia en tres grupos: concretos secos, plásticos o fluidos y la norteamericana considerando los criterios de asentamiento correspondiente a su grado de fluidez.

Los límites de consistencia del concreto según el slump que presente son los siguientes:

Tabla 5. Límites de Consistencia del Concreto

<b>CONSISTENCIA</b>	<b>SLUMP</b>
<b>Seca</b>	1”- 2”
<b>Plástica</b>	3”- 4”
<b>Fluida</b>	6” – 7”

Fuente: (Rivva López, 2013)

La consistencia del concreto va a depender usualmente del contenido de agua que presente, o la relación A/C que haya sido elegida. No obstante, la consistencia del concreto y su fluidez pueden ser afectadas por el uso de componentes químicos como aditivos, las cuales originarán un mayor revenimiento en el concreto sin la necesidad del incremento de agua a la mezcla.

Según lo entendido de Rivva, y anteriormente mencionado, el término “Consistencia” está relacionado con “Trabajabilidad”, pero no son sinónimos, como usualmente es tergiversado y mal empleado.

### **1.2.2.3. EXUDACIÓN**

Propiedad que determina la estabilidad del concreto, producido por la separación de una parte del agua de mezcla que asciende hacia la superficie del concreto. La exudación es inevitable, ya que es una propiedad natural del concreto, está regido por las leyes de la física donde comprende un sistema capilar y el flujo de un líquido, en este caso, el agua incorporada a la mezcla. Esta propiedad está directamente relacionada con la finura de los áridos y del cemento, de donde se infiere que en cuanto mayor sea la finura de estos elementos y mayor es el porcentaje pasante de la malla N100, se producirá menor exudación debido a que estos materiales poseen una mayor superficie específica, lo cual provocará una mayor retención del agua dentro de la mezcla, generando una menor exudación.

No debe tomarse a la exudación como un efecto anormal en el concreto, ni como síntoma de segregación o separación de elementos del concreto por diferencia de densidades, ya que la exudación siempre se producirá por un proceso de asentamiento y estabilidad en el concreto (Pasquel Carbajal).

Cuando se obtiene una exudación excesiva, se relaciona también con la segregación del concreto, en donde la pasta del cemento posee una densidad menos a la del agregado grueso y este último queda suspendido en la capa superficial del concreto, dejando a la pasta en el inferior, con notorias estrías producidas alrededor del agregado grueso, síntoma infalible de que se ha producido segregación en el concreto.

La norma para definir la exudación es la ASTM C-232, para poder determinar si la cantidad de agua de mezcla es favorable o desfavorable para el concreto.

#### **1.2.2.4. PESO UNITARIO**

Se denomina peso unitario al resultado de dividir el peso del concreto en su totalidad (incluyendo vacíos), en una unidad de volumen.

Esta propiedad o característica del concreto se puede deducir y evaluar a partir de los ensayos establecidos en la Norma ASTM C-29, donde se define el método para evaluarlo. El valor obtenido mediante este ensayo se emplea en algunos diseños de mezcla para poder deducir y estimar proporciones, realizar conversiones de la dosificación en volumen a dosificaciones en peso del concreto.

La estimación del peso unitario del concreto y los agregados puede conllevar a pequeños errores en la dosificación y conversión en peso del diseño de mezcla, ya que mayormente se asume el “Peso Unitario Suelto” al peso estimado del material en condiciones naturales, lo cual no necesariamente suele suceder de esa forma en la realidad, por lo cual incide incorrectamente en la dosificación por peso en el diseño de mezcla, se deben realizar las correcciones necesarias para tratar de obtener una precisión apropiada en la dosificaciones de elementos o materiales para el diseño de mezcla.

Para el presente trabajo se determinará el peso unitario suelto y compactado de los agregados (áridos) fino y grueso, tanto como el del concreto utilizando los métodos estandarizados anteriormente mencionados.

El valor estimado que se le otorga al peso unitario del concreto es de 2400 kg/m<sup>3</sup> y el de los agregados oscila entre 1500 y 1700 kg/m<sup>3</sup>.

### 1.2.2.5. CONTENIDO DE AIRE

Esta característica o propiedad del concreto se refiere al volumen de aire dentro del concreto generado por la separación entre sí de partículas de agregados, debido al acomodo que presenten estas, por lo que, al determinar el valor de contenido de aire en el concreto se obtiene un valor relativo, del mismo modo que el peso unitario.

La norma ASTM C-29 establece los procedimientos para determinar el contenido de aire o porcentaje de vacíos que presenta el concreto mediante un ensayo determinado y establecido en la norma, del cual se deduce la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Vacíos} = 100 \left[ \frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right]$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

M = Peso unitario compactado seco

De esta manera se determinará el porcentaje de vacíos y verificar que cumpla con lo especificado en el diseño de mezcla, ya que influye determinantemente en el comportamiento del concreto, mayormente en zonas de climas muy cálidos o fríos donde se incorpora aire al concreto con el propósito de contrarrestar los efectos que producen estos climas al concreto.

### **1.2.2.6. TIEMPO DE FRAGUADO**

Característica que se presenta en el concreto una vez producido el contacto del cemento con el agua de mezcla, lo cual da inicio con el proceso de fraguado del concreto. El tiempo de fraguado será muy variante debido a las condiciones que se presenten en el área o ambiente de elaboración del concreto hasta el punto de ubicación en donde será colocado este.

La norma ASTM C-150 establece procedimientos estandarizados para calcular el fraguado del concreto, además tiene otras variantes como la norma ASTM C-266 (Tiempo de fraguado según agujas de Gillmore), ASTM C-199 (Tiempo de fraguado según aguja de Vicat) que ayudan a determinar con mayor precisión el fraguado inicial y final del concreto.

Es característico del concreto presentar un fraguado inicial entre los primeros 45 a 60 minutos de preparada la mezcla del concreto, y este llegará a su fraguado final pasadas las 10 horas de su preparación (Kosmatka,1992).

Durante el fraguado inicial, la masa de concreto pierde plasticidad y se evidencia el proceso térmico del calor de hidratación, en esta etapa se puede volver a mezclar el concreto sin problemas de deformaciones permanentes, y sin alterar la estructura que se encuentra en formación (gel de Hidratos de Silicatos de Calcio CHS o Torbenita), de consistencia rígida y líquida que va rigidizándose más, mientras transcurre el tiempo.

En el proceso del fraguado final del concreto se aprecia un endurecimiento significativo de la masa del concreto, además de deformaciones permanentes en él, en este proceso el gel CHS va culminando su ensamble definitivo.

En la etapa de endurecimiento se puede producir efectos anormales en el concreto respecto al fraguado, debido a la composición del cemento. Uno de los principales problemas es el “Falso Fraguado” donde en los primeros dos minutos, la mezcla empieza a perder plasticidad

El tiempo de fraguado pueden variar según las características y revenimiento que se le otorguen a la mezcla, así como el empleo o uso de aditivos y adiciones para el concreto, que pueden acelerar o retardar la fragua del concreto, según las características y uso que se le quiera brindar a este (Pasquel,1993).

### **1.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO**

#### **1.2.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Es la capacidad máxima del concreto para soportar cargas u esfuerzos antes de llegar al punto de rotura, se puede determinar mediante los ensayos y procedimientos establecidos en la norma ASTM-C-39.

Según la ASTM C 39 se elaboran probetas (cilíndricas) con concreto en moldes de 6" de diámetro con 12" de altura o 4" con 8" de altura, que se dejan encofradas durante un periodo de 24 horas para luego ser desmoldadas y posteriormente curadas hasta el momento de realizar el ensayo.

El agua de curado debe presentar las condiciones adecuadas para que este proceso se desarrolle adecuadamente, generalmente se recomienda que esta esté a una temperatura entre los 20°C a 26°C, además de presentar una dosificación de cal hidratada de 2 g/lit, ya que, la cal hidratada mitiga la lixiviación del concreto durante el proceso del curado (ASTM-C-31).

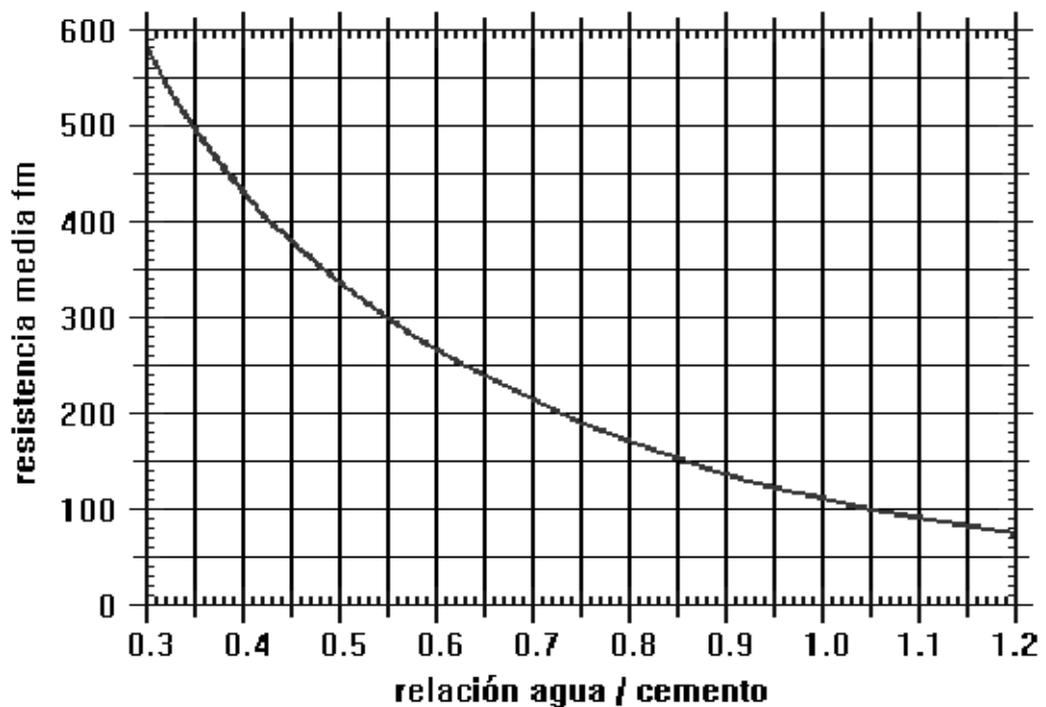
El proceso del ensayo requiere que la probeta o testigo a ensayar requiera con 28 días de elaborado el concreto, no obstante, se puede realizar este ensayo a distintos periodos de tiempo de elaboración del concreto. Durante el ensayo la probeta está sometida a una carga uniforme y continua de 0.25 MPa/s, hasta que el testigo llegue a su punto de rotura.

El RNE indica en la norma E.060 (Concreto Armado), que se podrá admitir los resultados de resistencia a la compresión de un diseño de mezclas, siempre y cuando se realicen, por lo menos, 3 ensayos consecutivos (2 testigos por ensayo).

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION:

- El factor principal que influye en la resistencia a la compresión es la relación agua/cemento (A/C), ya que a base de esta se determina la resistencia a la compresión del concreto; al tener una menor relación A/C, las partículas de cemento se juntan entre sí, dando lugar a una menor porosidad capilar, lo cual genera una reducción de vacíos, lo cual favorece a la compresión del concreto.

Figura 1. Grafico relación A/C vs Resistencia media a la compresión. (Atom, 2013)



- Otro factor importante es el TMN del agregado grueso empleado en el concreto, ya que el comité ACI 211 demostró que a un tamaño máximo nominal menor se genera una mayor zona de transición de contacto entre la pasta y el agregado, además se ve compensado por el aumento de agua y Factor cemento para mantener la relación A/C. La arena permite optimizar la granulometría y resistencia de la mezcla.

- Las adiciones minerales y aditivos químicos que se aplican al concreto o se incorporan al cemento, también influyen en la resistencia a la compresión final, ya que estos pueden incrementar porcentualmente los valores de esta, según la función que cumpla el aditivo o adición incorporada.

- La porosidad del concreto.

- La relación gel-espacio.

- La calidad del agua.

- La permeabilidad del concreto.

- La temperatura y grado de exposición climática del concreto.

- La relación gel-espacio.

- Las condiciones del proceso de colocación en obra del concreto. (Rivva López, 2000)

### 1.2.3.2. ELASTICIDAD: MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Es la capacidad que tiene el concreto de sufrir deformaciones reversibles por acción de esfuerzos externos que actúan sobre este. Por lo que se deduce la relación esfuerzo-deformación en el concreto.

La característica más relevante de la relación esfuerzo-deformación del concreto es la pendiente recta denominada módulo de elasticidad del concreto, ya que esta es una constante elástica que determina la deformabilidad elástica instantánea del concreto.

La norma ASTM C 469 da a conocer el método para calcular el módulo de elasticidad del concreto y relación de Poisson.

El RNE brinda una manera de deducir el módulo de elasticidad del concreto mediante la siguiente fórmula:

$$E_c = 0.14 \times PU^{1.5} \sqrt{f'_c}$$

El módulo de elasticidad según ASTM C 469, estipula una cuerda donde el punto más bajo es de  $50 \mu\epsilon$  y el más alto es del 40% del esfuerzo máximo del concreto que se está ensayando. Lo cual se denomina como método de cuerda.

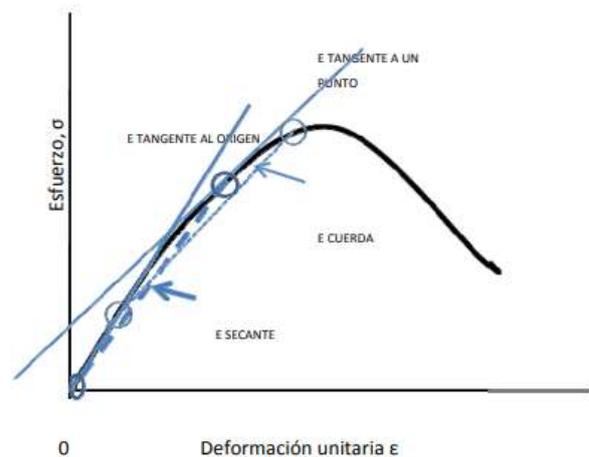


Figura 2. Módulo de elasticidad del concreto. Curva Esfuerzo-Deformación  
(Pineda 2009)

### 1.2.3.3. ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA

Es la variación volumétrica que presenta el concreto debido a la pérdida de agua en la mezcla, a causa del calor de hidratación producido en el concreto mediante el proceso de fraguado.

La contracción o dilatación del concreto puede variar entre un 0.01% a un 0.08% de su longitud inicial, esta dependerá de diversos factores como lo son:

- Alto calor de hidratación del concreto.
- Porcentaje de agregados en la mezcla.
- Gradiente térmica de la zona.
- Agua de mezcla libre.
- Curado del concreto.
- Presencia de aditivos químicos o fibras en el concreto.

La norma ASTM C157 describe los métodos para la determinación de la contracción del concreto del cual se puede deducir la siguiente tabla.

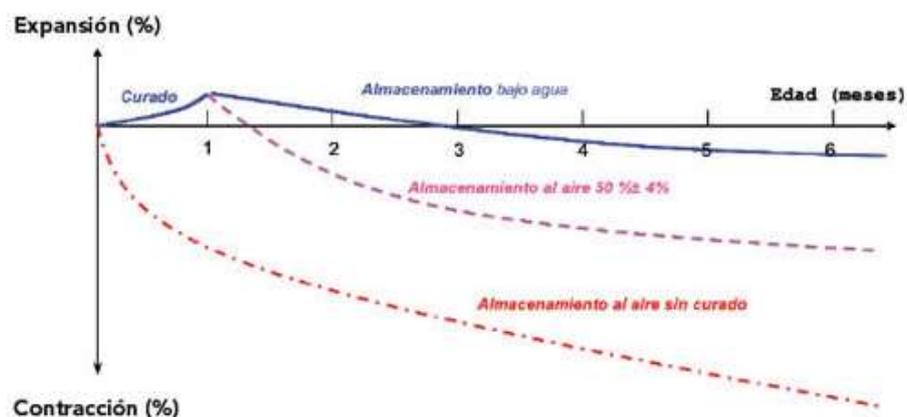


Figura 3. Variación volumétrica del concreto (ASTM C157)

#### **1.2.3.4. DURABILIDAD**

Se define a la durabilidad del concreto como la capacidad de resistir la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, o cualquier otra condición de servicio que produzcan algún tipo de deterioro en el concreto.

El concepto de durabilidad es relativo, ya que dependerá de las condiciones y funciones que requiera cumplir el concreto, por lo tanto, no existe un concreto absolutamente “durable”, ya que sus características resistentes, químicas y físicas pueden funcionar bajo ciertas condiciones, pero puede tener una baja durabilidad expuesta a ciertas condiciones.

Algunos de los factores principales que afectan la durabilidad del concreto son los siguientes:

- I. Congelamiento y descongelamiento. (Freezing and Thawing)
- II. Abrasión.
- III. Ambiente químicamente agresivo.
- IV. Reacciones químicas en los agregados.
- V. Corrosión de metales en el concreto. (Pasquel,1998).

### **1.3. MARCO LEGAL**

Norma Técnica Peruana (NTP).

Reglamento Nacional de Edificaciones (2018).

Norma Internacional American Society for Testing and Materials (ASTM – C.)

Normas American Concrete Institute (ACI)

### **1.4. MARCO CONCEPTUAL**

*Este ítem se encuentra complementado en el ítem 1.2. de la presente Tesis de Investigación*

## **CAPITULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **2.1. SITUACION PROBLEMÁTICA.**

La utilización del concreto en construcciones y edificaciones en la ciudad de Ica ha ido evolucionando a través del tiempo, con avances tecnológicos que permiten una mejora en las propiedades del concreto debido a las nuevas necesidades y estándares de calidad. Debido a esto se genera un problema con la utilización de los insumos y materiales necesarios para realizar un correcto diseño de mezcla que permita la realización de un concreto que cumpla con determinadas características propicias para el medio donde se empleará, por lo contrario, se vienen presentando problemas reiterados con la calidad del concreto debido a las malas prácticas de elaboración, colocación y traslado, además de una mala selección de materiales que lo conforman, como se mencionó anteriormente.

Los principales problemas generados por las razones mencionadas influyen en la trabajabilidad, durabilidad, además de generar resistencias mecánicas deficientes y producir mayor calor de hidratación en el concreto debido a las altas temperaturas que se presentan en nuestra ciudad. Por esa razón se optará por tomar al aditivo Z RR PLASTE 971 como posible solución a la problemática presentada, ya que, según las características de este aditivo, puede llegar a mejorar las propiedades del concreto que han sido vulnerables (físicas y mecánicas) debido a las condiciones que se presentan.

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **2.2.1. Problema General.**

¿En qué medida influye la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

### **2.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿En qué medida influye el nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

- ¿En qué medida influye el nivel de exudación con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

- ¿En qué medida influye el nivel del peso unitario con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

- ¿En qué medida influye el nivel del porcentaje de vacíos con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

- ¿En qué medida influye el nivel resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

## **2.3. DELIMITACION DEL PROBLEMA**

### **2.3.1. DELIMITACION ESPACIAL O GEOGRAFICA**

El presente trabajo de investigación tuvo como delimitación espacial y geográfica a el Distrito de Ica, Provincia de Ica, Región Ica del Perú.

<b>Ubicación</b>	<b>Este (X)</b>	<b>Norte (y)</b>
Ica (UNSLG)	420853	8442524.7

### **2.3.2. DELIMITACION TEMPORAL**

El presente trabajo de investigación se encuentra delimitada temporalmente en el espacio de tiempo comprendido entre abril 2019 y octubre del 2019.

### **2.3.3. DELIMITACION SOCIAL**

La presente investigación tiene como delimitación social, a los colaboradores involucrados en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica (Profesionales y técnicos), así como los distribuidores de material e insumos para la elaboración del Concreto Hidráulico, materia de esta investigación.

### **2.3.4. DELIMITACION CONCEPTUAL**

En secuencia de las delimitaciones anteriormente expuestas, la utilización de aditivos para concreto hidráulico es escaso en la Ciudad de Ica, en el lapso temporal contemplado, por lo que se precisa que en la proximidad de los años posteriores será mucho más común la utilización de estos. Por lo cual la delimitación conceptual de esta investigación está definida por los pocos registros que se tienen de la utilización de Aditivos Superplastificantes en las estructuras y edificaciones en las delimitaciones geográficas, temporales y sociales de esta investigación.

## **2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION**

### **2.4.1. JUSTIFICACION**

Los aditivos polifuncionales son utilizados con mayor frecuencia en empresas concreteras como UniCon, AgreCon, MixerCon, entre otras, ya con estos aditivos logran elaborar concretos de alto desempeño a un menor costo, estos son incluidos en el concreto para que interactúen con el cemento, agua y componentes áridos o agregados minerales, mejorando la calidad del concreto.

La presente investigación propone utilizar el aditivo polifuncional Z RR PLASTE 971 en concretos convencionales, para que puedan ser usados con mayor frecuencia en las edificaciones, y de esta forma obtener mejoras en las características y propiedades del concreto en la ciudad de Ica, llegando a estándares de calidad más elevados, mejorando y facilitando el uso y elaboración del concreto, además de lograr obtener mayores resistencias en base al uso del aditivo, que es el objetivo más importante de la investigación.

Los resultados se brindarán de forma verídica y certificada demostrando la factibilidad y mejoría que presente la aplicación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el concreto en estado fresco y endurecido, además de obtener relevancia social, científica y tecnológica, en el correcto uso de componentes de diseño de mezcla, demostrando las propiedades obtenidas, como valores teóricos potenciales en la investigación; que se realizará desde un punto epistemológico, demostrando los criterios teóricos mediante ensayos debidamente certificados.

#### **2.4.2. IMPORTANCIA Y CONVENIENCIA DEL ESTUDIO.**

El presente trabajo de investigación tiene como alcances establecer las ventajas y favorecimiento que ofrece el aditivo Z RR PLASTE 971 a un concreto convencional, donde se presentarán notables diferencias en lo que corresponde a sus características físicas y mecánicas, comparando la calidad y performance del concreto convencional con uno adicionado con el aditivo.

Además de proporcionar información científica y tecnológica sobre el concreto con insumos y materiales de nuestra ciudad, incentivando la investigación a los futuros profesionales y de esta manera puedan proseguir con los estudios realizados, llegando a obtener bases de datos y referencia de resultados para el comportamiento del concreto con aditivo, de esta forma se incrementan las bases teóricas y gnoseológicas para el desarrollo y avance de la tecnología del concreto.

### **2.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el grado de influencia de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

#### **2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el grado de influencia del nivel de consistencia de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

Determinar el grado de influencia del nivel de exudación de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

Determinar el grado de influencia del nivel del peso unitario de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

Determinar el grado de influencia del nivel del porcentaje de vacíos de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

Determinar el grado de influencia del nivel de la resistencia a la compresión de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

## **2.6. HIPOTESIS DE INVESTIGACION**

### **2.6.1. HIPOTESIS GENERAL**

La aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

### **2.6.1. HIPOTESIS ESPECIFICAS**

- El nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.
- El nivel de exudación con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

- El nivel del peso unitario con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.
- El nivel del porcentaje de vacíos con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.
- El nivel de la resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

## 2.7. VARIABLES DE INVESTIGACION

### 2.7.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES

#### VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

Parte Medible: Resistencia a la compresión del concreto.

Parte Constante: En el distrito de Ica.

#### VARIABLE INDEPENDIENTE

Aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla.

Parte Medible: Aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971

Parte Constante: En el diseño de mezcla.

### 2.7.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO	INDICADORES
Resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica	Dependiente	_Cumplimiento de la Norma Técnica Peruana NTP 339.183:2013; NTP 339.034:2008 _Certificación de laboratorio
Aplicación del aditivo Z RR PLASTE -971 en el diseño de mezcla	Independiente	_Nivel de resistencia a la compresión _Nivel de consistencia _Nivel de peso unitario _Nivel de porcentaje de vacíos _Nivel de exudación

### 2.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO DE ESTUDIO	HIPOTESIS DE INVESTIGACION	VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE – 971 EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE ICA</b>	<b>1.-Problema general</b> ¿En qué medida influye la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?	<b>1.Objetivos general:</b> Determinar el grado de influencia de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	<b>1.Hipótesis general:</b> La aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	<b>1.Variables independientes</b> 1.1 Aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla.	<b>1.De las variables independientes:</b> 1.1. Nivel de consistencia. 1.2. Nivel de exudación. 1.3. Nivel de peso unitario. 1.4. Nivel del porcentaje de vacíos. 1.5. Nivel de la resistencia a la compresión.	<b>1.Tipo de investigación</b> Aplicada <b>1. Nivel de investigación</b> Explicativo <b>2. Método de investigación</b> Deductivo y analítico <b>3. Diseño de investigación</b> No experimental transversal <b>4. Técnicas</b> Muestreo de agregados, Observación directa de ensayos, Ensayos en laboratorio para los agregados, concreto en estado fresco y endurecido y
	<b>2.-Problemas específicos</b> 2.1 ¿En qué medida influye el nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica? 2.2 ¿En qué medida influye el nivel de exudación con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?	<b>2. Objetivos específicos:</b> 2.1 Determinar el grado de influencia del nivel de consistencia de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica. 2.2 Determinar el grado de influencia del nivel de exudación de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	<b>2. Hipótesis específicas:</b> 2.1 El nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica. 2.2 El nivel de exudación con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	<b>2.Variables dependientes</b> 2.1 Resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	<b>2. De las variables dependientes:</b> 2.1 Certificación de Laboratorio 2.2 Eficacia en Cumplimiento de normas técnicas	

2.3 ¿En qué medida influye el nivel del peso unitario con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

2.4 ¿En qué medida influye el nivel del porcentaje de vacíos con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

2.5 ¿En qué medida influye el nivel resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica?

2.3 Determinar el grado de influencia del nivel del peso unitario de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

2.4 Determinar el grado de influencia del nivel del porcentaje de vacíos de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

2.5 Determinar el grado de influencia del nivel de la resistencia a la compresión de la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla para la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

2.3 El nivel del peso unitario con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

2.4 El nivel del porcentaje de vacíos con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

2.5 El nivel de la resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.

Registro de resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio.

## 5. Instrumentos

Hoja de ensayo del laboratorio.

Equipos de laboratorio.

Cuadros estadísticos.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACION**

##### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACION**

Investigación Aplicada, porque busca la aplicación de conocimientos, normas y reglamentos del diseño de mezclas para la calidad del concreto.

##### **3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACION**

Nivel Explicativo, porque se parte de una situación problemática, toda vez que se busca encontrar posibles causas o factores asociados a la calidad del concreto.

##### **3.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACION**

Diseño No experimental (Transversal), ya que el propósito de este método es describir y medir los indicadores de la variable y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

#### **3.2. POBLACION Y MUESTRA DE INVESTIGACION**

##### **3.2.1. POBLACION DE ESTUDIO**

Se consideran los materiales que se utilizan en los diseños de mezcla de concreto, entre ellos los agregados pétreos de las diferentes canteras, cementos y aditivos que se comercializan para las obras del distrito de Ica.

##### **3.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO**

Aditivo Z RR Plaste – 971, Agregados Cantera Palomino y rio Ica, Cemento Portland tipo ICo.

## **CAPITULO IV**

### **TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

#### **4.1. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS**

Muestreo de agregados, Observación directa de ensayos, Ensayos en el laboratorio para agregados y concreto en estado fresco y endurecido y Registro de resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio.

#### **4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

Guía de observación, Juego de tamices estandarizados, Máquina compresora de concreto, cono de Abrams y complementos, maquina mezcladora de 40 lt, balanzas, horno eléctrico, bandejas y recipientes de ensayos y la Certificación del laboratorio con los formatos estandarizados respectivos.

#### **4.3. TECNICAS DE PROCESAMIENTOS DE DATOS, ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

Las técnicas se ven establecidas en los procedimientos normados y reglamentados, trasladados a un sistema digitalizado, empleando la estadística inferencial.

#### **4.4. METODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANALISIS DE DATOS**

Ordenamiento y clasificación de datos, presentando los resultados en cuadros estadísticos (hoja de cálculo MS Excel), gráficos dinámicos elaborados y sistematizados a base de los datos obtenidos, a partir de las tablas comparativas y específicas se analiza la independencia e interpretación de las variables consideradas en la investigación las que deben estar orientadas a probar las respectivas hipótesis.

Los procedimientos establecidos para la realización de esta tesis, están basados estrictamente a los ensayos normados en las bases teóricas de la presente tesis.

## **CAPITULO V**

### **PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

#### **5.1. PRESENTACION DE RESULTADOS**

##### **5.1.1. ENSAYOS EN EL LABORATORIO PARA LOS AGREGADOS**

Los agregados utilizados para el trabajo de investigación empleados en los diseños de mezcla fueron escogidos, recolectados y ensayados de las canteras de material de construcción principales de la ciudad de Ica.

En caso del agregado fino, se optó por recoger el material en el margen del río Ica ubicado en el km 32+970 a la altura del puente “Los Maestros”. El material seleccionado fue recogido a media ladera del río donde, por deducción, el material haya sido lavado lo suficiente por el río para presentar bajos niveles de partículas finas pasantes de la malla #200 y de este modo garantizar que se cumpla lo especificado en la norma NTP 400.037.

Con respecto a la elección del agregado grueso, en la ciudad Ica se presentan una pequeña cantidad de canteras de material de construcción, de las cuales la mayoría funcionan de forma ilegal e irregular. La cantera elegida para la extracción de muestras y material para los diseños de mezcla realizados fue la “Cantera Palomino”, ya que esta contaba con un funcionamiento legal y regulado, con una eficiencia y tiempo de vida de 75 – 100 años desde la fecha de la visita (mayo 2019); además fue la única cantera que dio referencia al tipo de material que sacaban al mercado mediante un personal calificado, diferenciando los husos granulométricos y tamaños máximos nominales del agregado grueso, lo cual permitió dar a elegir un material seleccionado

y mayor demanda en el mercado. Por lo tanto, para el trabajo de investigación se eligió trabajar con agregado grueso de huso granulométrico 6, ya que, por su configuración granular se consideró un material óptimo para los diseños de mezcla.

El material extraído de la cantera, proviene de una planta procesadora de piedra ‘chancada’ o triturada fija, por lo que se tuvo que ingresar hasta el acopio de materiales para recolectar una muestra uniforme y representativa del agregado que se utilizará para los diseños de mezcla.

Figura 4: Muestreo de Cantera de material de construcción.



Una vez recolectada la muestra uniforme y representativa, fue separada en costales para ser trasladadas al laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga donde se realizarán los ensayos respectivos a los áridos, tanto agregado grueso como agregado fino.

Coordenadas UTM		
Cantera Palomino	428277.05	8446635.00

### 5.1.1.1. LOS MATERIALES

Los datos de los materiales seleccionados para realizar los diseños de mezcla, fueron calculados en el capítulo IV, según los ensayos normalizados y estandarizados, los cuales, de forma resumida son los siguientes:

#### **AGREGADOS**

Los agregados seleccionados son de procedencia de la Cantera Palomino (Agregado grueso) y el río Ica (Agregado fino), sabiendo que el agregado grueso cumple el huso granulométrico N° 67 establecido en la norma ASTM C33, y que estos presentan las siguientes características:

Tabla 21. Resumen de datos de diseño de agregados

	AGREGADO GRUESO DE CANTERA PALOMINO		AGREGADO FINO DE RIO ICA	
PESO ESPECIFICO	2.645	g/cm <sup>3</sup>	2.732	g/cm <sup>3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	1492.224	Kg/m <sup>3</sup>	1525.182	Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	1613.707	Kg/m <sup>3</sup>	1683.802	Kg/m <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.120	%	1.893	%
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	1.332	%	1.541	%
MODULO DE FINEZA	6.712		2.301	
T.M.N	1/2"		-	

*Fuente: Elaboración Propia*

**ADITIVO:**

El aditivo a utilizar será el polifuncional Z RR PLASTE 971, con peso específico de  $1.195 \text{ g/cm}^3$ . El cual será empleado como Superplastificante en los diseños de mezcla.

**AGUA:**

Se utilizará el agua de los pozos de la Ciudad Universitaria de la UNICA, la cual presenta un PH neutro (7) y bajo contenido de sulfatos y cloruros.

El PH del agua se controló mediante test de PH, como se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Test de PH al agua de diseño.

**CEMENTO:**

Se utilizará el cemento marca INKA tipo ICo, el cumple con los requerimientos establecidos en la NTP 334.090, El cual presenta las siguientes características:

- Peso específico =  $3.08 \text{ g/cm}^3$ .
- PH = 13 aprox.

Figura 19. Test de PH al cemento Inka ICo.



### 5.1.1.2. GRANULOMETRÍA

#### 5.1.1.2.1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Para el análisis granulométrico del agregado grueso se tomó una muestra representativa de 5 kg según lo establecido en la norma ASTM C 136, conforme al tamaño máximo del agregado a ensayar.

Tabla 6. Masa mínima de muestra de ensayo (ASTM C 136)

Tamaño Máximo aberturas cuadradas		Masa mínima de la muestra de Ensayo	
mm	pulg	kg	lb
9,5	3/8	1	2
12,5	1/2	2	4
<b>19,0</b>	<b>3/4</b>	<b>5</b>	<b>11</b>
25,0	1	10	22
37,5	1½	15	33
50,0	2	20	44
63,0	2 ½	35	77
75,0	3	60	130
90,0	3 ½	100	220
100	4	150	330
125	5	300	660

***Equipo Utilizado:***

- Balanza de aproximación a 0.1%.
- Tamices normalizados (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, tapa y cazuela).
- Horno a 105 °C +/- 5°C.
- Taras y contenedores.
- Herramientas manuales.

***Procedimiento realizado:***

- Se realizó el cuarteo y selección de la muestra del agregado grueso a partir de una muestra global de 20 kg.
- Se dejó secar parcialmente la muestra de agregado grueso (5kg) de TMN 1/2", ya que a partir de este tamaño de agregado la norma permite ensayar el material parcialmente húmedo, ya que el contenido de humedad no afecta al ensayo.

Figura 5 y 6. Muestreo de agregado grueso y pesaje para ensayo de granulometría.



- Se seleccionaron los tamices especificados para realizar el ensayo de granulometría del agregado grueso, el cual será comparado con una granulometría estándar especificada por la NTP 400.03 en el huso granulométrico 67.

Tabla 7. Huso granulométrico 67 (NTP 400.03)

<b>HUSO GRANULOMETRICO 67</b> <b>(3/4 pulg a 3/8 pulg)</b>	
Tamiz	% Que pasa
1"	100
3/4"	90 - 100
1/2"	---
3/8"	20 - 55
Nº 4	0 - 10

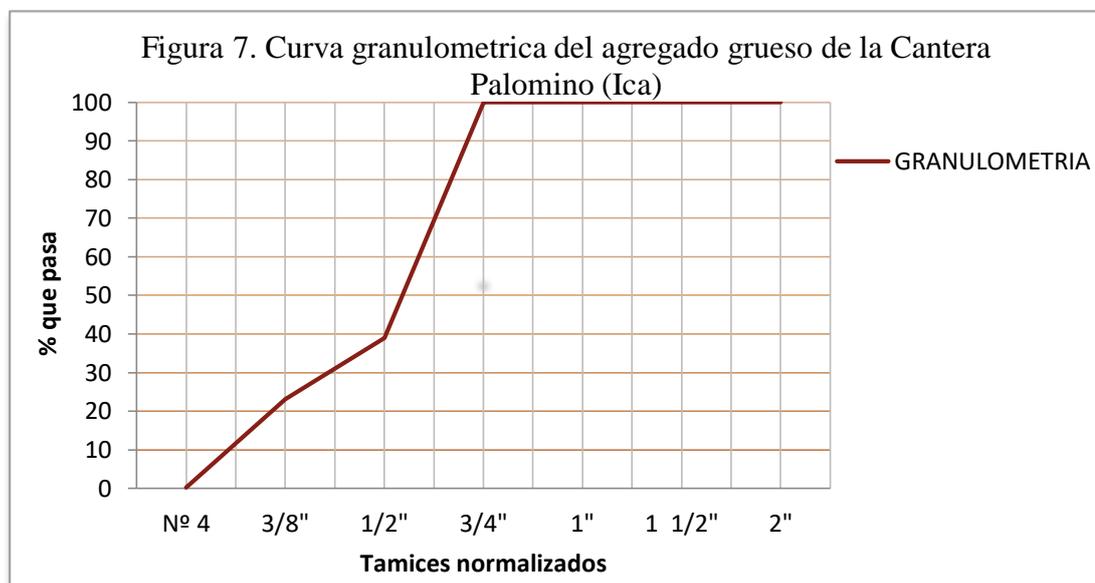
- Se procedió a tamizar el material por mallas de forma individual, hasta que el porcentaje de material pasante sea nulo. Este procedimiento se repitió por todos los tamices establecidos en la norma anteriormente mencionada.

Los resultados promedios procesados de 3 granulometrías consecutivas de muestra aleatoria fueron los siguientes:

Tabla 8. Granulometría promedio de agregado grueso

Malla	Peso retenido	Peso comp.	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
2"	0	0	0.0	0.0	<b>100.0</b>
1 1/2"	0	0	0.0	0.0	<b>100.0</b>
1"	0	0	0.0	0.0	<b>100.0</b>
3/4"	0	0	0.0	0.0	<b>100.0</b>
1/2"	2638	2638	52.8	52.8	<b>47.2</b>
3/8"	966	966	19.3	72.1	<b>27.9</b>
N° 4	1350	1350	27.0	99.1	<b>0.9</b>
cazuela	46	46.0	0.9	100.0	<b>0.0</b>
	<b>5000</b>	<b>5000.0</b>	<b>100.0</b>		

Fuente: Elaboración propia



- Se procedió a comparar los valores obtenidos en el laboratorio con los valores establecidos en la norma técnica peruana, dando por confirmada la gradación del huso 67, el  $TM=3/4''$  y  $TMN=1/2''$ .

Tabla 9. Cuadro comparativo entre la NTP y muestra obtenida.

<b>GRANULOMETRÍA NTP 400.03 VS MUESTRA</b>		
Tamiz	NTP 400.03 % Que pasa	MUESTRA % Que pasa
1"	100	100
3/4"	90 - 100	100
1/2"	---	47.2
3/8"	20 - 55	27.9
N° 4	0 - 10	0.9

*Fuente: Elaboración propia*

- Por último, se procedió a determinar el módulo de fineza del agregado grueso, para luego utilizarlo en el diseño de mezcla por Método de combinación de módulos de fineza de agregados. Para lo cual se determinará por la sumatoria de las mallas ¾", 3/8", N°4 y las sucesoras, divididas porcentualmente.

Cabe resaltar que estadísticamente los valores del módulo de fineza del agregado grueso superan el valor de 6,0.

Por consiguiente, se obtuvo el resultado del cálculo:

$$MF_{Ag.Grueso} = \frac{\sum \%Ret.Ac. (3/4" + 3/8" + N^{\circ}4) + 500}{100}$$

$$MF_{Ag.Grueso} = \frac{0 + 72.1 + 99.1 + 500}{100}$$

$$MF_{Ag.Grueso} = 6.7116$$

#### **5.1.1.2.2. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO**

Para el análisis granulométrico del agregado grueso se tomó una muestra representativa de 500 g. según lo establecido en la norma ASTM C 136, que indica que la muestra mínima para el agregado fino es de 300 g.

Se realizaron 5 tamizados de los cuales se seleccionó uno representativo de la muestra del agregado ensayado.

##### ***Equipo Utilizado:***

- Balanza de aproximación a 0.1%.
- Tamices normalizados (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, tapa y cazuela).
- Horno a 105 °C +/- 5°C.
- Taras y contenedores.
- Herramientas manuales.

##### ***Procedimiento realizado:***

- Antes de realizar el tamizado del agregado, se colocó la muestra al horno a una temperatura de 105 °C, hasta que la muestra este completamente seca.
- Alternativamente, por ahorro de recursos y tiempo en el laboratorio, se procedió al secado de la muestra mediante una estufa eléctrica hasta que esta pierda todo su contenido de humedad y mantenga un peso constante según especifica la norma ASTM C 556.

- Se eligen, acondicionan y ordenan los tamices establecidos para la granulometría del agregado fino en orden de prelación, como se aprecia en la figura 8 y 9.

- El tamizado se realiza por un periodo de 5 minutos continuo de forma manual o con herramientas mecánicas. Se deja reposar el material, para luego tamizar el material acumulado en cada malla individualmente hasta que el porcentaje que pasa sea menor al 1% del peso retenido en la malla.

Figura 8 y 9. Selección de tamices para granulometría de agregado fino.



Figura 10. Procedimiento de tamizado de muestra de agregado fino.



- Se procesan los datos para la granulometría y se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 10.

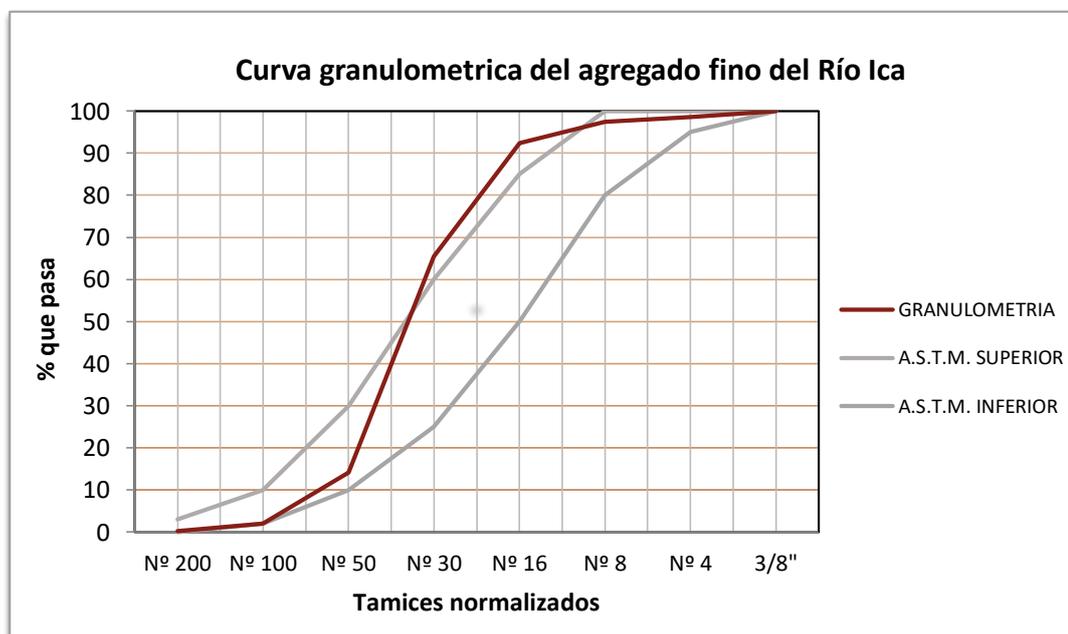
Tabla 10. Resultados de Granulometría del agregado fino.

Malla	Peso retenido	Peso comp.	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites ASTM
3/8"	0	0.0	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	7.2	7.2	1.4	1.4	98.6	95 a 100
Nº 8	5.9	5.9	1.2	2.6	97.4	80 a 100
Nº 16	25	25.0	5.0	7.6	92.4	50 a 85
Nº 30	134.8	134.8	27.0	34.6	65.4	25 a 60
Nº 50	256.3	256.3	51.3	85.8	14.2	05 a 30
Nº 100	61	61.0	12.2	98.0	2.0	0 a 10
Nº 200	8.9	8.9	1.8	99.8	0.2	0 a 5
cazuela	0.9	0.9	0.2	100.0	0.0	
P. Total	500					

*Fuente: Elaboración propia*

De la Tabla 10. (Resultados de Granulometría del agregado fino), se obtuvo el gráfico de la Figura 11.

Figura 11. Curva granulométrica del agregado fino.



De los resultados obtenidos de la granulometría del agregado fino muestreado del río Ica, se deduce lo siguiente:

1. El agregado fino no cumple con los límites granulométricos establecidos en la norma NTP 400.037 mencionados en la Tabla 2, del presente trabajo.
2. El agregado retiene en las mallas 30 y 50 un porcentaje mayor al 45% recomendado de la muestra total. (Rivva López, 1998)
3. El módulo de fineza del agregado fino se obtendrá de la siguiente manera:

$$MF_{Ag.Fino} = \frac{\sum \%Ret. Ac. (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$MF_{Ag.Fino} = \frac{1.4 + 2.6 + 7.6 + 34.6 + 85.8 + 98}{100}$$

$$MF_{Ag.Fino} = 2.30$$

4. El módulo de fineza del agregado fino del río Ica (2.30) no se encuentra dentro de los límites recomendados de 2,35 y 3,15. (Rivva López, 1998)

En conclusión, el agregado fino obtenido del río Ica no cuenta con una estructura granular óptima para el empleo en la elaboración de concreto, según indican las normas y recomendaciones de especialistas en concreto.

Esta condicionante se debe tener en cuenta al momento de realizar la dosificación del volumen de los agregados que se utilizarán para el diseño de mezclas y la elaboración del concreto a diseñar.

### **5.1.1.3. PESO UNITARIO O DENSIDAD DE MASA SUELTO Y COMPACTADO**

Los ensayos realizados para determinar el peso unitario (suelto y compactado) de los agregados son basados en la norma NTP 400.017 en consideración general con la ASTM C 29.

#### **5.1.1.3.1. PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

##### **PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO SUELTO**

Para el ensayo de peso unitario del agregado grueso suelto se emplearon los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza electrónica para 40 kg con precisión 1g.
- Recipiente de volumen adecuado (0.0145 m<sup>3</sup>).
- Cucharón de 1 kg.
- Varilla enrrasadora.

##### ***Procedimiento del ensayo***

- Se realiza el cuarteo correspondiente de una muestra global y representativa del agregado grueso de aproximadamente 30 kg.

- Se pesa el molde para realizar el ensayo.

- Se inicia la colocación del agregado dentro del recipiente de forma circular y uniforme, a una altura aproximada de 1 ½” por encima del recipiente, de esta manera se asegura la uniformidad de caída del agregado.

- Se nivela el agregado a nivel del recipiente sin ejercer presión.

- Se pesa el recipiente con el agregado en una balanza electrónica.
- Se calcula el peso unitario de la muestra ensayada.
- Se procede a procesar los datos obtenidos.

Se realizaron cuatro (4) ensayos consecutivos de muestras aleatorias representativas del agregado grueso. Del cual se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 11.

Tabla 11. Peso unitario suelto del agregado grueso.

<b>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUEGO</b>				
Nº Ensayo	I	II	III	IV
Volumen de Recipiente (m <sup>3</sup> )	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
Peso de Recipiente (kg.)	5.31	5.31	5.31	5.31
P= P. Recipiente + Agregado (kg.)	26.948	26.942	26.952	26.947
<b><i>PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</i></b>	<b>1492.28</b>	<b>1491.86</b>	<b>1492.55</b>	<b>1492.21</b>
<b><i>P.U. SUELTO A. GRUESO (Kg/m<sup>3</sup>)</i></b>				<b>1492.22</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 12. Procedimiento para determinar el P.U. Suelto del agregado grueso



## PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO

Para el ensayo de peso unitario del agregado grueso compactado se emplearon los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza electrónica para 40 kg con precisión 1g.
- Recipiente de volumen adecuado (0.0145 m<sup>3</sup>).
- Cucharón de 1 kg.
- Varilla compactadora.
- Martillo de goma de 5 lb.

### *Procedimiento del ensayo*

- Se realiza el cuarteo correspondiente de una muestra global y representativa del agregado grueso de aproximadamente 30 kg.

- Se pesa el molde para realizar el ensayo.

- Se realizan tres capas homogéneas, a cada una se le aplica 25 varilladas y 10 golpes con el martillo de goma.

Se realizaron cuatro (4) ensayos consecutivos de muestras aleatorias representativas del agregado grueso. Del cual se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 12.

Tabla 12. Peso unitario compactado del agregado grueso.

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO GRUESO</b>				
Nº Ensayo	I	II	III	IV
Volumen de Recipiente (m <sup>3</sup> )	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
Peso de Recipiente (kg.)	5.31	5.31	5.31	5.31
P= P. Recipiente + Agregado (kg.)	28.77	28.618	28.738	28.709
<b>PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1617.93</b>	<b>1607.45</b>	<b>1615.72</b>	<b>1613.72</b>
<b>P.U. COMPACTADO A. GRUESO (Kg/m<sup>3</sup>)</b>				<b>1613.71</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **5.1.1.3.1. PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

#### **PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO SUELTO**

Para el ensayo de peso unitario del agregado fino suelto se emplearon los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza electrónica para 40 kg con precisión 1g.
- Recipiente de volumen adecuado (0.0096 m<sup>3</sup>).
- Cucharón de 1/2 kg.
- Varilla enrrasadora.

#### ***Procedimiento del ensayo***

- Se realiza el cuarteo correspondiente de una muestra global y representativa del agregado grueso de aproximadamente 30 kg.
- Se pesa el molde para realizar el ensayo.
- Se inicia la colocación del agregado dentro del recipiente de forma circular y uniforme, a una altura aproximada de 1 ½” por encima del recipiente, de esta manera se asegura la uniformidad de caída del agregado.
- Se nivela el agregado a nivel del recipiente sin ejercer presión.
- Se pesa el recipiente con el agregado en una balanza electrónica.
- Se calcula el peso unitario de la muestra ensayada.
- Se procede a procesar los datos obtenidos.

Se realizaron cuatro (4) ensayos consecutivos de muestras aleatorias representativas del agregado fino. Del cual se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 13.

Tabla 13. Peso unitario suelto del agregado fino.

<b>PESO UNITARIO SUELTO - AGREGADO FINO</b>				
Nº Ensayo	I	II	III	IV
Volumen de Recipiente (m <sup>3</sup> )	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096
Peso de Recipiente (kg.)	4.40	4.40	4.40	4.40
P= P. Recipiente + Agregado (kg.)	19.055	19.068	19.002	19.042
<b><i>PESO UNITARIO (Kg/m<sup>3</sup>)</i></b>	<b>1526.56</b>	<b>1527.92</b>	<b>1521.04</b>	<b>1525.21</b>
<b><i>P.U. SUELTO A. FINO (Kg/m<sup>3</sup>)</i></b>				<b>1525.18</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

### **PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO COMPACTADO**

Para el ensayo de peso unitario del agregado fino compactado se emplearon los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza electrónica para 40 kg con precisión 1g.
- Recipiente de volumen adecuado (0.0096 m<sup>3</sup>).
- Cucharón de 1/2 kg.
- Varilla compactadora.
- Martillo de goma de 5 lb.

#### ***Procedimiento del ensayo***

- Se realiza el cuarteo correspondiente de una muestra global y representativa del agregado grueso de aproximadamente 30 kg.
- Se pesa el molde para realizar el ensayo.

- Se realizan tres capas homogéneas, a cada una se le aplica 25 varilladas y 10 golpes con el martillo de goma.

Se realizaron cuatro (4) ensayos consecutivos de muestras aleatorias representativas del agregado fino. Del cual se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Peso unitario compactado del agregado fino.

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - AGREGADO FINO</b>				
Nº Ensayo	I	II	III	IV
Volumen de Recipiente (m3)	0.0096	0.0096	0.0096	0.0096
Peso de Recipiente (kg.)	4.40	4.40	4.40	4.40
P= P. Recipiente + Agregado (kg.)	20.563	20.58	20.55	20.565
<b>PESO UNITARIO (Kg/m3)</b>	<b>1683.65</b>	<b>1685.42</b>	<b>1682.29</b>	<b>1683.85</b>
	<b>P.U. COMPACTADO A. FINO (Kg/m3)</b>			<b>1683.80</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 13. Procedimiento del ensayo de P.U. compactado del agregado fino



### 5.1.1.3. CONTENIDO DE HUMEDAD

Ensayo realizado mediante los procedimientos establecidos en la norma ASTM C 566, el cual consiste en determinar un porcentaje de humedad en una muestra de agregado, por medio del secado, ya sea en horno o estufa eléctrica.

Este ensayo nos permite ajustar las proporciones de los agregados en el diseño de mezcla, debido a la humedad que estos aportan o sustraen de la mezcla.

El procedimiento del ensayo tanto para el agregado grueso como para el agregado fino consiste en:

Obtener una muestra del agregado a ensayar en condición húmeda cuya masa es conocida, y someterlo al proceso de secado ya sea en horno de 105°C o una estufa eléctrica hasta que toda la humedad sea evaporada.

Este ensayo se realizará cada vez que se tenga que realizar o elaborar mezcla de concreto, para así realizar las correcciones de humedad correspondientes.

Figura 14. Pesaje de muestra húmeda y seca para contenido de humedad



Se realizaron 4 ensayos consecutivos tanto para el agregado grueso como para el agregado fino, donde se obtuvieron los siguientes los resultados de la Tabla 15 y 16.

Tabla 15. Resultados de contenido de humedad del agregado grueso.

CONTENIDO DE HUMEDAD	AGREGADO GRUESO			
	<b>B</b>	<b>C-03</b>	<b>FIC 77</b>	<b>322</b>
<b>N. DE TARA</b>				
<b>PESO DE TARA (g.)</b>	37.6	88.7	87.2	88.5
<b>P= P.TARA + AG HUMEDO (g.)</b>	275.5	271.7	339.4	289.5
<b>P= P.TARA + AG SECO (g.)</b>	273.1	269.4	336.7	287.3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>1.02</b>	<b>1.27</b>	<b>1.08</b>	<b>1.11</b>
			<b>CONTENIDO DE HUMEDAD A. GRUESO (%):</b>	<b>1.12</b>

Tabla 16. Resultados de contenido de humedad del agregado fino.

	AGREGADO FINO			
	<b>4</b>	<b>Z</b>	<b>A4</b>	<b>D0-T4</b>
<b>N. DE TARA</b>				
<b>PESO DE TARA (g.)</b>	85.1	90.3	94.1	93.6
<b>P= P.TARA + AG HUMEDO (g.)</b>	291.5	339.7	378.1	396.4
<b>P= P.TARA + AG SECO (g.)</b>	287.2	335.1	373.5	390.7
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	<b>2.13</b>	<b>1.88</b>	<b>1.65</b>	<b>1.92</b>
			<b>CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO (%):</b>	<b>1.89</b>

De los resultados obtenidos al momento de realizar los ensayos se puede deducir que:

- % de humedad del Agregado fino = 1.89 %.
- % de humedad del Agregado grueso = 1.12 %.

Estos resultados se tomarán como datos base en el diseño de mezcla, pero a lo largo de la elaboración del concreto irán variando dependiendo la humedad que estos agregados presenten al momento de realizar la elaboración del concreto.

#### **5.1.1.4. PESO ESPECÍFICO**

##### **5.1.1.4.1. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

Ensayo establecido en la NTP 400.021, el cual ha sido basado en la norma internacional ASTM C127. Este ensayo consiste en calcular el cociente de dividir el volumen de las partículas de los agregados entre el volumen de estas mismas sin considerar los vacíos que se generan entre ellas, distinguiéndose en tres formas de manifestar el peso específico según la condición de saturación que presente el material.

Estas condiciones son las siguientes:

- Peso específico de masa seca o de los sólidos.
- Peso específico SSS.
- Peso específico aparente.

Del cual el valor determinante será el peso específico de masa seca el cual será utilizado como dato principal del agregado para los diseños de mezcla a realizar.

##### ***Equipo Utilizado:***

- Balanza de precisión 0.1 g.
- Horno a 105 °C +/- 5°C.
- Taras y Contenedores.
- Fiolas.
- Pipeta.
- Molde troncónico y pisón.
- Cocina eléctrica

***Procedimiento:***

- Se deja una muestra representativa del material a ensayar (1kg) pasante de la malla N°4 sumergido en agua durante 24 horas para que esta logre la saturación completa de sus poros.
- Una vez saturado el material, se procede a decantar el agua y dejar que el agregado evapore la humedad excedente, hasta llegar al punto de saturación superficialmente seca. Para esto se rellena el material en el molde troncónico y se procede a apisonar por caída libre por 25 golpes con el pisón.
- La muestra compactada debe presentar una configuración geométrica normalizada para que el material pueda ser aceptado para realizar el ensayo de peso específico, tal como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Muestra para ensayo de peso específico del agregado fino.



- Se procede a separar 100 g. de muestra para cada fiola, previamente se pesan las Fiolas llenas de agua hasta la marca correspondiente adecuada.
- Se procede a verter la muestra en la fiola, terminar de llenarla y colocarla a la cocina eléctrica por un periodo de tiempo adecuado, hasta que las partículas tengan un acomodo adecuado.
- Se deja reposar y enfriar, luego se pesa la fiola con agua y muestra.
- La muestra saturada se coloca al horno de  $105^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas y se pesa la muestra seca del material.

Figura 16. Procedimiento de ensayo de peso específico del agregado fino.



Se realizaron 3 ensayos consecutivos del ensayo de peso específico para el agregado fino de los cuales los resultados obtenidos fueron los mostrados en la Tabla 17, que se muestra a continuación:

Tabla 17. Peso específico del agregado fino.

<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>		
	<b>3</b>	<b>B</b>	<b>S/N</b>
<b>N. DE FOLIA</b>			
<b>PESO DE FOLIA (g.)</b>	158.2	158.1	158.2
<b>PESO AGREGADO SECO</b>	97.2	97.3	97.3
<b>P= P.FOLIA + AGUA (g.)</b>	654.5	655	654.7
<b>P= P.TARA + AG UA + Ag. SSS (g.)</b>	716.4	716.2	716.6
<b>PESO ESPECÍFICO (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.754	2.695	2.749
	<b>PESO ESPECÍFICO A. FINO (g/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.732</b>

De la tabla 17, se puede concluir que el peso específico en masa del agregado fino presenta un valor de 2.732 g/cm<sup>3</sup>, el cual será utilizado como dato en los diseños de mezcla para el concreto a elaborar.

#### **5.1.1.4.2. PESO ESPECIFICO DEL AGEGADO GRUESO**

Ensayo establecido en la NTP 400.022 basado en la norma internacional ASTM C127. El cual permite conocer el cociente entre la masa del material sobre su peso sin vacíos de la misma, dato que se utilizará en los diseños de mezcla para el concreto.

##### ***Equipos Utilizados:***

- Balanza de precisión 0.1 g.
- Taras y recipientes.
- Horno a 105 °C.
- Recipiente de sumersión en agua.

##### ***Procedimiento:***

- Se deja una muestra representativa (5 kg.) del agregado grueso a ensayar sumergida en agua durante 24 horas, tiempo suficiente para que llegue al punto de saturación de sus poros.
- Una vez saturado el material, se decanta el agua y se procede a eliminar la humedad excedente de este, hasta llegar a un estado de saturación superficialmente seca.
- Se procede a obtener una muestra del material superficialmente seco (500 g.) y pesarlo, tal como se muestra en la Figura 17.
- Se sumerge en un recipiente bajo el agua y se procede a pesar el agregado sumergido.
- Finalmente se extrae la muestra y se coloca al horno de 105°C durante 24 horas para determinar su grado de absorción y determinar su peso seco.

Figura 17. Pesaje muestra para ensayo de peso específico de agregado grueso.



Se realizaron 3 ensayos consecutivos de peso específico del agregado grueso de los cuales se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 18:

Tabla 18. Peso específico del agregado grueso.

<b>PESO ESPECIFICO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>		
	<b>A-1</b>	<b>10</b>	<b>A</b>
<b>N. DE TARA</b>			
<b>PESO SECO AL HORNO</b>	492.9	512.5	494.5
<b>PESO AL AIRE S.S.S</b>	500.1	520.2	501.3
<b>PESO SUMERGIDO AL AGUA</b>	313.3	327	314.2
<b><i>PESO ESPECÍFICO (g/cm<sup>3</sup>)</i></b>	2.639	2.653	2.643
	<b><i>PESO ESPECÍFICO A. GRUESO (g/cm<sup>3</sup>)</i></b>		<b>2.645</b>

De la tabla anterior se puede concluir que el peso específico en masa del agregado grueso es de 2.645 g/cm<sup>3</sup>, dato que será empleado para elaborar los diseños de mezcla de concreto.

### 5.1.1.5. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Ensayo establecido en la norma internacional ASTM C126 el cual tiene como alcance lograr determinar el cociente entre el contenido de humedad en estado saturado superficialmente seco (SSS) de un material con respecto a su masa seca, el cual se interpreta como porcentaje de absorción del material.

#### *Equipos Utilizados:*

- Balanza de precisión 0.1 g.
- Taras y recipientes.
- Horno a 105°C.

Se realizaron cuatro (4) ensayos de absorción para el agregado grueso y fino, de los cuales se obtuvieron los resultados de la Tabla 19 y Tabla 20.

Tabla 19. Porcentaje de absorción del agregado grueso.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	AGREGADO GRUESO			
	A	10	A-1	4 B
N. DE TARA	-	-	-	-
PESO DE TARA (g.)	-	-	-	-
P= P.TARA + AG SSS (g.)	501.3	499.7	500.9	499.1
P= P.TARA + AG SECO (g.)	494.6	493.2	494.5	492.4
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)</b>	<b>1.35</b>	<b>1.32</b>	<b>1.29</b>	<b>1.36</b>
	<i>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN A. GRUESO (%)</i>			<b>1.33</b>

Tabla 20. Porcentaje de absorción del agregado fino.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	AGREGADO FINO			
	A-4	FIC 1	FIC 2	FIC 5
N. DE TARA	93.3	90.5	90.7	89.2
PESO DE TARA (g.)	93.3	90.5	90.7	89.2
P= P.TARA + AG SSS (g.)	165.6	200.0	200.0	200.0
P= P.TARA + AG SECO (g.)	164.5	198.4	198.3	198.3
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)</b>	<b>1.54</b>	<b>1.48</b>	<b>1.58</b>	<b>1.56</b>
	<i>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN A. FINO (%)</i>			<b>1.54</b>

De las tablas anteriores concluimos que: - % Abs. Ag. Grueso = 1.33%

- % Abs. Ag. Fino = 1.54%

### **5.1.2. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO DE CONTROL CON CEMENTO TIPO ICO.**

En este subcapítulo se presenta los procedimientos y secuencias del diseño de mezcla patrón con el cual se compararán los diseños de mezcla con aditivo, los cuales son los siguientes:

#### **1. CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

Debido a que no se encuentran registros o datos anteriores de desviación estándar, para el cálculo de la resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 22. Resistencia promedio.

$f^c$	$f^{cr}$
menos de 210	$f^c + 70$
210 a 350	$f^c + 84$
sobre 350	$f^c + 98$

Fuente: *Enrique Rivva Lopez, "Diseño de mezclas". (Tabla 7.4.3)*

Como la resistencia de diseño ( $f^c$ ) es  $280 \text{ kg/cm}^2$  entonces:

$$\text{Si } f^c = 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f^{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore f^{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

#### **2. SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO**

Para el diseño de mezcla se consideró utilizar una consistencia plástica para el concreto con un slump de 3" a 4" y de este modo asegurar su trabajabilidad.

#### **3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

Según la NTP 400.037 y la norma E.060 definen al tamaño máximo (TM) y tamaño máximo nominal (TMN) de la siguiente forma:

Tamaño máximo (T.M.) → Se define como la malla donde el porcentaje de material pasante es del 100%.

Tamaño máximo nominal (T.M.N.) → Se define como la primera malla en retener un porcentaje de agregado.

Por lo tanto, para el agregado grueso utilizado en el diseño de mezcla tenemos:

$$\therefore \text{T.M.} = \frac{3}{4}'' \text{ y T.M.N.} = \frac{1}{2}''$$

#### 4. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

El volumen unitario de agua se selección teniendo en cuenta las siguientes condiciones según el comité 211 del ACI:

- Concreto sin aire incorporado.
- Tamaño máximo nominal =  $\frac{1}{2}''$ .
- Asentamiento entre 3'' a 4''.

Tabla 23. Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua en Lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos nominales de agregado y consistencia indicados							
	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	3 "	6 "
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Esta tabla ha sido confeccionada por el comité 211 del ACI

Teniendo en cuenta las condiciones anteriores y la Tabla 23 obtenida del comité 211 del ACI, podemos deducir que el volumen unitario de agua es de 216 lt/m<sup>3</sup>.

$$\therefore \text{Volumen Unitario de Agua} = 216 \text{ lt/m}^3.$$

## 5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Se calcula el porcentaje de aire atrapado con la Tabla 24, ya que no se considera que el concreto tenga aire incorporado, debido a que no será expuesto a condiciones de congelación.

Tabla 24. Contenido de aire atrapado.

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8 "	3.0 %
<b>1/2 "</b>	<b>2.5 %</b>
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
6 "	0.2 %

## 6. SELECCIÓN DE RELACION AGUA – CEMENTO POR RESISTENCIA

Se tomó en consideración la Tabla 25, para poder interpolar la relación A/C por resistencia, considerando el  $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla 25. Relación agua-cemento por resistencia.

$f'_{cr}$ (28 días)	Relacion agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
<b>350</b>	<b>0.48</b>	0.40
<b>400</b>	<b>0.43</b>	---
450	0.38	---

$$\therefore \text{Relación A/C} = 0.466$$

### 7. DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{216 \text{ lt/m}^3}{0.466}$$

$$\text{Factor Cemento} = 463.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \text{Factor Cemento} = \frac{463.52 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg}}$$

$$\therefore \text{Factor Cemento} = 10.91 \text{ bol/m}^3$$

### 8. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

$$\text{Vol. Concreto} = \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Agregado} + \% \text{ Aire} = 1\text{m}^3$$

$$1 - \left( \frac{463.52}{3038} + \frac{216}{1000} + \frac{2.5}{100} \right) = \text{Vol. Agregado}$$

$$\therefore \text{Vol. Agregado} = 0.60851\text{m}^3$$

### 9. CALCULO DE MODULO DE FINEZA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

De la tabla 26, se determina el módulo de fineza de combinación de agregados.

Tabla 26. Módulo de combinación de agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/m <sup>3</sup> indicados			
	6	7	8	9
3/8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2 "	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.39

<b>Bolsas</b>		<b>Mf</b>
10.098	→	X
9	→	4.69
8	→	4.61

De tabular los valores anteriores se determina el módulo de fineza de combinación de agregados:

$$\therefore Mf_{CDA} = 4.84264$$

#### **10. CALCULO DE PORCENTAJE DE AGREGADO FINO (rf):**

Para el cálculo del “rf” se necesitan los siguientes datos:

Mf. Agregado Fino	2.3
Mf. Agregado Grueso	6.71
Mf. Combinación de Agregados	4.84

$$rf = \frac{Mf. Agregado Grueso - Mf. Combinacion de Agregados}{Mf. Agregado Grueso - Mf. Agregado fino}$$

$$rf = \frac{6.71 - 4.84}{6.71 - 2.30}$$

$$\therefore rf = 0.424$$

#### **11. CALCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO**

$$rf = \frac{Vol. Absoluto Ag. fino}{Vol. Absoluto Ag. fino + Vol. Absoluto Ag. Grueso}$$

Si: rf= 0.424 y Vol. Ag= 0.60851, entonces:

$$0.424 = \frac{Vol. Absoluto Ag. fino}{0.60851}$$

$$\therefore Vol. Agregado Fino = 0.258 m^3$$

$$\therefore Vol. Agregado Grueso = 0.351 m^3$$

## **12. CALCULO DE PESO SECO DE LOS AGREGADOS**

- Peso Seco Ag. Fino:  $0.258 \text{ m}^3 \times 2732 \text{ kg/m}^3 = 704.856 \text{ kg}$
- Peso Seco Ag. Fino:  $0.351 \text{ m}^3 \times 2645 \text{ kg/m}^3 = 928.395 \text{ kg}$

## **13. VALORES DE DISEÑO**

Las cantidades calculadas para  $1 \text{ m}^3$  de concreto mediante el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, serán las siguientes:

- Cemento..... $463.52 \text{ kg/m}^3$ .
- Agua de Diseño.....  $216.00 \text{ lt/m}^3$ .
- Agregado Fino ..... $704.86 \text{ kg/m}^3$ .
- Agregado Grueso..... $928.40 \text{ kg/m}^3$ .

## **14. CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Peso húmedo de los agregados:

- Agregado fino:  $704.86 \text{ kg/m}^3 \times 1.01893 = 718.20 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso:  $928.40 \text{ kg/m}^3 \times 1.0120 = 939.54 \text{ kg/m}^3$

Luego, determinamos la humedad superficial de los áridos:

- Agregado fino:  $1.893 \% - 1.541 \% = + 0.352 \%$
- Agregado Grueso:  $1.120 \% - 1.332 \% = - 0.212 \%$

Por lo tanto, el aporte de humedad de los áridos será:

- Agregado fino:  $704.86 \text{ kg/m}^3 \times (+0.00352) = +2.481 \text{ lt/m}^3$
- Agregado Grueso:  $928.40 \text{ kg/m}^3 \times (-0.00212) = \underline{-1.968 \text{ lt/m}^3}$

$$\text{Aporte de Humedad} = +0.513 \text{ lt/m}^3$$

Reajuste de agua efectiva por m<sup>3</sup>:

$$\text{Agua efectiva} = 216.00 \text{ lt/m}^3 - 0.513 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 215.487 \text{ lt/m}^3$$

### 15. VALORES POR CORRECCIÓN POR HUMEDAD

- Cemento..... 463.52 kg/m<sup>3</sup>.
- Agua de Diseño..... 215.49 lt/m<sup>3</sup>.
- Agregado Fino..... 718.20 kg/m<sup>3</sup>.
- Agregado Grueso..... 939.54 kg/m<sup>3</sup>.

### 16. DOSIFICACION POR PESO Y VOLUMEN

*Dosificación por Peso:*

$$\frac{463.52}{463.52} : \frac{718.20}{463.52} : \frac{939.54}{463.52} = 1 : 1.55 : 2.03 / 19.75 \text{ lt/bol}$$

Tabla 27. Dosificación en peso – Concreto Patrón.

DOSIFICACIÓN EN PESO - CONCRETO PATRÓN			
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
1	1.55	2.03	19.75 lt/bol

*Fuente: Elaboración propia*

*Dosificación por Volumen:*

- *Volumen del Agregado fino en pie<sup>3</sup>:*

$$\text{Vol. Agregado fino} = \frac{718.20 \text{ kg}}{1525.182 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.01893} \times 35.3147$$

$$\text{Vol. Agregado fino} = 16.321 \text{ pie}^3$$

- *Volumen del Agregado Grueso en pie<sup>3</sup>:*

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = \frac{939.54 \text{ kg}}{1492.224 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.01120} \times 35.3147$$

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = 21.989 \text{ pie}^3$$

Por lo que se obtiene:

$$\frac{10.91}{10.91} : \frac{16.321}{10.91} : \frac{21.989}{10.91} = 1 : 1.49 : 2.02 / 215.49 \text{ lt/m}^3$$

Tabla 28. Dosificación en volumen – Concreto Patrón.

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN - CONCRETO PATRÓN</b>			
<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>
1	1.49	2.02	215.49 lt/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

## **17. CUADRO RESUMEN DE DOSIFICACIONES**

De los procedimientos anteriores, se determinaron las siguientes dosificaciones para el diseño de mezcla del concreto patrón:

Tabla 29. Cuadro resumen de dosificaciones en peso y volumen – Concreto Patrón.

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>
<b>DOSIFICACIÓN EN PESO - CONCRETO PATRÓN</b>			
1	1.55	2.03	19.75 lt/bol
<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN - CONCRETO PATRÓN</b>			
1	1.49	2.02	215.49 lt/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

### **5.1.3. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Z RR PLASTE – 971.**

#### **5.1.3.1. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON ADITIVO AL 1%**

Se empleó la dosificación del aditivo Z RR PLAST 971 al 1% de la masa del cemento empleado en la mezcla, debido a que la ficha técnica recomendaba esta dosificación para el empleo en el concreto. Para lo cual procedemos con los siguientes procedimientos para calcular las dosificaciones correspondientes:

##### **1. CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

Debido a que no se encuentran registros o datos anteriores de desviación estándar, para el cálculo de la resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 22. Resistencia promedio.

Como la resistencia de diseño ( $f^c$ ) es  $280 \text{ kg/cm}^2$  entonces:

$$\text{Si } f^c = 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f^{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore f^{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

##### **2. SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO**

Para el diseño de mezcla se consideró utilizar una consistencia plástica para el concreto con un slump de 3" a 4" y de este modo asegurar su trabajabilidad.

##### **3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

Según la NTP 400.037 y la norma E.060 definen al tamaño máximo (TM) y tamaño máximo nominal (TMN) de la siguiente forma:

Tamaño máximo (T.M.) → Se define como la malla donde el porcentaje de material pasante es del 100%.

Tamaño máximo nominal (T.M.N.) → Se define como la primera malla en retener un porcentaje de agregado.

Por lo tanto, para el agregado grueso utilizado en el diseño de mezcla tenemos:

$$\therefore \text{T.M.} = 3/4'' \text{ y T.M.N.} = 1/2''$$

#### **4. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

El volumen unitario de agua se selección teniendo en cuenta las siguientes condiciones según el comité 211 del ACI:

- Concreto sin aire incorporado.
- Tamaño máximo nominal = 1/2''.
- Asentamiento entre 3'' a 4''.

Teniendo en cuenta las condiciones anteriores y la Tabla 23 obtenida del comité 211 del ACI, podemos deducir que el volumen unitario de agua es de 216 lt/m<sup>3</sup>.

$$\therefore \text{Volumen Unitario de Agua} = 216 \text{ lt/m}^3.$$

#### **5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE**

Se calcula el porcentaje de aire atrapado con la Tabla 24, ya que no se considera que el concreto tenga aire incorporado, debido a que no será expuesto a condiciones de congelación. Por lo que el aire atrapado = 2.5%

#### **6. SELECCIÓN DE RELACION AGUA – CEMENTO POR RESISTENCIA**

Se tomó en consideración la Tabla 25, para poder interpolar la relación A/C por resistencia, considerando el  $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\therefore \text{Relación A/C} = 0.466$$

### 7. DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemento}}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{216 \text{ lt/m}^3}{0.466}$$

$$\text{Factor Cemento} = 463.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \text{Factor Cemento} = \frac{463.52 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg}}$$

$$\therefore \text{Factor Cemento} = 10.91 \text{ bol/m}^3$$

### 8. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

$$\text{Vol. Concreto} = \text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Agregado} + \% \text{ Aire} = 1\text{m}^3$$

$$1 - \left( \frac{463.52}{3038} + \frac{216}{1000} + \frac{2.5}{100} \right) = \text{Vol. Agregado}$$

$$\therefore \text{Vol. Agregado} = 0.60851\text{m}^3$$

### 9. CALCULO DE MODULO DE FINEZA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

De la tabla 26, se determina el módulo de fineza de combinación de agregados.

Bolsas		Mf
10.098	→	X
9	→	4.69
8	→	4.61

De tabular los valores anteriores se determina el módulo de fineza de combinación de agregados:

$$\therefore Mf_{CDA} = 4.84264$$

### 10. CALCULO DE PORCENTAJE DE AGREGADO FINO ( $r_f$ ):

Para el cálculo del “ $r_f$ ” se necesitan los siguientes datos:

Mf. Agregado Fino	2.3
Mf. Agregado Grueso	6.71
Mf. Combinación de Agregados	4.84

$$r_f = \frac{\text{Mf. Agregado Grueso} - \text{Mf. Combinación de Agregados}}{\text{Mf. Agregado Grueso} - \text{Mf. Agregado fino}}$$

$$r_f = \frac{6.71 - 4.84}{6.71 - 2.30}$$

$$\therefore r_f = 0.424$$

### 11. CALCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

$$r_f = \frac{\text{Vol. Absoluto Ag. fino}}{\text{Vol. Absoluto Ag. fino} + \text{Vol. Absoluto Ag. Grueso}}$$

Si:  $r_f = 0.424$  y  $\text{Vol. Ag} = 0.60851$ , entonces:

$$0.424 = \frac{\text{Vol. Absoluto Ag. fino}}{0.60851}$$

$$\therefore \text{Vol. Agregado Fino} = 0.258 \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{Vol. Agregado Grueso} = 0.351 \text{ m}^3$$

### 12. CALCULO DE PESO SECO DE LOS AGREGADOS

- Peso Seco Ag. Fino:  $0.258 \text{ m}^3 \times 2732 \text{ kg/m}^3 = 704.856 \text{ kg}$
- Peso Seco Ag. Fino:  $0.351 \text{ m}^3 \times 2645 \text{ kg/m}^3 = 928.395 \text{ kg}$

### 13. CALCULO DEL PESO DEL ADITIVO AL 1%

Si la masa del cemento utilizada en el diseño de mezcla será:  $463.52 \text{ kg/m}^3$ ,

entonces el 1% será:  $4.6352 \text{ kg/m}^3$ .

Además, el peso específico del aditivo es 1.195 gr/cm<sup>3</sup>, por lo cual determinamos lo siguiente:

$$\text{Peso del aditivo} = \frac{4.6352 \text{ kg}}{1195 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Peso del aditivo} = 3.879 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{Peso del aditivo} = 3.879 \text{ lt/m}^3$$

Este peso del aditivo se resta del agua de diseño a fin de mantener el volumen del concreto.

$$\text{Agua de diseño} = 216 \text{ lt/m}^3 - 3.879 \text{ lt/m}^3 = 212.12 \text{ lt/m}^3$$

#### **14. VALORES DE DISEÑO**

Las cantidades calculadas para 1 m<sup>3</sup> de concreto mediante el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, serán las siguientes:

- Cemento.....463.52 kg/m<sup>3</sup>.
- Agua de Diseño.....212.12 lt/m<sup>3</sup>.
- Agregado Fino .....704.86 kg/m<sup>3</sup>.
- Agregado Grueso.....928.40 kg/m<sup>3</sup>.
- Aditivo.....3.879 lt/m<sup>3</sup>

#### **15. CORRECIÓN POR HUMEDAD**

Peso húmedo de los agregados:

- Agregado fino: 704.86 kg/m<sup>3</sup> x 1.01893 = 718.20 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado Grueso: 928.40 kg/m<sup>3</sup> x 1.0120 = 939.54 kg/m<sup>3</sup>

Luego, determinamos la humedad superficial de los áridos:

- Agregado fino: 1.893 % - 1.541 % = + 0.352 %
- Agregado Grueso: 1.120 % - 1.332 % = - 0.212 %

Por lo tanto, el aporte de humedad de los áridos será:

- Agregado fino:  $704.86 \text{ kg/m}^3 \times (+0.00352) = +2.481 \text{ lt/m}^3$
- Agregado Grueso:  $928.40 \text{ kg/m}^3 \times (-0.00212) = \underline{-1.968 \text{ lt/m}^3}$

$$\text{Aporte de Humedad} = +0.513 \text{ lt/m}^3$$

Reajuste de agua efectiva por  $\text{m}^3$ :

$$\text{Agua efectiva} = 212.12 \text{ lt/m}^3 - 0.513 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 211.607 \text{ lt/m}^3$$

#### 16. VALORES POR CORRECCIÓN POR HUMEDAD

- Cemento.....  $463.52 \text{ kg/m}^3$ .
- Agua de Diseño.....  $211.61 \text{ lt/m}^3$ .
- Agregado Fino.....  $718.20 \text{ kg/m}^3$ .
- Agregado Grueso.....  $939.54 \text{ kg/m}^3$ .
- Aditivo.....  $3.88 \text{ lt/m}^3$

#### 17. DOSIFICACION POR PESO Y VOLUMEN

*Dosificación por Peso:*

$$\frac{463.52}{463.52} : \frac{718.20}{463.52} : \frac{939.54}{463.52} = 1 : 1.55 : 2.03 / 19.40 \text{ lt/bol}$$

Tabla 30. Dosificación en peso – Concreto con Aditivo al 1%.

DOSIFICACIÓN EN PESO - CONCRETO C/ADITIVO AL 1%				
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	ADITIVO
1	1.55	2.03	19.40 lt/bol	0.356 lt/bol

*Fuente: Elaboración propia*

**Dosificación por Volumen:**

- *Volumen del Agregado fino en pie<sup>3</sup>:*

$$\text{Vol. Agregado fino} = \frac{718.20 \text{ kg}}{1525.182 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.01893} \times 35.3147$$

$$\text{Vol. Agregado fino} = 16.321 \text{ pie}^3$$

- *Volumen del Agregado Grueso en pie<sup>3</sup>:*

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = \frac{939.54 \text{ kg}}{1492.224 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.01120} \times 35.3147$$

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = 21.989 \text{ pie}^3$$

Por lo que se obtiene:

$$\frac{10.91}{10.91} : \frac{16.321}{10.91} : \frac{21.989}{10.91} = 1 : 1.49 : 2.02 / 212.12 \text{ lt/m}^3$$

Tabla 31. Dosificación en volumen - Concreto con Aditivo al 1%.

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN - CONCRETO C/ADITIVO AL 1%</b>				
<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>ADITIVO</b>
1	1.49	2.02	211.61 lt/m <sup>3</sup>	3.88 lt/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

**18. CUADRO RESUMEN DE DOSIFICACIONES**

Tabla 32. Cuadro resumen de dosificaciones en peso y volumen - Concreto con Aditivo al 1%.

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>ADITIVO</b>
<b>DOSIFICACIÓN EN PESO - CONCRETO C/ADITIVO AL 1%</b>				
1	1.55	2.03	19.40 lt/bol	0.356 lt/bol
<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN - CONCRETO C/ADITIVO AL 1%</b>				
1	1.49	2.02	211.61 lt/m <sup>3</sup>	3.88 lt/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

### **5.1.3.2. DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CON ADITIVO AL 0.3%**

Se empleó la dosificación del aditivo Z RR PLAST 971 al 0.3% luego de una fase experimental con distintos porcentajes de aditivo, de los cuales el 0.3% fue el más relevante con respecto al aumento en la resistencia a la compresión del concreto.

#### **1. CALCULO DE LA RESISTENCIA PROMEDIO**

Debido a que no se encuentran registros o datos anteriores de desviación estándar, para el cálculo de la resistencia promedio se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 22. Resistencia promedio.

Como la resistencia de diseño ( $f^c$ ) es  $280 \text{ kg/cm}^2$  entonces:

$$\text{Si } f^c = 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f^{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore f^{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

#### **2. SELECCIÓN DE ASENTAMIENTO**

Para el diseño de mezcla se consideró utilizar una consistencia plástica para el concreto con un slump de 3" a 4" y de este modo asegurar su trabajabilidad.

#### **3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO**

$$\therefore \text{T.M.} = \frac{3}{4}'' \text{ y T.M.N.} = \frac{1}{2}''$$

#### **4. SELECCIÓN DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

$$\therefore \text{Volumen Unitario de Agua} = 216 \text{ lt/m}^3.$$

#### **5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE**

Se calcula el porcentaje de aire atrapado con la Tabla 24, ya que no se considera que el concreto tenga aire incorporado, debido a que no será expuesto a condiciones de congelación. Por lo que el aire atrapado = 2.5%

## 6. SELECCIÓN DE RELACION AGUA – CEMENTO POR RESISTENCIA

Se tomó en consideración la Tabla 25, para poder interpolar la relación A/C por resistencia, considerando el  $f'_{cr}=364 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\therefore \text{Relación A/C} = 0.466$$

## 7. DETERMINACIÓN DEL FACTOR CEMENTO

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua – Cemento}}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{216 \text{ lt/m}^3}{0.466}$$

$$\text{Factor Cemento} = 463.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \text{Factor Cemento} = \frac{463.52 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg}}$$

$$\therefore \text{Factor Cemento} = 10.91 \text{ bol/m}^3$$

## 8. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

Vol. Concreto = Vol. Cemento + Vol. Agua + Vol. Agregado + % Aire =  $1\text{m}^3$

$$1 - \left( \frac{463.52}{3038} + \frac{216}{1000} + \frac{2.5}{100} \right) = \text{Vol. Agregado}$$

$$\therefore \text{Vol. Agregado} = 0.60851\text{m}^3$$

## 9. CALCULO DE MODULO DE FINEZA DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS

De la tabla 26, se determina el módulo de fineza de combinación de agregados.

De tabular los valores anteriores se determina el módulo de fineza de combinación de agregados:

$$\therefore Mf_{CDA} = 4.84264$$

### 10. CALCULO DE PORCENTAJE DE AGREGADO FINO (*rf*):

Para el cálculo del “*rf*” se necesitan los siguientes datos:

Mf. Agregado Fino	2.3
Mf. Agregado Grueso	6.71
Mf. Combinación de Agregados	4.84

$$rf = \frac{Mf. Agregado Grueso - Mf. Combinacion de Agregados}{Mf. Agregado Grueso - Mf. Agregado fino}$$

$$rf = \frac{6.71 - 4.84}{6.71 - 2.30}$$

$$\therefore rf = 0.424$$

### 11. CALCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

$$rf = \frac{Vol. Absoluto Ag. fino}{Vol. Absoluto Ag. fino + Vol. Absoluto Ag. Grueso}$$

Si:  $rf = 0.424$  y  $Vol. Ag = 0.60851$ , entonces:

$$0.424 = \frac{Vol. Absoluto Ag. fino}{0.60851}$$

$$\therefore Vol. Agregado Fino = 0.258 m^3$$

$$\therefore Vol. Agregado Grueso = 0.351 m^3$$

### 12. CALCULO DE PESO SECO DE LOS AGREGADOS

- Peso Seco Ag. Fino:  $0.258 m^3 \times 2732 kg/m^3 = 704.856 kg$
- Peso Seco Ag. Fino:  $0.351 m^3 \times 2645 kg/m^3 = 928.395 kg$

### 13. CALCULO DEL PESO DEL ADITIVO AL 0.3%

Si la masa del cemento utilizada en el diseño de mezcla será:  $463.52 \text{ kg/m}^3$ , entonces el 0.3% será:  $1.391 \text{ kg/m}^3$ .

Además, el peso específico del aditivo es  $1.195 \text{ gr/cm}^3$ , por lo cual determinamos lo siguiente:

$$\text{Peso del aditivo} = \frac{1.391 \text{ kg}}{1.195 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Peso del aditivo} = 1.164 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\therefore \text{Peso del aditivo} = 1.164 \text{ lt/m}^3$$

Este peso del aditivo se resta del agua de diseño a fin de mantener el volumen del concreto.

$$\text{Agua de diseño} = 216 \text{ lt/m}^3 - 1.164 \text{ lt/m}^3 = 214.836 \text{ lt/m}^3$$

### 14. VALORES DE DISEÑO

Las cantidades calculadas para  $1 \text{ m}^3$  de concreto mediante el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados, serán las siguientes:

- Cemento..... $463.52 \text{ kg/m}^3$ .
- Agua de Diseño..... $214.84 \text{ lt/m}^3$ .
- Agregado Fino ..... $704.86 \text{ kg/m}^3$ .
- Agregado Grueso..... $928.40 \text{ kg/m}^3$ .
- Aditivo..... $1.164 \text{ lt/m}^3$

### **15. CORRECIÓN POR HUMEDAD**

Peso húmedo de los agregados:

- Agregado fino:  $704.86 \text{ kg/m}^3 \times 1.01893 = 718.20 \text{ kg/m}^3$
- Agregado Grueso:  $928.40 \text{ kg/m}^3 \times 1.0120 = 939.54 \text{ kg/m}^3$

Luego, determinamos la humedad superficial de los áridos:

- Agregado fino:  $1.893 \% - 1.541 \% = + 0.352 \%$
- Agregado Grueso:  $1.120 \% - 1.332 \% = - 0.212 \%$

Por lo tanto, el aporte de humedad de los áridos será:

- Agregado fino:  $704.86 \text{ kg/m}^3 \times (+0.00352) = +2.481 \text{ lt/m}^3$
- Agregado Grueso:  $928.40 \text{ kg/m}^3 \times (-0.00212) = -1.968 \text{ lt/m}^3$

$$\text{Aporte de Humedad} = +0.513 \text{ lt/m}^3$$

Reajuste de agua efectiva por  $\text{m}^3$ :

$$\text{Agua efectiva} = 214.836 \text{ lt/m}^3 - 0.513 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} = 214.323 \text{ lt/m}^3$$

### **16. VALORES POR CORRECIÓN POR HUMEDAD**

- Cemento.....  $463.52 \text{ kg/m}^3$ .
- Agua de Diseño.....  $214.32 \text{ lt/m}^3$ .
- Agregado Fino.....  $718.20 \text{ kg/m}^3$ .
- Agregado Grueso.....  $939.54 \text{ kg/m}^3$ .
- Aditivo.....  $1.16 \text{ lt/m}^3$

## 17. DOSIFICACION POR PESO Y VOLUMEN

### Dosificación por Peso:

$$\frac{463.52}{463.52} : \frac{718.20}{463.52} : \frac{939.54}{463.52} = 1 : 1.55 : 2.03 / 19.64 \text{ lt/bol}$$

Tabla 33. Dosificación en peso – Concreto con Aditivo al 0.3%.

DOSIFICACIÓN EN PESO - CONCRETO C/ADITIVO AL 0.3%				
CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA	ADITIVO
1	1.55	2.03	19.64 lt/bol	0.106 lt/bol

*Fuente: Elaboración propia*

### Dosificación por Volumen:

- Volumen del Agregado fino en  $\text{pie}^3$ :

$$\text{Vol. Agregado fino} = \frac{718.20 \text{ kg}}{1525.182 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.01893} \times 35.3147$$

$$\text{Vol. Agregado fino} = 16.321 \text{ pie}^3$$

- Volumen del Agregado Grueso en  $\text{pie}^3$ :

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = \frac{939.54 \text{ kg}}{1492.224 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.01120} \times 35.3147$$

$$\text{Vol. Agregado Grueso} = 21.989 \text{ pie}^3$$

Por lo que se obtiene:

$$\frac{10.91}{10.91} : \frac{16.321}{10.91} : \frac{21.989}{10.91} = 1 : 1.49 : 2.02 / 214.32 \text{ lt/m}^3$$

Tabla 34. Dosificación en volumen - Concreto con Aditivo al 0.3%.

<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN - CONCRETO C/ADITIVO AL 0.3%</b>				
<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>ADITIVO</b>
1	1.49	2.02	214.32 lt/m <sup>3</sup>	1.16 lt/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

### 18. CUADRO RESUMEN DE DOSIFICACIONES

Tabla 35. Cuadro resumen de dosificaciones en peso y volumen - Concreto con Aditivo al 0.3%.

<b>CEMENTO</b>	<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGUA</b>	<b>ADITIVO</b>
<b>DOSIFICACIÓN EN PESO - CONCRETO C/ADITIVO AL 0.3%</b>				
1	1.55	2.03	19.64 lt/bol	0.106 lt/bol
<b>DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN - CONCRETO C/ADITIVO AL 0.3%</b>				
1	1.49	2.02	214.32 lt/m <sup>3</sup>	1.16 lt/m <sup>3</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

Figura 20. Preparación del concreto según diseño de mezcla.



## 5.1.4. ENSAYOS PARA EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

### 5.1.4.1. ENSAYO DE CONSISTENCIA

Para determinar la consistencia del concreto elaborado se respetó los procedimientos de la norma internacional ASTM C 143. Utilizando el cono de Abrams, varilla lisa punta redondeada y una plancha metálica. Además, se consideraron otros factores influyentes como la humedad relativa, temperatura ambiente y del concreto al momento de realizar los ensayos

#### *Procedimiento*

- Concluido el mezclado del concreto, se procede a extraer una muestra representativa de concreto y llenar en 3 capas el cono de Abrams.
- Cada capa se compactará con 25 golpes proporcionados con la varilla lisa.
- Se retira en un intervalo de 3 a 5 segundos el cono, para luego invertirlo y tomar medida, en la media de alturas que presente el concreto asentado.

Figura 21. Ensayo de Consistencia del concreto



**ENSAYOS DE CONSISTENCIA PARA CONCRETO PATRÓN**

Tabla 36. Control de revenimiento del concreto patrón.

<b>CONTROL DE REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN</b>							
<b>N° PROBETA</b>	<b>FECHA ELABORACION</b>	<b>INICIO DE MEZCLADO</b>	<b>T° AMBIENTE</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	<b>FIN DE MEZCLADO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>T° CONCRETO</b>
PROBETA 1	27/06/2019	10:41 a.m.	21.1 °C	61%	10:47 a.m.	4 ¼"	23.1 °C
PROBETA 1'	27/06/2019	10:41 a.m.	21.1 °C	61%	10:47 a.m.	4 ¼"	23.1 °C
PROBETA 2	27/06/2019	12:18 p.m.	22.2 °C	51%	12:24 p.m.	4"	23.7 °C
PROBETA 2'	27/06/2019	12:18 p.m.	22.2 °C	51%	12:24 p.m.	4"	23.7 °C
PROBETA 3	27/06/2019	12:48 p.m.	23.8 °C	46%	12:54 p.m.	4"	22.7 °C
PROBETA 3'	27/06/2019	12:48 p.m.	23.8 °C	46%	12:54 p.m.	4"	22.7 °C
PROBETA 1	13/06/2019	11:55 a.m.	26.5 °C	45%	12:02 p.m.	4"	25.5 °C
PROBETA 1'	13/06/2019	11:55 a.m.	26.5 °C	45%	12:02 p.m.	4"	25.5 °C
PROBETA 2	13/06/2019	12:15 p.m.	27.1 °C	44%	12:21 p.m.	4"	25.9 °C
PROBETA 2'	13/06/2019	12:15 p.m.	27.1 °C	44%	12:21 p.m.	4"	25.9 °C
PROBETA 3	13/06/2019	12:59 p.m.	27.5 °C	42%	1:07 p.m.	3 ¾"	27.1 °C
PROBETA 3'	13/06/2019	12:59 p.m.	27.5 °C	42%	1:07 p.m.	3 ¾"	27.1 °C
PROBETA 1	18/06/2019	9:54 a.m.	18.2 °C	72%	10:00 a.m.	4 ¼"	19.1 °C
PROBETA 1'	18/06/2019	9:54 a.m.	18.2 °C	72%	10:00 a.m.	4 ¼"	19.1 °C
PROBETA 2	18/06/2019	10:16 a.m.	18.8 °C	65%	10:22 a.m.	4 "	19.2 °C
PROBETA 2'	18/06/2019	10:16 a.m.	18.8 °C	65%	10:22 a.m.	4 "	19.2 °C
PROBETA 3	18/06/2019	11:16 a.m.	19.8 °C	61%	11:22 a.m.	4"	19.5 °C
PROBETA 3'	18/06/2019	11:16 a.m.	19.8 °C	61%	11:22 a.m.	4"	19.5 °C

*Fuente: Elaboración Propia*

**ENSAYOS DE CONSISTENCIA PARA CONCRETO CON ADITIVO AL 1 %**

Tabla 37. Control de revenimiento del concreto con aditivo al 1%.

<b>CONTROL DE REVENIMIENTO DEL CONCRETO CON ADITIVO AL 1 %</b>							
<b>N° PROBETA</b>	<b>FECHA ELABORACION</b>	<b>INICIO DE MEZCLADO</b>	<b>T° AMBIENTE</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	<b>FIN DE MEZCLADO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>T° CONCRETO</b>
PROBETA 1	01/07/2019	10:26 a.m.	22.8 °C	63%	10:32 a.m.	8 "	20.6 °C
PROBETA 1'	01/07/2019	10:26 a.m.	22.8 °C	63%	10:32 a.m.	8 "	20.6 °C
PROBETA 2	01/07/2019	11:06 a.m.	24.2 °C	50%	11:12 a.m.	8 ¼"	23.7 °C
PROBETA 2'	01/07/2019	11:06 a.m.	24.2 °C	50%	11:12 a.m.	8 ¼"	23.7 °C
PROBETA 3	01/07/2019	12:38 p.m.	24.8 °C	38%	12:46 p.m.	8 ¾"	25.7 °C
PROBETA 3'	01/07/2019	12:38 p.m.	24.8 °C	38%	12:46 p.m.	8 ¾"	25.7 °C
PROBETA 1	03/07/2019	9:56 a.m.	20.5 °C	72%	10:03 a.m.	9"	19.5 °C
PROBETA 1'	03/07/2019	9:56 a.m.	20.5 °C	72%	10:03 a.m.	9"	19.5 °C
PROBETA 2	03/07/2019	10:45 a.m.	23.1 °C	63%	10:51 a.m.	8 ¾"	23.9 °C
PROBETA 2'	03/07/2019	10:45 a.m.	23.1 °C	63%	10:51 a.m.	8 ¾"	23.9 °C
PROBETA 3	03/07/2019	12:19 p.m.	24.5 °C	35%	12:26 p.m.	8 ¾"	24.1 °C
PROBETA 3'	03/07/2019	12:19 p.m.	24.5 °C	35%	12:26 p.m.	8 ¾"	24.1 °C
PROBETA 1	05/07/2019	8:14 a.m.	16.2 °C	76%	08:20 a.m.	8 ¼"	15.1 °C
PROBETA 1'	05/07/2019	8:14 a.m.	16.2 °C	76%	08:20 a.m.	8 ¼"	15.1 °C
PROBETA 2	05/07/2019	9:45 a.m.	18.6 °C	72%	09:52 a.m.	8 ¾"	18.2 °C
PROBETA 2'	05/07/2019	9:45 a.m.	18.6 °C	72%	09:52 a.m.	8 ¾"	18.2 °C
PROBETA 3	05/07/2019	10:15 a.m.	20.8 °C	64%	10:22 a.m.	9"	19.5 °C
PROBETA 3'	05/07/2019	10:15 a.m.	20.8 °C	64%	10:22 a.m.	9"	19.5 °C

*Fuente: Elaboración Propia*

**ENSAYOS DE CONSISTENCIA PARA CONCRETO CON ADITIVO AL 0.3 %**

Tabla 38. Control de revenimiento del concreto con aditivo al 0.3%.

<b>CONTROL DE REVENIMIENTO DEL CONCRETO CON ADITIVO AL 0.3 %</b>							
<b>N° PROBETA</b>	<b>FECHA ELABORACION</b>	<b>INICIO DE MEZCLADO</b>	<b>T° AMBIENTE</b>	<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	<b>FIN DE MEZCLADO</b>	<b>SLUMP</b>	<b>T° CONCRETO</b>
PROBETA 1	15/07/2019	09:41 a.m.	21.3 °C	59%	09:47 a.m.	7 ¼"	20.1 °C
PROBETA 1'	15/07/2019	09:41 a.m.	21.3 °C	59%	09:47 a.m.	7 ¼"	20.1 °C
PROBETA 2	15/07/2019	11:19 p.m.	22.5 °C	41%	11:25 p.m.	7 ½"	21.7 °C
PROBETA 2'	15/07/2019	11:19 p.m.	22.5 °C	41%	11:25 p.m.	7 ½"	21.7 °C
PROBETA 3	15/07/2019	12:28 p.m.	23.9 °C	36%	12:34 p.m.	7 ¼"	22.7 °C
PROBETA 3'	15/07/2019	12:28 p.m.	23.9 °C	36%	12:34 p.m.	7 ¼"	22.7 °C
PROBETA 1	17/07/2019	10:55 a.m.	24.8 °C	56%	11:02 a.m.	7 ½"	23.5 °C
PROBETA 1'	17/07/2019	10:55 a.m.	24.8 °C	56%	11:02 a.m.	7 ½"	23.5 °C
PROBETA 2	17/07/2019	12:15 p.m.	27.1 °C	43%	12:21 p.m.	7 ¼"	25.9 °C
PROBETA 2'	17/07/2019	12:15 p.m.	27.1 °C	43%	12:21 p.m.	7 ¼"	25.9 °C
PROBETA 3	17/07/2019	01:01 p.m.	27.5 °C	40%	1:07 p.m.	7 ¼"	27.1 °C
PROBETA 3'	17/07/2019	01:01 p.m.	27.5 °C	40%	1:07 p.m.	7 ¼"	27.1 °C
PROBETA 1	19/07/2019	9:34 a.m.	18.2 °C	72%	09:40 a.m.	7 ¼"	16.8 °C
PROBETA 1'	19/07/2019	9:34 a.m.	18.2 °C	72%	09:40 a.m.	7 ¼"	16.8 °C
PROBETA 2	19/07/2019	10:16 a.m.	19.1 °C	65%	10:22 a.m.	7 ½"	18.2 °C
PROBETA 2'	19/07/2019	10:16 a.m.	19.1 °C	65%	10:22 a.m.	7 ½"	18.2 °C
PROBETA 3	19/07/2019	11:20 a.m.	19.8 °C	59%	11:26 a.m.	7 ½"	18.5 °C
PROBETA 3'	19/07/2019	11:20 a.m.	19.8 °C	59%	11:26 a.m.	7 ½"	18.5 °C

*Fuente: Elaboración Propia*

El procedimiento para las lecturas de temperaturas de ambiente y del concreto se realizó mediante un termo-hidrómetro digital y un termómetro global, equipos que se pueden apreciar en la Figura 21.

Figura 22. Lectura de temperatura ambiente y del concreto.



Además, se pudo apreciar la consistencia y cohesión entre elementos del concreto al momento de aplicar las dosificaciones del aditivo como se muestra en la figura 22

Figura 23. Slump de concreto con aditivo al 0.3% y con aditivo al 1%



### 5.1.4.2. ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO

Este ensayo busca determinar la densidad de la masa, rendimiento o peso unitario del concreto mediante los procesos del ensayo establecido en la norma internacional ASTM C 138.

#### *Equipos Utilizados*

- Recipiente de volumen adecuado.
- Varilla lisa punta redondeada.
- Martillo de goma de 5 lb.

#### *Procedimiento*

- Al concluir el mezclado del concreto, se separa una muestra representativa de este para utilizarla en el ensayo de peso unitario.
- Se colocan 3 capas de concreto de distribución homogénea, cada una se compacta a 25 golpes con la varilla, para luego impactar 10 veces el martillo de goma sobre las caras laterales del recipiente.
- Se proceden a pesar los elementos necesarios para calcular el peso unitario del concreto en estado fresco.

Figura 24. Ensayo de peso unitario del concreto en estado fresco.



Se realizaron dos ensayos de peso unitario a cada diseño de mezcla elaborado en el proyecto de investigación, de los cuales sus valores se ven expresados en las tablas 39, 40 y 41, mostradas a continuación:

Tabla 39. Peso unitario del concreto patrón.

<b>PESO UNITARIO - CONCRETO PATRÓN</b>		
Nº Ensayo	I	II
Volumen de Recipiente (m3)	0.0071	0.0071
Peso de Recipiente (kg.)	3.61	3.61
P= P. Recipiente + Concreto (kg.)	20.88	20.87
<b>P.U. Concreto (Kg/m3)</b>	<b>2432.96</b>	<b>2431.55</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 40. Peso unitario del concreto con aditivo al 1%.

<b>PESO UNITARIO - CONCRETO CON ADITIVO AL 1%</b>		
Nº Ensayo	I	II
Volumen de Recipiente (m3)	0.0071	0.0071
Peso de Recipiente (kg.)	3.61	3.61
P= P. Recipiente + Concreto (kg.)	20.59	20.65
<b>P.U. Concreto (Kg/m3)</b>	<b>2392.11</b>	<b>2400.56</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 41. Peso unitario del concreto con aditivo al 0.3%.

<b>PESO UNITARIO - CONCRETO CON ADITIVO AL 0.3%</b>		
Nº Ensayo	I	II
Volumen de Recipiente (m3)	0.0071	0.0071
Peso de Recipiente (kg.)	3.61	3.61
P= P. Recipiente + Concreto (kg.)	20.85	20.79
<b>P.U. Concreto (Kg/m3)</b>	<b>2428.73</b>	<b>2420.28</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

### **5.1.4.3. ENSAYO DE PORCENTAJE DE AIRE EN EL CONCRETO**

El contenido de aire en el concreto se medirá mediante el ensayo de la norma internacional ASTM C 231 y la NTP 339.080 (CONTENIDO DE AIRE – METODO DE PESION), el cual nos ayudará a determinar la cantidad de aire porcentualmente que presenta el concreto elaborado de los tres diseños de mezcla puestos en práctica.

#### ***Equipo Utilizado:***

- Olla Washington.
- Pipeta.
- Varilla lisa punta redondeada.
- Regla niveladora.
- Martillo de goma.

#### **Procedimiento**

- Se procede a colocar una muestra del concreto en estado fresco en tres capas dentro de la olla Washington.
- Cada capa deberá ser compactada por 25 varilladas e impactada por 10 golpes con el martillo de goma en la cara lateral de la olla Washington.
- Se nivela el concreto a ras de altura de la olla con la regla niveladora, sin dejar vacíos ni acumulaciones de concreto a nivel mencionado.
- Se coloca la tapa de la olla, sellándola herméticamente y se añade agua con la pipeta por una de sus entradas hasta que esta salga por la entrada contraria sin presentar burbujas de aire.

- Se bombea aire hasta que el manómetro marque 0.3% (por calibración de equipo) y luego se libera la presión hasta que el manómetro marque la lectura del contenido de aire que presenta la muestra de concreto ensayada.

Figura 25. Ensayo de contenido de aire.



Se realizaron 3 ensayos para cada diseño de mezcla de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la tabla 42.

Tabla 42. Resultados de contenido de aire para diseños de mezcla.

<b>CONTENIDO DE AIRE (%)</b>			
<b>Diseño de mezcla</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Patrón	2.00	2.10	2.10
<b>Aditivo al 1%</b>	<b>1.00</b>	<b>1.05</b>	<b>0.95</b>
Aditivo al 0.5%	1.15	1.20	1.15
<b>Aditivo al 0.3%</b>	<b>1.25</b>	<b>1.30</b>	<b>1.30</b>
Aditivo al 0.2%	1.50	1.45	1.45

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **5.1.4.4. ENSAYO DE EXUDACIÓN EN EL CONCRETO**

Para realizar el ensayo de exudación para el concreto elaborado se siguieron los procedimientos del ensayo plasmado en la norma internacional ASTM C232 (METODO A), el cual nos permitirá determinar el porcentaje de exudación en el concreto sin vibraciones permanentes.

##### ***Equipo Utilizado***

- Balanza de precisión
- Recipiente de volumen adecuado (1/10 p3)
- Inyección
- Varilla compactadora

##### ***Procedimiento***

- Se extrae una muestra representativa de la mezcla de concreto realizada, se coloca en tres capas dentro del recipiente y se compacta con 25 golpes de varilla y 10 con martillo de goma, dejando una holgura de una pulgada desde el borde del recipiente para que el agua exudada se pueda acumular.
- Se realizan extracciones del agua excedente durante intervalos de tiempo, las cuales se pesan y se calcula el porcentaje de exudación extraído de la muestra hasta que este deje de exudar por completo.

Figura 26. Procedimiento de ensayo de exudación.



Se realizaron tres ensayos de exudación para cada diseño de mezcla elaborado, de los cuales se obtuvieron sus valores promedios los cuales se presentan en las tablas 43, 44 y 45. Los ensayos se realizaron a la misma hora y con condiciones ambientales similares para que la dispersión por factores de temperatura y ambientales sea mínima y de esta forma no afecte el ensayo de exudación del concreto.

La exudación del concreto patrón se prolongó por un tiempo de una hora y cuarenta minutos aproximadamente, obteniendo una exudación total del 0.49%.

Tabla 43. Exudación promedio del concreto patrón.

CONTROL DE EXUDACION - CONCRETO PATRÓN						
Hora	Tiempo (min)	P. Agua Excedente (g)	Vol. Agua Exudada (ml)	Vol. Agua de Mezcla (ml)	% Exudado Parcial	% Exudado Total
10:00:00	10	0.72	0.72		0.14	
10:10:00	10	0.69	0.69		0.14	
10:20:00	10	0.34	0.34		0.07	
10:30:00	10	0.32	0.32	510.36	0.06	<b>0.49%</b>
10:40:00	30	0.25	0.25		0.05	
11:10:00	30	0.16	0.16		0.03	

*Fuente: Elaboración Propia*

La exudación del concreto con aditivo al 0.3% se prolongó por un tiempo de dos horas y diez minutos aproximadamente, obteniendo una exudación total del 1.17%.

Tabla 44. Exudación promedio del concreto con 0.3% de aditivo.

**CONTROL DE EXUDACION - CONCRETO CON ADITIVO AL 0.3%**

Hora	Tiempo (min)	P. Agua Excedente (g)	Vol. Agua Exudada (ml)	Vol. Agua de Mezcla (ml)	% Exudado Parcial	% Exudado Total
10:00:00	10	0.14	0.14		0.03	
10:10:00	10	0.52	0.52		0.10	
10:20:00	10	0.34	0.34		0.07	
10:30:00	10	0.42	0.42	507.58	0.08	<b>1.17%</b>
10:40:00	30	2.56	2.56		0.50	
11:10:00	30	1.56	1.56		0.31	
11:40:00	30	0.42	0.42		0.08	

*Fuente: Elaboración Propia*

La exudación del concreto con aditivo al 1% se prolongó por un tiempo de tres horas y diez minutos aproximadamente, obteniendo una exudación total del 1.82%.

Tabla 45. Exudación promedio del concreto con 1% de aditivo.

**CONTROL DE EXUDACION - CONCRETO CON ADITIVO AL 1%**

Hora	Tiempo (min)	P. Agua Excedente (g)	Vol. Agua Exudada (ml)	Vol. Agua de Mezcla (ml)	% Exudado Parcial	% Exudado Total
10:00:00	10	0.22	0.22		0.04	
10:10:00	10	0.49	0.49		0.10	
10:20:00	10	0.76	0.76		0.15	
10:30:00	10	1.49	1.49		0.30	
10:40:00	30	2.23	2.23	501.17	0.44	<b>1.82%</b>
11:10:00	30	2.36	2.36		0.47	
11:40:00	30	1.12	1.12		0.22	
12:10:00	30	0.36	0.36		0.07	
12:40:00	30	0.08	0.08		0.02	

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.1.5. ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

#### 5.1.5.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS PARA CONCRETO DE CONTROL.

Las probetas ensayadas se realizaron bajo los procedimientos determinados en la norma ASTM C 39, todas las probetas fueron elaboradas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNICA.

Para que se alcancen las condiciones mínimas de las probetas ensayadas, durante el proceso de elaboración, curado y rotura se adecuaron ambientes especiales dentro del laboratorio como son:

- Pozas de curado provisionales, temperadas, con agua y 2 gr/lit de cal.
- Reparación y adquisición de moldes para probetas de 6"x12".
- Roturas de probetas fuera del laboratorio, por mantenimiento de equipos.

Se realizaron tres ensayos consecutivos para cada edad determinada, cada ensayo consistía en la rotura de dos probetas, como se establece en el RNE.

Figura 27. Probetas patrón a ensayar (28 días).



Tabla 46. Control de rotura de probetas – Concreto Patrón

<b>CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS - CONCRETO PATRÓN</b>										
N° PROBETA	FECHA ELABORACION	FECHA DE ROTURA	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Ø1 (plg)	Ø2 (plg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	F'c R (kg/cm <sup>2</sup> )	
PROBETA 1	27/06/2019	04/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	129311	58654.44	322	7 días
PROBETA 1'	27/06/2019	04/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	129492	58736.54	322	
PROBETA 2	27/06/2019	04/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	128018	58067.94	318	
PROBETA 2'	27/06/2019	04/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	131830	59797.03	328	
PROBETA 3	27/06/2019	04/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	129095	58556.46	321	
PROBETA 3'	27/06/2019	04/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	128834	58438.07	326	
PROBETA 1	13/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	135272	61358.41	336	14 días
PROBETA 1'	13/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	131884	59821.72	328	
PROBETA 2	13/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	136219	61787.70	339	
PROBETA 2'	13/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	138518	62830.85	344	
PROBETA 3	13/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	136877	62086.47	346	
PROBETA 3'	13/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	137707	62462.74	342	
PROBETA 1	18/06/2019	16/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	141855	64344.29	353	28 días
PROBETA 1'	18/06/2019	16/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	145741	66106.95	362	
PROBETA 2	18/06/2019	16/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	140056	63528.28	348	
PROBETA 2'	18/06/2019	16/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	140214	63599.95	349	
PROBETA 3	18/06/2019	16/07/2019	280	6.00	6.00	182.41	141256	64072.59	351	
PROBETA 3'	18/06/2019	16/07/2019	280	6.00	5.95	180.90	140627	63787.28	353	

*Fuente: Elaboración Propia*

### **5.1.5.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS PARA CONCRETO CON ADITIVO Z RR PLASTE – 971.**

Para definir los diseños de mezcla empleados en el trabajo de investigación, se tomaron los valores (más favorables y desfavorables) de los ensayos de resistencia a la compresión de probetas de concreto, empleando distintas dosificaciones de aditivos en este, elaborando de este modo las probetas guía. De las cuales se obtuvieron los siguientes resultados a los siete días de elaboración.

Para el ensayo de estas probetas guía, se consideraron las siguientes dosificaciones de aditivo Z RR PLASTE 971:

- Aditivo al 1.00% (Recomendación de la ficha técnica del producto)
- Aditivo al 0.50%
- Aditivo al 0.30%
- Aditivo al 0.20%

Para cada diseño se elaboraron 3 probetas de iguales condiciones para ser ensayadas y comparadas por su desempeño al ensayo de Resistencia a la compresión, para de esta forma elegir los diseños de mezcla que presenten el mayor y menor valor a la prueba de compresión, los cuales se presenta en la tabla 47.

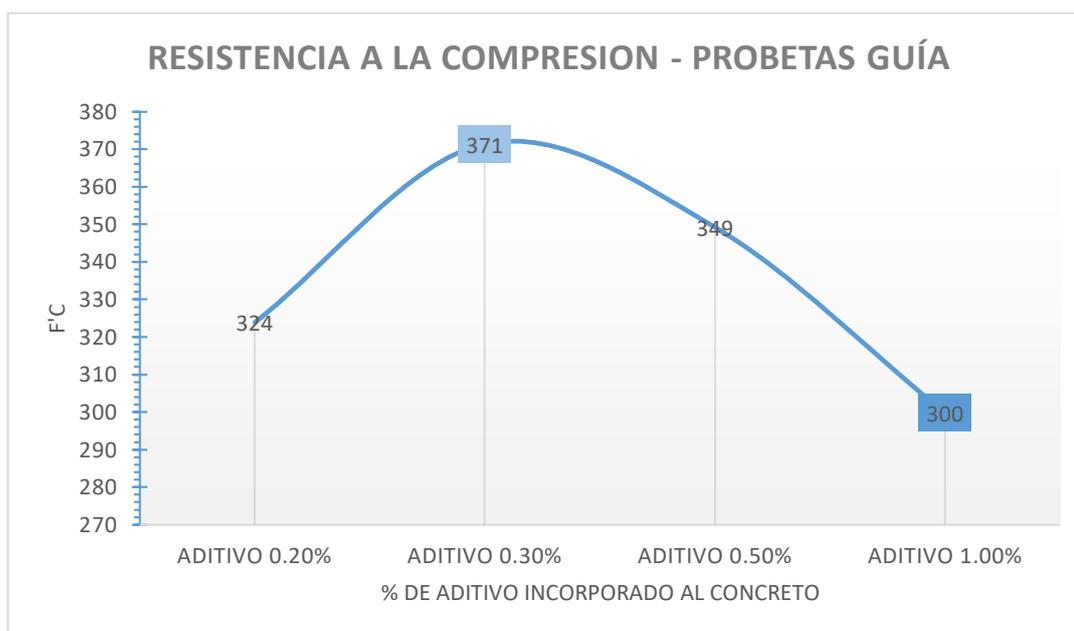
Tabla 47. Resistencia a compresión de probetas guía.

CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS - PROBETAS GUÍA									
DESCRIP. PROBETA	FECHA ELABORACION	FECHA DE ROTURA	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Ø1 (plg)	Ø2 (plg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	F <sub>c</sub> R (kg/cm <sup>2</sup> )
ADITIVO 0.20%	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	130164	59041.35	324
ADITIVO 0.20%	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	129982	58958.80	323
ADITIVO 0.20%	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	130648	59260.89	325
<b>ADITIVO 0.30%</b>	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	149285	67714.48	<b>371</b>
<b>ADITIVO 0.30%</b>	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	149196	67674.11	<b>371</b>
<b>ADITIVO 0.30%</b>	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	149585	67850.56	<b>372</b>
ADITIVO 0.50%	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	140084	63540.98	348
ADITIVO 0.50%	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	139897	63456.16	348
ADITIVO 0.50%	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	141372	64125.21	352
<b>ADITIVO 1.00%</b>	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	121830	55261.11	<b>303</b>
<b>ADITIVO 1.00%</b>	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	120861	54821.58	<b>301</b>
<b>ADITIVO 1.00%</b>	20/06/2019	27/06/2019	280	6.00	6.00	182.41	119095	54020.54	<b>296</b>

7 días

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28. Resistencia a la compresión de probetas guía.



De los resultados obtenidos se eligieron los diseños con 0.30% y 1.00% de aditivo en el concreto, para la elaboración de las probetas ensayadas a 7, 14 y 28 días, respectivamente. Las cuales presentan los siguientes resultados.

Tabla 48. Control de rotura de probetas concreto con 1.00% de aditivo.

CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS - ADITIVO AL 0.3%1 %										
N° PROBETA	FECHA ELABORACION	FECHA DE ROTURA	F'cr	Ø1 (plg)	Ø2 (plg)	AREA (cm²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	F'c R (kg/cm²)	
PROBETA 1	01/07/2019	08/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	118564	53779.68	<b>295</b>	7 días
PROBETA 1'	01/07/2019	08/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	119492	54200.62	<b>297</b>	
PROBETA 2	01/07/2019	08/07/2019	280	5.9	5.9	176.38	118018	53532.02	<b>303</b>	
PROBETA 2'	01/07/2019	08/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	121830	55261.11	<b>303</b>	
PROBETA 3	01/07/2019	08/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	119095	54020.54	<b>301</b>	
PROBETA 3'	01/07/2019	08/07/2019	280	6.0	5.9	179.39	118834	53902.15	<b>300</b>	
PROBETA 1	03/07/2019	17/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	125642	56990.21	<b>312</b>	14 días
PROBETA 1'	03/07/2019	17/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	123264	55911.56	<b>312</b>	
PROBETA 2	03/07/2019	17/07/2019	280	6.0	5.9	179.39	123689	56104.34	<b>313</b>	
PROBETA 2'	03/07/2019	17/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	125714	57022.86	<b>313</b>	
PROBETA 3	03/07/2019	17/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	123911	56205.04	<b>313</b>	
PROBETA 3'	03/07/2019	17/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	126591	57420.66	<b>315</b>	
PROBETA 1	05/07/2019	02/08/2019	280	6.0	6.0	182.41	129896	58919.79	<b>323</b>	28 días
PROBETA 1'	05/07/2019	02/08/2019	280	6.0	6.0	182.41	130425	59159.74	<b>324</b>	
PROBETA 2	05/07/2019	02/08/2019	280	5.9	6.0	179.39	128996	58511.55	<b>326</b>	
PROBETA 2'	05/07/2019	02/08/2019	280	6.0	5.9	179.39	129685	58824.08	<b>328</b>	
PROBETA 3	05/07/2019	02/08/2019	280	6.0	6.0	182.41	131240	59529.41	<b>326</b>	
PROBETA 3'	05/07/2019	02/08/2019	280	6.0	6.0	182.41	130962	59403.32	<b>326</b>	

Tabla 49. Control de rotura de probetas concreto con 0.30% de aditivo.

CONTROL DE ROTURA DE PROBETAS - ADITIVO AL 0.3%										
N° PROBETA	FECHA ELABORACION	FECHA DE ROTURA	F'cr	Ø1 (plg)	Ø2 (plg)	AREA (cm²)	CARGA (Lb)	CARGA (Kg)	F'c R (kg/cm²)	
PROBETA 1	15/07/2019	22/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	135968	61674.00	<b>338</b>	7 días
PROBETA 1'	15/07/2019	22/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	136582	61952.50	<b>340</b>	
PROBETA 2	15/07/2019	22/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	134320	60926.48	<b>340</b>	
PROBETA 2'	15/07/2019	22/07/2019	280	6.0	5.9	179.39	131830	59797.03	<b>333</b>	
PROBETA 3	15/07/2019	22/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	131298	59555.72	<b>332</b>	
PROBETA 3'	15/07/2019	22/07/2019	280	6.0	5.9	179.39	133834	60706.03	<b>338</b>	
PROBETA 1	17/07/2019	31/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	145642	66062.05	<b>362</b>	14 días
PROBETA 1'	17/07/2019	31/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	143254	64978.87	<b>362</b>	
PROBETA 2	17/07/2019	31/07/2019	280	6.0	5.9	179.39	143689	65176.18	<b>363</b>	
PROBETA 2'	17/07/2019	31/07/2019	280	6.0	5.9	179.39	144614	65595.75	<b>366</b>	
PROBETA 3	17/07/2019	31/07/2019	280	5.9	6.0	179.39	143814	65232.88	<b>364</b>	
PROBETA 3'	17/07/2019	31/07/2019	280	6.0	6.0	182.41	146496	66449.41	<b>364</b>	
PROBETA 1	19/07/2019	16/08/2019	280	6.0	5.9	179.39	159896	72527.55	<b>404</b>	28 días
PROBETA 1'	19/07/2019	16/08/2019	280	6.0	6.0	180.90	158424	71859.86	<b>397</b>	
PROBETA 2	19/07/2019	16/08/2019	280	6.0	6.0	182.41	161996	73480.09	<b>403</b>	
PROBETA 2'	19/07/2019	16/08/2019	280	6.0	6.0	180.90	159585	72386.48	<b>400</b>	
PROBETA 3	19/07/2019	16/08/2019	280	6.0	6.0	180.90	159285	72250.40	<b>399</b>	
PROBETA 3'	19/07/2019	16/08/2019	280	6.0	6.0	182.41	160962	73011.08	<b>400</b>	

## 5.2. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

### PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el procesamiento de datos se tomaron en consideración las tablas de los ensayos realizados al concreto (en estado fresco y endurecido), según los indicadores establecidos en la matriz de consistencia del trabajo de investigación (ítem 1.6.).

#### 5.2.1. NIVEL DE CONSISTENCIA

Los datos procesados para el nivel de consistencia del ‘Concreto Patrón’ se obtuvieron de la Tabla 36 (Control de revenimiento del concreto patrón). Obteniendo como resultado el siguiente grafico mostrado en la Figura 29.

Figura 29. Nivel de consistencia – Concreto Patrón.

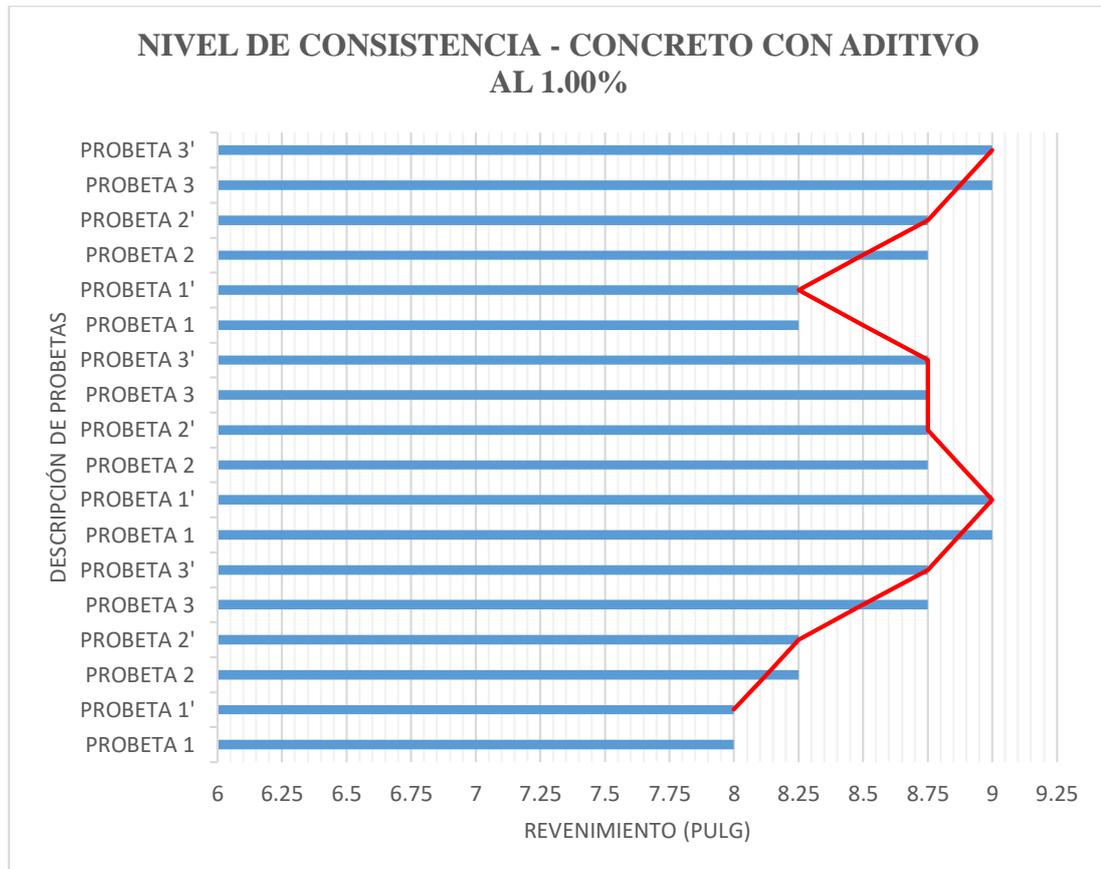


*Fuente: Elaboración Propia*

De el grafico presentado se deduce que el revenimiento o nivel de consistencia del concreto está de acuerdo al slump de diseño (3" - 4") en la mayoría de ensayos realizados al ‘Concreto Patrón’.

Los datos procesados para el nivel de consistencia del ‘Concreto con Aditivo al 1.00%’ se obtuvieron de la Tabla 37 (Control de revenimiento del concreto con aditivo al 1%). Obteniendo como resultado el siguiente grafico mostrado en la Figura 30.

Figura 30. Nivel de consistencia – Concreto con aditivo al 1.00 %.



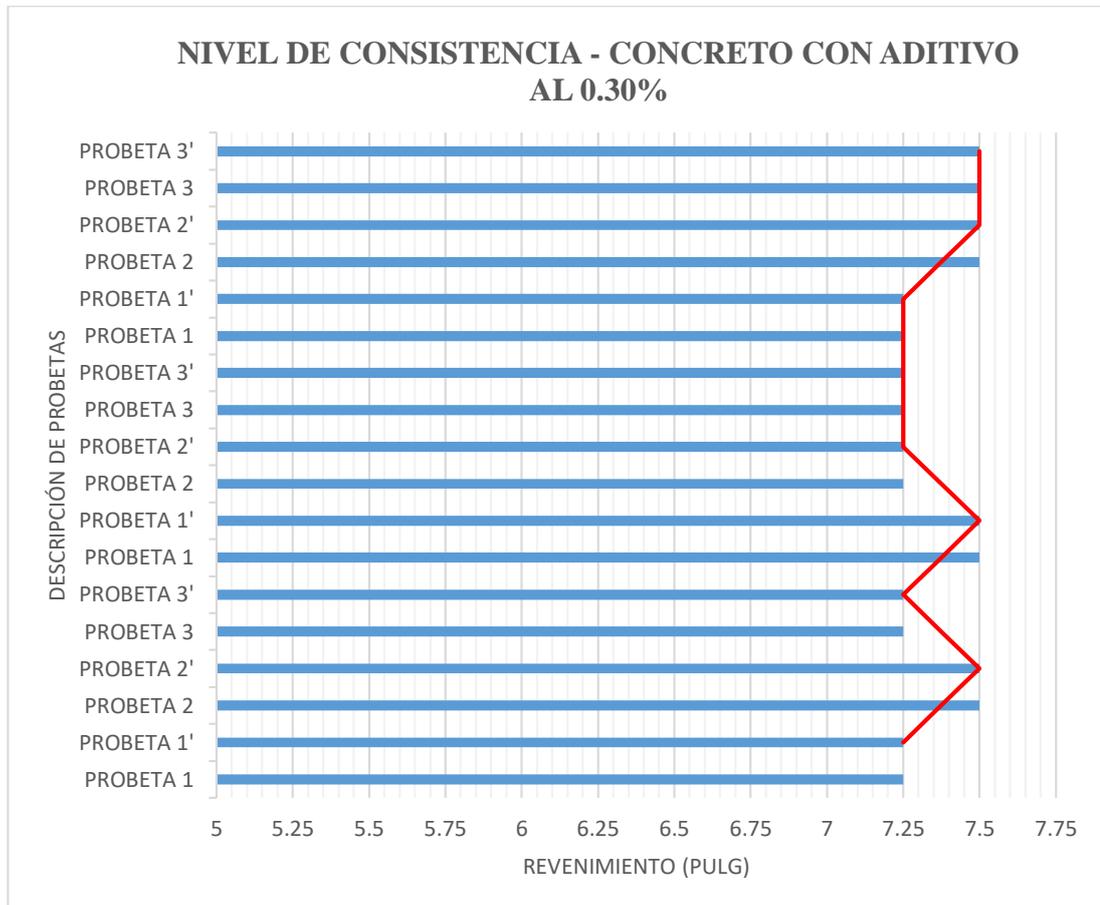
*Fuente: Elaboración Propia*

De el gráfico resultante de los ensayos se puede deducir que el nivel de consistencia del concreto con aditivo al 1% presenta una tendencia irregular, debido a que la mezcla presentaba signos de segregación que hacían que el concreto tenga un comportamiento inestable y su trabajabilidad se vea afectada debido a esta patología del concreto.

Además, se puede deducir que la generación de segregación en el concreto fue producida por la dosificación del aditivo, siendo esta excesiva para su eficaz comportamiento en el concreto.

Los datos procesados para el nivel de consistencia del ‘Concreto con Aditivo al 0.30%’ se obtuvieron de la Tabla 38 (Control de revenimiento del concreto con aditivo al 0.30%). Obteniendo como resultado el siguiente grafico mostrado en la Figura 31.

Figura 31. Nivel de consistencia – Concreto con aditivo al 0.30 %.



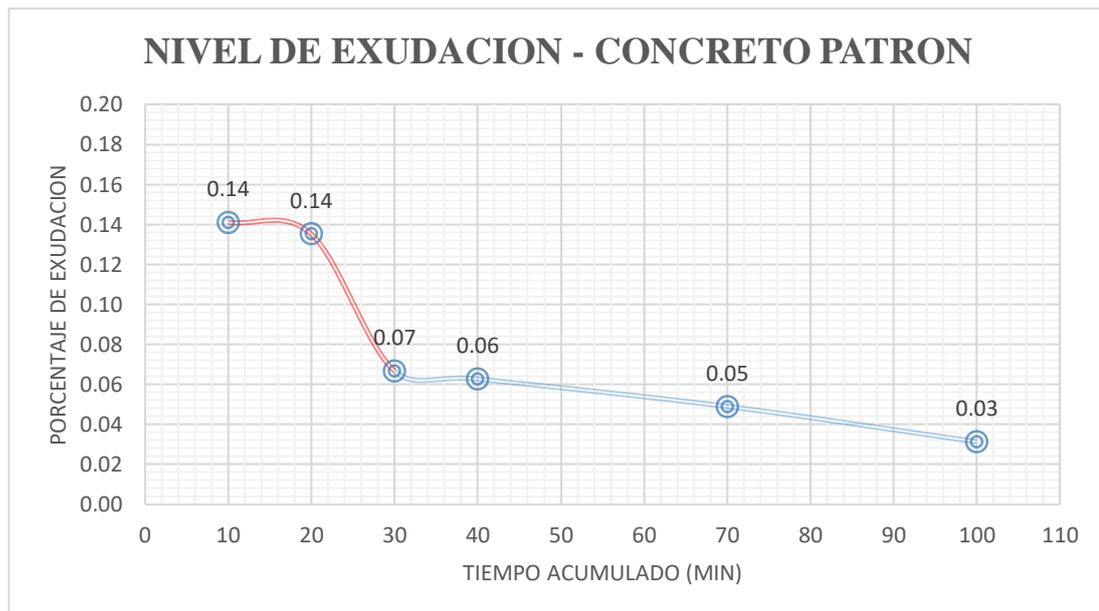
*Fuente: Elaboración Propia*

De el gráfico resultante de los ensayos se puede deducir que el nivel de consistencia del concreto con aditivo al 0.30% presenta un nivel de consistencia idóneo para el desempeño de un concreto de consistencia ‘fluida’ y con uniformidad y cohesión óptima entre los materiales del concreto, obteniendo una tendencia regulada y constante en los ensayos realizados a la mezcla.

### 5.2.2. NIVEL DE EXUDACIÓN

Los datos procesados para el nivel de exudación del ‘Concreto Patrón’ se obtuvieron de la Tabla 43 (Exudación promedio del concreto patrón). Obteniendo como resultado el siguiente grafico mostrado en la Figura 32.

Figura 32. Nivel de Exudación – Concreto Patrón



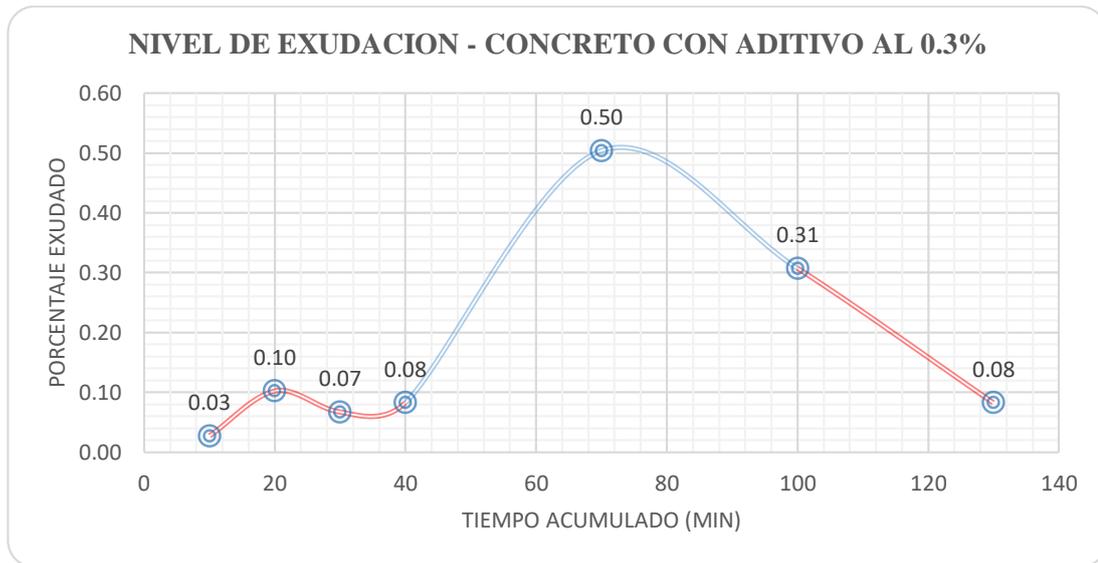
*Fuente: Elaboración Propia*

Del procesamiento de datos para la exudación del concreto se deduce lo siguiente:

- Durante los primeros 20, el concreto presenta un nivel de exudación alto, perdiendo parcialmente un porcentaje del agua excedente de mezcla, conservando una consistencia adecuada durante este periodo.
- Durante los siguientes 10 minutos, el concreto presenta un nivel de exudación constante y bajo dando a indicar, el inicio de la pérdida de plasticidad.
- Durante los últimos 60 minutos, el concreto presenta un nivel de exudación lineal, hasta terminar de exudar el agua excedente y perder su consistencia en casi su totalidad.

Los datos procesados para el nivel de exudación del ‘Concreto con Aditivo al 0.30%’ se obtuvieron de la Tabla 44. (Exudación promedio del concreto con 0.3% de aditivo). Obteniendo como resultado el siguiente grafico mostrado en la Figura 33.

Figura 33. Nivel de Exudación – Concreto con aditivo al 0.3%



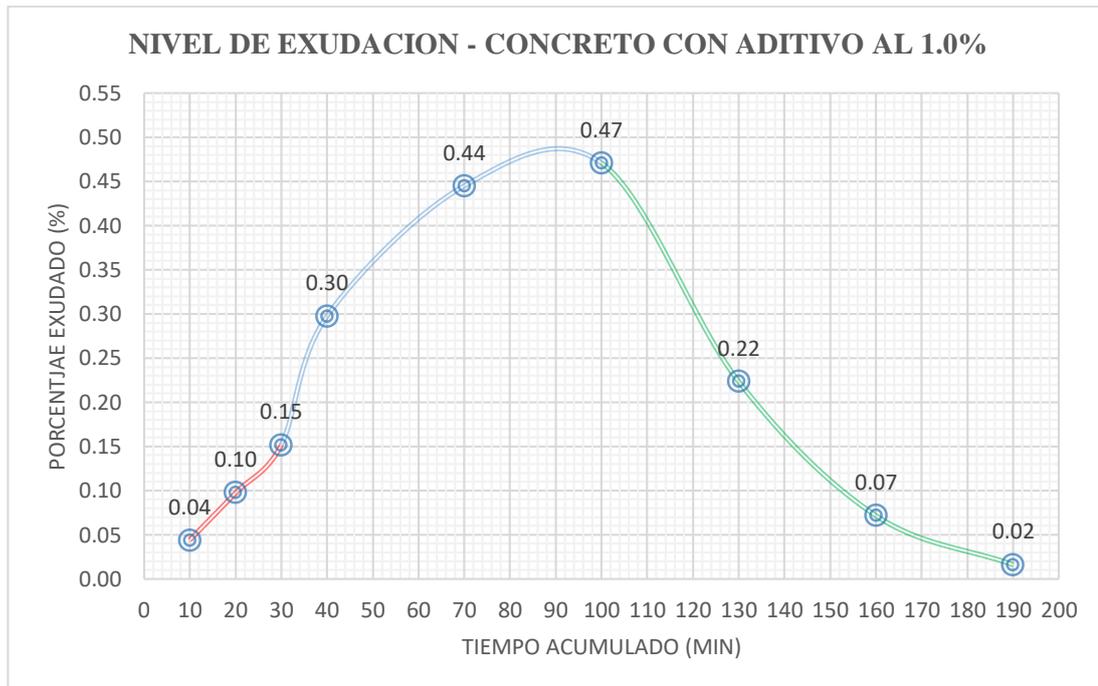
*Fuente: Elaboración Propia*

Del procesamiento de datos para la exudación del concreto con aditivo al 0.30% se puede deducir que el nivel de exudación es óptimo al esperado, por lo siguiente:

- En los primeros 40 minutos, presenta una exudación baja, conservando una consistencia plástica y manteniendo sus propiedades físicas en el concreto.
- En los siguientes 60 minutos, se presenta un nivel de exudación mayor, donde el concreto empieza formar una membrana densa de agua con aditivo, conservando de esta manera el agua dentro de la mezcla, manteniendo su consistencia.
- En los últimos 30 minutos, el nivel de exudación vuelve a ser bajo, debido a que el agua excedente ha sido exudada va siendo exudada parcialmente hasta su totalidad, disminuyendo la consistencia y plasticidad de la mezcla.

Los datos procesados para el nivel de exudación del ‘Concreto con Aditivo al 1.00’ se obtuvieron de la Tabla 45. (Exudación promedio del concreto con 1.0% de aditivo). Obteniendo como resultado el siguiente grafico mostrado en la Figura 34.

Figura 34. Nivel de Exudación – Concreto con aditivo al 1.0%.



*Fuente: Elaboración Propia*

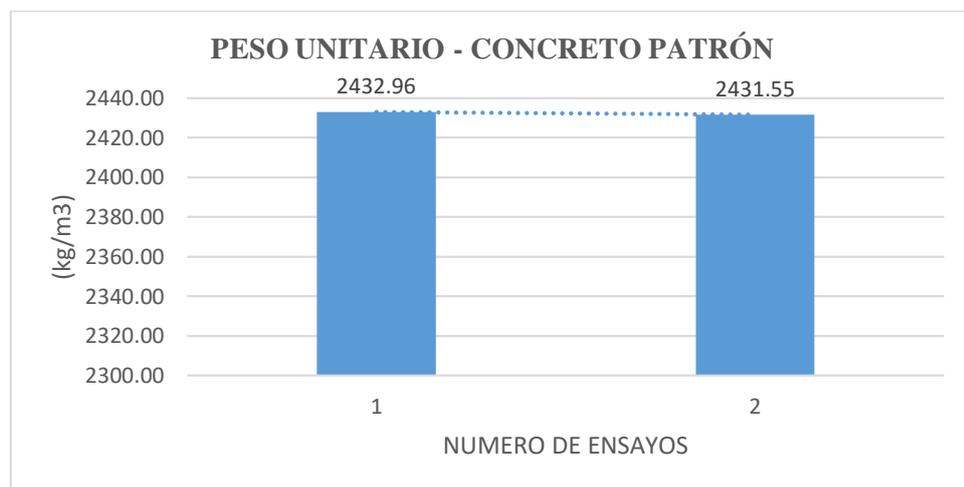
Del procesamiento de datos para la exudación del concreto con aditivo al 0.30% se puede deducir lo siguiente:

- Durante los primeros 30 minutos el concreto presenta una exudación lineal en aumento, debido a la reacción inicial con el aditivo.
- Durante las siguientes 2 horas el concreto presenta un nivel de exudación alto, ya que la dosificación de aditivo al reaccionar con el agua, hace que esta sea desplazada como agua excedente y modificando la consistencia del concreto.
- Durante los últimos 40 minutos, el concreto presenta un nivel de exudación bajo debido a que ya desplazo casi toda el agua excedente de la mezcla.

### 5.2.3. NIVEL DE PESO UNITARIO

Los datos procesados para medir el nivel de peso unitario del concreto patrón fueron obtenidos de la Tabla 39 (Peso unitario del concreto patrón) obteniendo como resultado del procesamiento la figura 35.

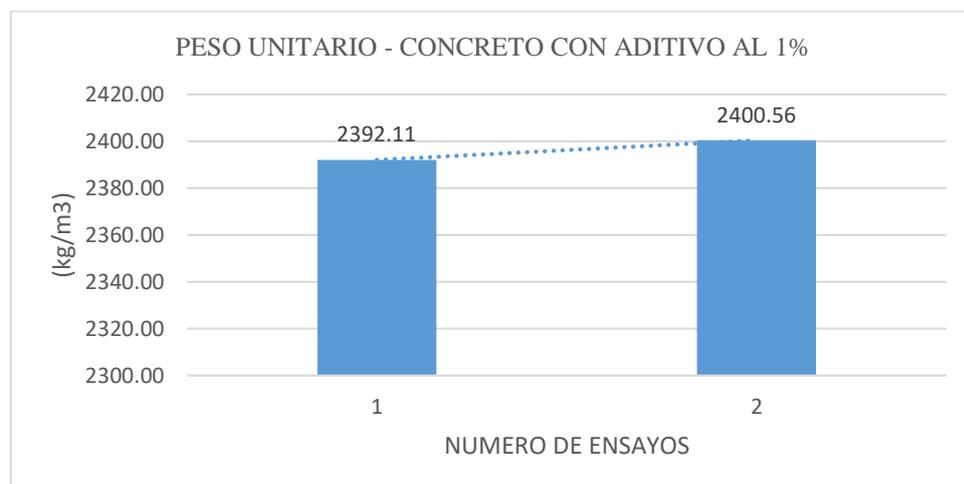
Figura 35. Nivel de Peso Unitario– Concreto con patrón.



*Fuente: Elaboración Propia*

Los datos procesados para medir el nivel de peso unitario del concreto con aditivo al 1.0% fueron obtenidos de la Tabla 40 (Peso unitario del concreto con aditivo al 1.0%) obteniendo como resultado del procesamiento la figura 36.

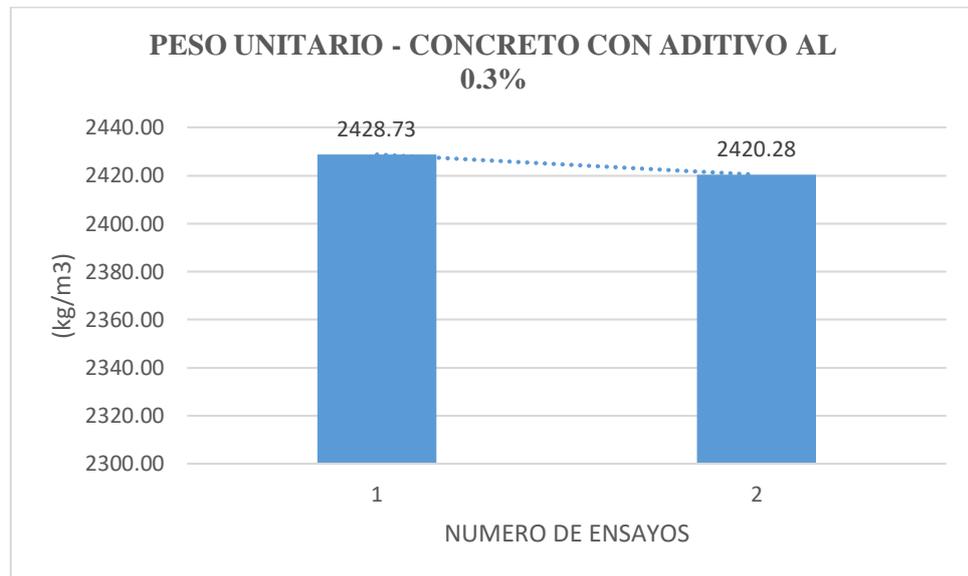
Figura 36. Nivel de Peso Unitario– Concreto con aditivo al 1%.



*Fuente: Elaboración Propia*

Los datos procesados para medir el nivel de peso unitario del concreto con aditivo al 0.3% fueron obtenidos de la Tabla 41 (Peso unitario del concreto con aditivo al 0.3%) obteniendo como resultado del procesamiento la figura 37.

Figura 37. Nivel de Peso Unitario– Concreto con aditivo al 0.3%.



*Fuente: Elaboración Propia*

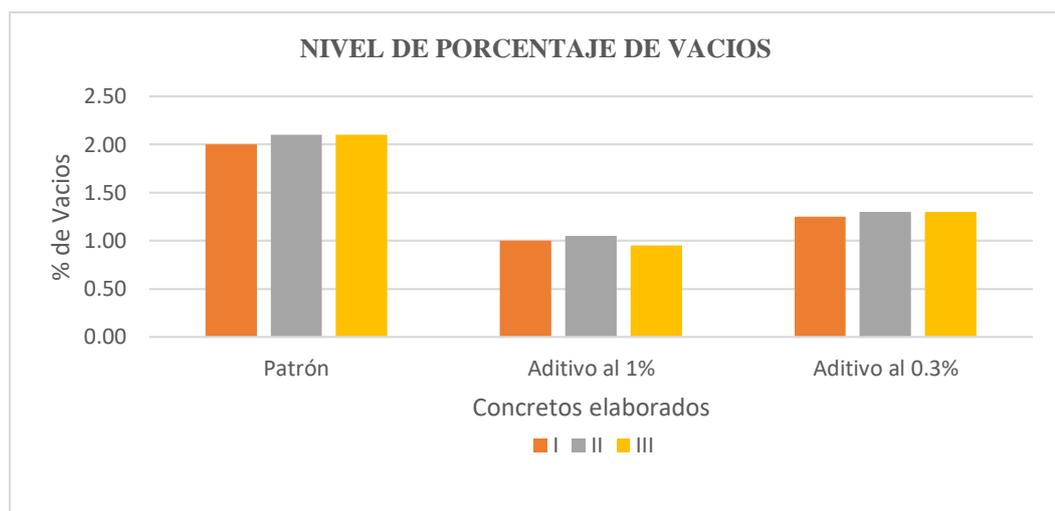
De los gráficos obtenidos mediante el procesamiento de datos para el peso unitario del concreto patrón, con aditivo al 1% y al 0.3%, se puede deducir lo siguiente:

- El peso unitario del concreto patrón es mayor al de los concretos con aditivo.
- El peso unitario del concreto con aditivo al 1.0% es menos al del concreto patrón y con aditivo al 0.3%, debido a la presencia de segregación del concreto, lo que conlleva a la disminución de este indicador.
- El peso unitario del concreto con aditivo al 0.3% se mantiene dentro de los rangos y emula a los resultados del concreto patrón.

#### 5.2.4. NIVEL DE PORCENTAJE DE VACIOS

Los datos procesados para obtener el nivel de porcentajes de vacíos del concreto patrón fueron obtenidos de la Tabla 42 (Resultados de contenido de aire para diseños de mezcla). Del cual se obtuvieron los resultados presentado en la Figura 38.

Figura 38. Nivel de Porcentaje de vacíos – Concreto patrón, con aditivo al 1% y 0.3%



*Fuente: Elaboración Propia*

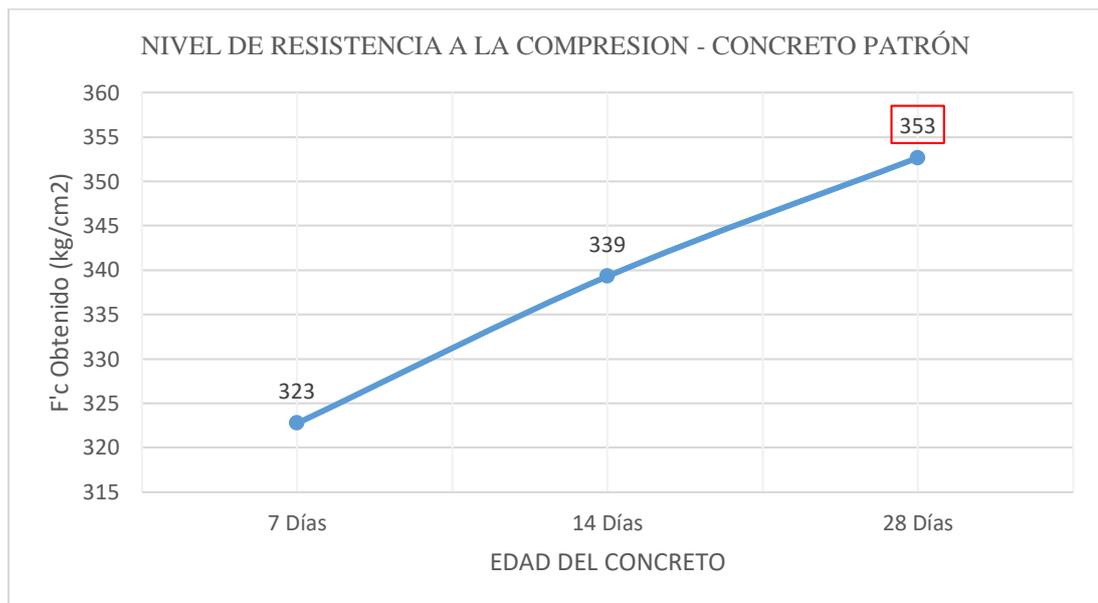
De los gráficos obtenidos se puede deducir lo siguiente:

- El nivel de porcentaje de vacíos en el concreto patrón llega al 80% del valor de diseño (2.5%), esto ocurre debido al buen acomodo entre partículas de agregados junto con la pasta agua – cemento, por lo tanto se verifica la similitud del concreto con los valores de diseño.
- Con el incremento del aditivo al concreto, el nivel de porcentaje de vacíos reduce considerablemente, tendiendo hacia la impermeabilidad. Sin embargo, el uso excesivo de este puede provocar efectos perjudiciales al concreto, como lo son la segregación del concreto y pérdida de homogeneidad de la mezcla.

### 5.2.5. NIVEL DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Los datos procesados para medir el nivel de resistencia a la compresión del concreto patrón fueron obtenidos de la Tabla 46 (Control de rotura de probetas – Concreto Patrón). Del cual se obtendrá los resultados mostrados en la Figura 39.

Figura 39. Nivel de Resistencia a la compresión - concreto patrón.



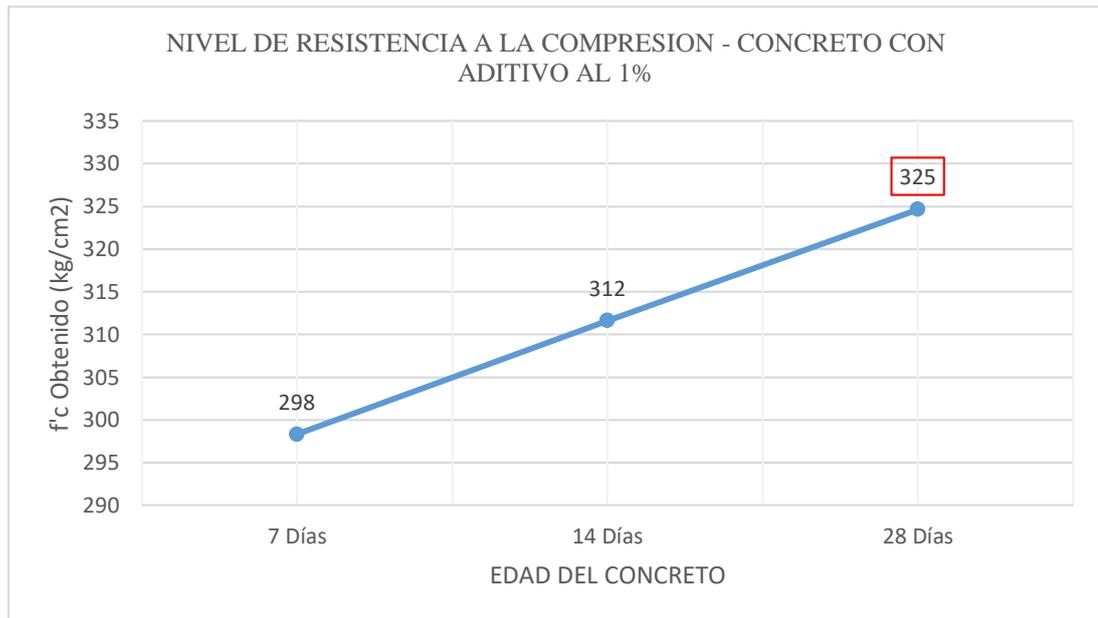
*Fuente: Elaboración Propia*

Del gráfico obtenido a partir de los datos procesados se puede deducir lo siguiente:

- El nivel de resistencia a la compresión concreto patrón superó la resistencia de diseño ( $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>) desde los 7 días de edad.
- La máxima resistencia a la compresión alcanzada por el concreto patrón fue en promedio 353 kg/cm<sup>2</sup>, que significa un 126% de la resistencia de diseño.
- La máxima resistencia a la compresión alcanzada del concreto patrón concuerda con el  $F'cr$  (364 kg/cm<sup>2</sup>) establecido en el diseño de mezcla que corresponde a un 130% del  $f'c$ .

Los datos procesados para medir el nivel de resistencia a la compresión del concreto con 1.00% de aditivo fueron obtenidos de la Tabla 48 (Control de rotura de probetas concreto con 1.00% de aditivo). De los cuales se obtendrá la Figura 40.

Figura 40. Nivel de Resistencia a la compresión – concreto con aditivo al 1%



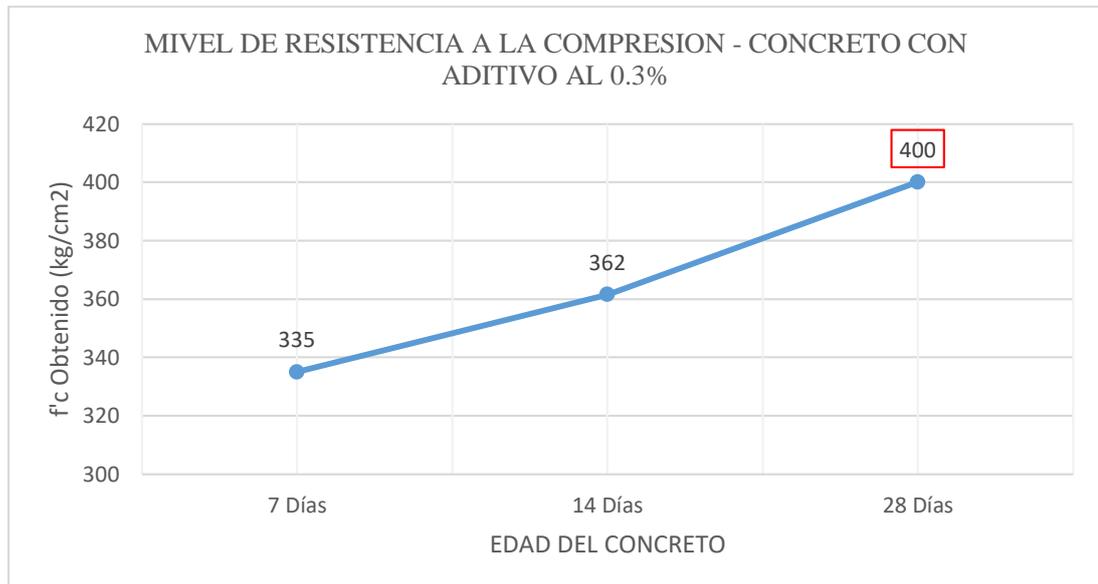
*Fuente: Elaboración Propia*

Del gráfico obtenido a partir de los datos procesados se puede deducir lo siguiente:

- El nivel de resistencia a la compresión concreto con aditivo al 1% superó la resistencia de diseño ( $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>) desde los 7 días de edad.
- La máxima resistencia a la compresión alcanzada por el concreto con aditivo al 1% fue en promedio 325 kg/cm<sup>2</sup>, que significa un 116% de la resistencia de diseño. La cual resulta menor a la resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón, esto es debido a que el concreto con 1% de aditivo presentaba signos de segregación leves, sin embargo, estos influyeron en la resistencia a la compresión final del concreto con aditivo al 1%.

Los datos procesados para medir el nivel de resistencia a la compresión del concreto con 0.30% de aditivo fueron obtenidos de la Tabla 49 (Control de rotura de probetas concreto con 0.30% de aditivo). De los cuales se obtendrá la Figura 41.

Figura 41. Nivel de Resistencia a la compresión – concreto con aditivo al 0.30%



*Fuente: Elaboración Propia*

Del gráfico obtenido a partir de los datos procesados se puede deducir lo siguiente:

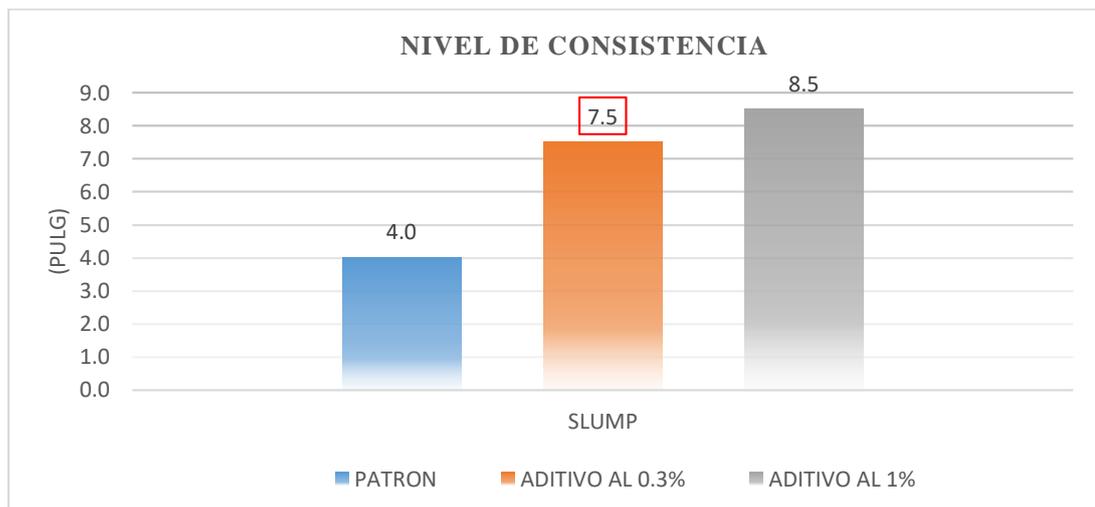
- El nivel de resistencia a la compresión concreto con aditivo al 0.3% superó ampliamente la resistencia de diseño ( $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>) y a las resistencias obtenidas de los demás concretos elaborados, desde los 7 a 28 días de edad.
- La máxima resistencia a la compresión alcanzada por el concreto con aditivo al 0.3% fue en promedio 400 kg/cm<sup>2</sup>, que significa un 143% de la resistencia de diseño, siendo esta la mayor alcanzada al utilizar la dosificación óptima de aditivo.

### 5.3. DISCUSION DE RESULTADOS

#### 5.3.1. NIVEL DE CONSISTENCIA

Para la interpretación de datos del nivel de consistencia se tomaron los datos del ítem 7.1.1, mostrados en la figura 42.

Figura 42. Nivel de consistencia – Resumen general



*Fuente: Elaboración Propia*

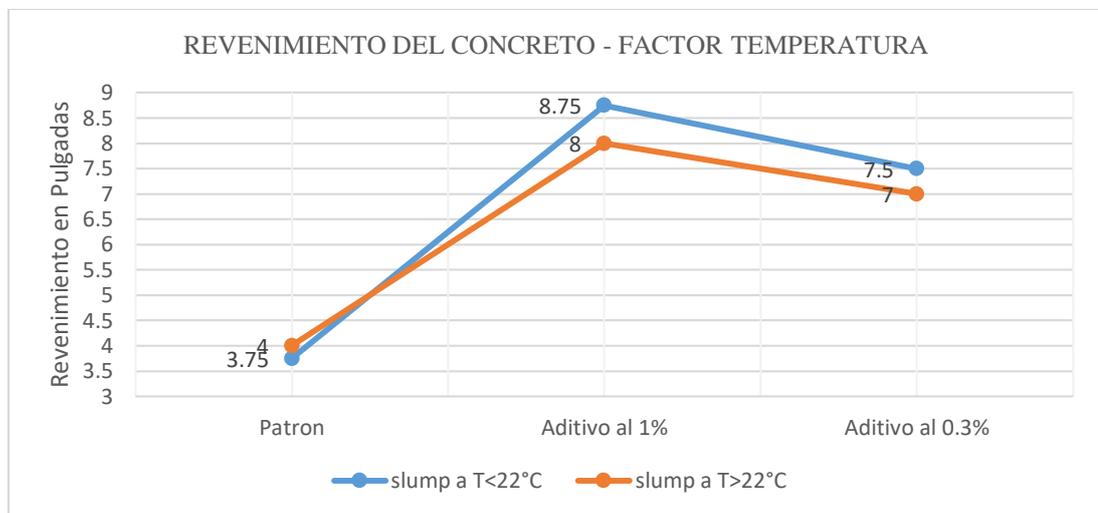
Del gráfico obtenido a partir de la comparación entre los 2 diseños de mezcla elaborados con aditivo respecto al patrón se puede interpretar lo siguiente:

- El concreto elaborado con aditivo al 0.3% obtuvo una consistencia deseada, manteniendo sus condiciones físicas y mejorando la consistencia del concreto debido a la dosificación adecuada del aditivo.
- Al emplear la dosificación del 1% como especifica la ficha técnica del aditivo, se genera un slump mayor, paralelamente también presenta signos de segregación en el concreto, lo cual resulta perjudicial para el concreto.

Como deducción general, el concreto con aditivo al 0.3% satisface las condiciones de revenimiento buscadas, siendo esta dosificación de aditivo adecuada desde la perspectiva del nivel de consistencia del concreto.

Además se analizó el factor de temperatura (ambiente y del concreto), debido a que la gradiente térmica es muy agresiva durante el día en el distrito de Ica.

Figura 42.1. Nivel de consistencia – Temperatura ambiente.



*Fuente: Elaboración Propia*

Se tomó como referencia la temperatura ambiente de 22°C ya que es la temperatura predominante durante el día.

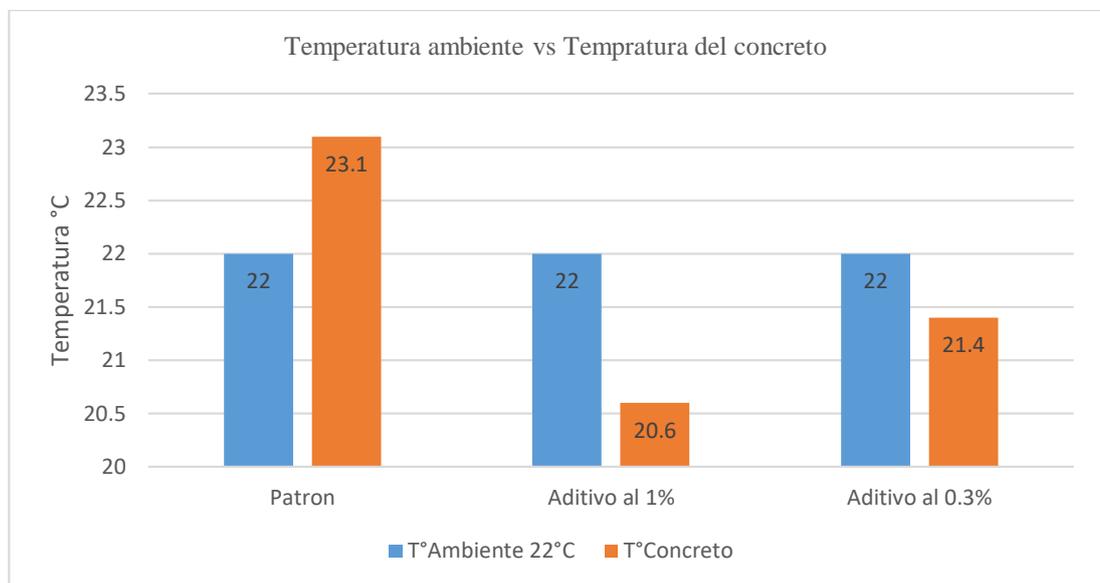
El concreto patrón no muestra una diferencia notoria respecto a su nivel de consistencia, cuando la temperatura ambiente está por debajo o sobrepasa los 22°C.

Los concretos con aditivo al 0.3% y 1%, presentan un cambio significativo en su nivel de consistencia debido a la actuación de la temperatura sobre el agua que conserva la mezcla del concreto.

El análisis de la inclusión del aditivo según los cambios de temperatura durante el día es influyente, si se quiere conseguir una consistencia determinada en el concreto, ya que esta variará y tendrá un comportamiento diferente según la variación de la gradiente térmica.

También se analizó la variación de la temperatura del concreto respecto a la temperatura de 22°C, como se muestra en la figura.

Figura 42.2. Temperatura ambiente vs Temperatura del concreto



*Fuente: Elaboración Propia*

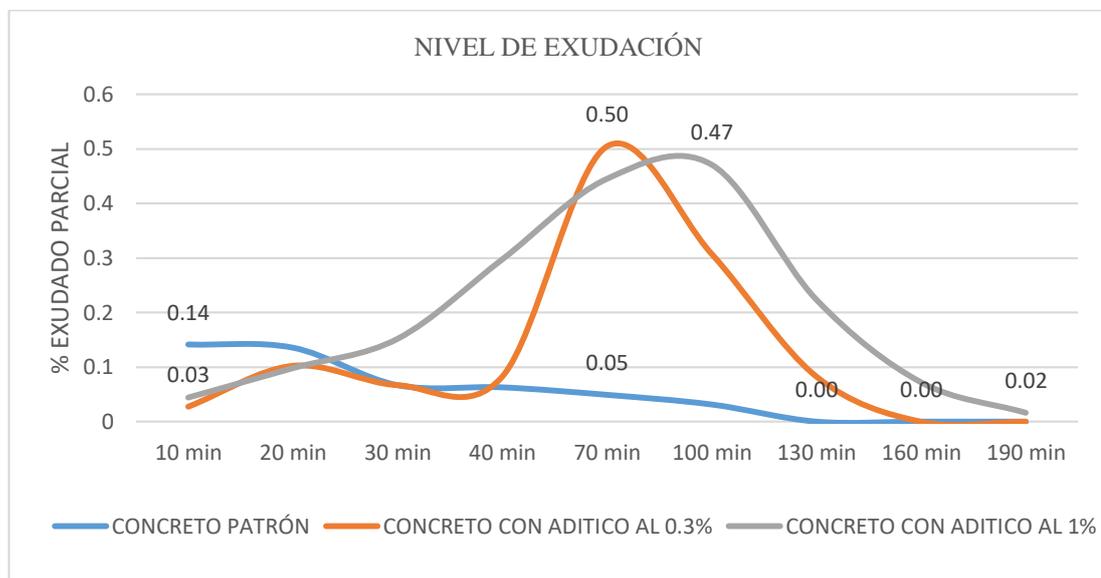
La temperatura del concreto patrón supera a la temperatura ambiente, debido a la acción del calor de hidratación, sin embargo este excedente de temperatura es mínimo, ya que la acción de la caliza (reemplazo porcentual de Clinker) en el cemento reduce el calor de hidratación en el concreto.

La acción del aditivo en el concreto hace que la temperatura de este se mantenga justo por debajo de la temperatura ambiente, sin que se produzca una variación debido al calor de hidratación del concreto, ya que el aditivo también retarda la acción de este.

### 5.3.2. NIVEL DE EXUDACIÓN

Para la interpretación de datos del nivel de exudación se tomaron los datos del ítem 7.1.2, mostrados en la Figura 43.

Figura 43. Nivel de exudación – Resumen general



*Fuente: Elaboración Propia*

Del gráfico obtenido a partir de la comparación entre los 2 diseños de mezcla elaborados con aditivo respecto al patrón se puede interpretar lo siguiente:

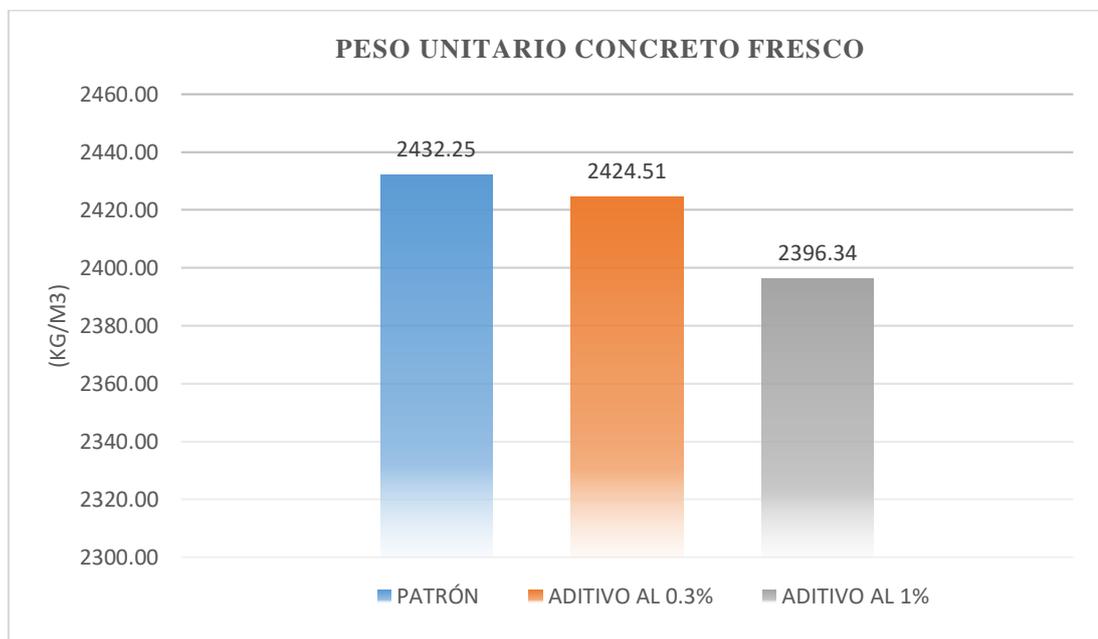
- Ambos diseños de mezcla con aditivo al 0.3% y 1% superaron la exudación del concreto patrón ampliamente, sin embargo, ambos porcentajes de exudación (1.17% y 1.82%) son bajos, indicando que el agua de mezcla no ha sido excesiva, y que la exudación excedente de esta es producida por efecto del aditivo.
- El tiempo de exudación del concreto con aditivo al 1% dura 30 minutos más que el concreto con aditivo al 0.3%, pero ambos presentando un periodo y amplitud de exudación similar.

Como deducción general ambos concretos con aditivos se conforman de manera similar a nivel de exudación en el concreto, siendo superiores al concreto patrón.

### 5.3.3. NIVEL DE PESO UNITARIO

Para la interpretación de datos del nivel de peso unitario se tomaron los datos del ítem 7.1.3, mostrados en la Figura 44.

Figura 44. Nivel de Peso unitario – Resumen general



*Fuente: Elaboración Propia*

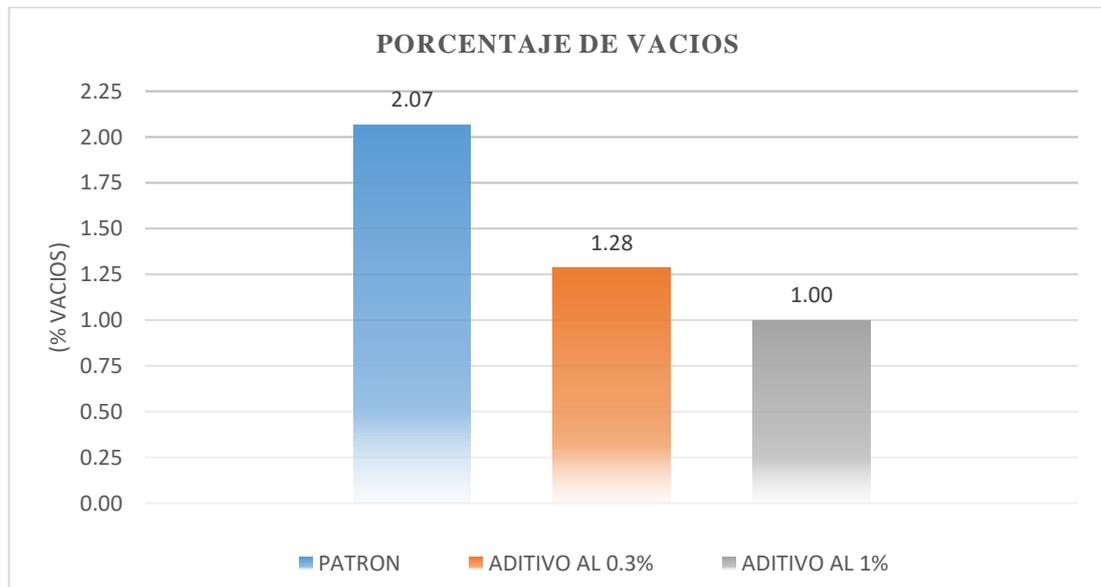
Del gráfico obtenido a partir de la comparación entre los 2 diseños de mezcla elaborados con aditivo respecto al patrón se puede interpretar lo siguiente:

- El peso unitario del concreto con aditivo al 0.3% es ligeramente menor al peso unitario del concreto patrón, lo cual infiere en lo mínimo en el rendimiento volumétrico del concreto al ser este producido.
- El peso unitario del concreto con aditivo al 1% presenta un peso menor al del concreto patrón, el cual se puede interpretar como resultado de los signos de segregación que el concreto con aditivo al 1% presentaba, generándose así un cambio de densidades en los componentes del concreto principalmente entre la pasta agua-cemento y los áridos) que afecta al concreto negativamente.

### 5.3.4. NIVEL DE PORCENTAJE DE VACIOS

Para la interpretación de datos del nivel de porcentaje de vacíos se tomaron los datos del ítem 7.1.4, mostrados en la Figura 45.

Figura 45. Nivel de Porcentaje de vacíos – Resumen general.



*Fuente: Elaboración Propia*

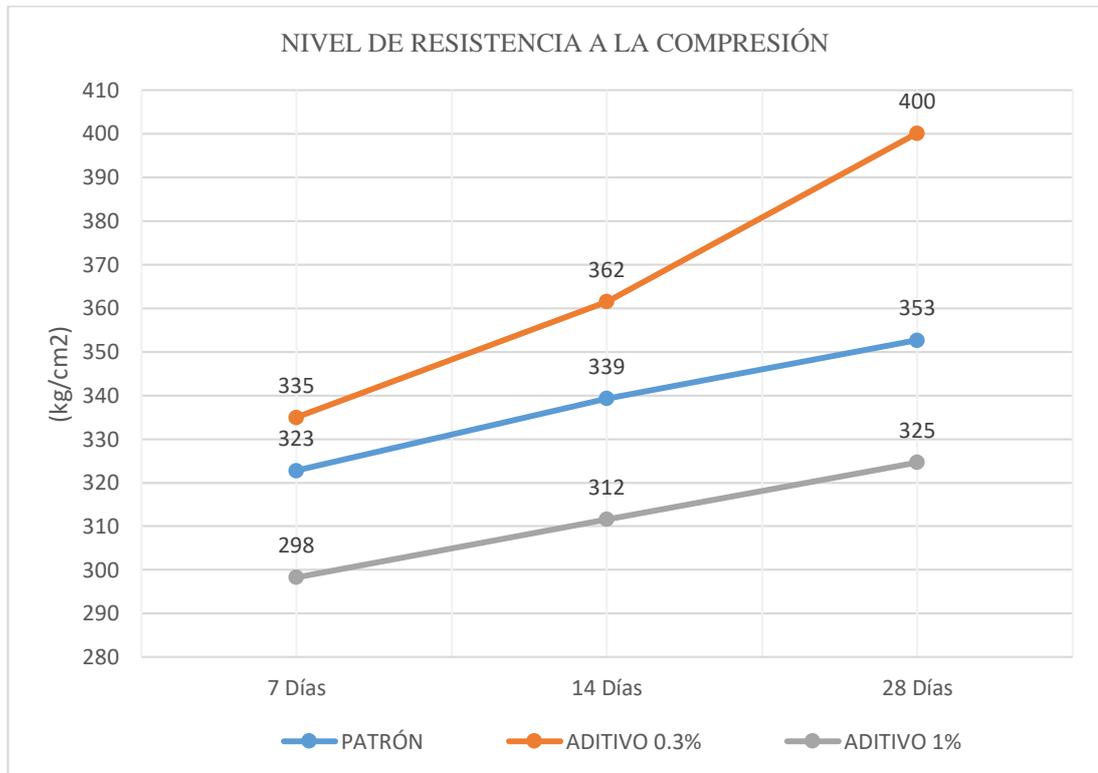
Del gráfico obtenido a partir de la comparación entre los 2 diseños de mezcla elaborados con aditivo respecto al patrón se puede interpretar lo siguiente:

- El nivel de Porcentaje de vacíos en el concreto patrón es notoriamente superior respecto a los valores de los concretos con aditivos, tendiendo al porcentaje de vacíos de diseño: 2.5%.
- Al aplicar el aditivo al concreto, el nivel de porcentaje de vacíos tiende a bajar significativamente tal como se muestra en el gráfico.
- La acción del aditivo respecto al nivel de vacíos en el concreto es favorable en una mayor dosificación, si se busca que el nivel de porcentaje de vacíos llegue a ser menor y tender a un estado de impermeabilidad en el concreto.

### 5.3.5. NIVEL DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Para la interpretación de datos del nivel de resistencia a la compresión (indicador principal) se tomaron los datos del ítem 7.1.5, mostrados en la Figura 46.

Figura 46. Nivel de Resistencia a la compresión – Resumen general.



*Fuente: Elaboración Propia*

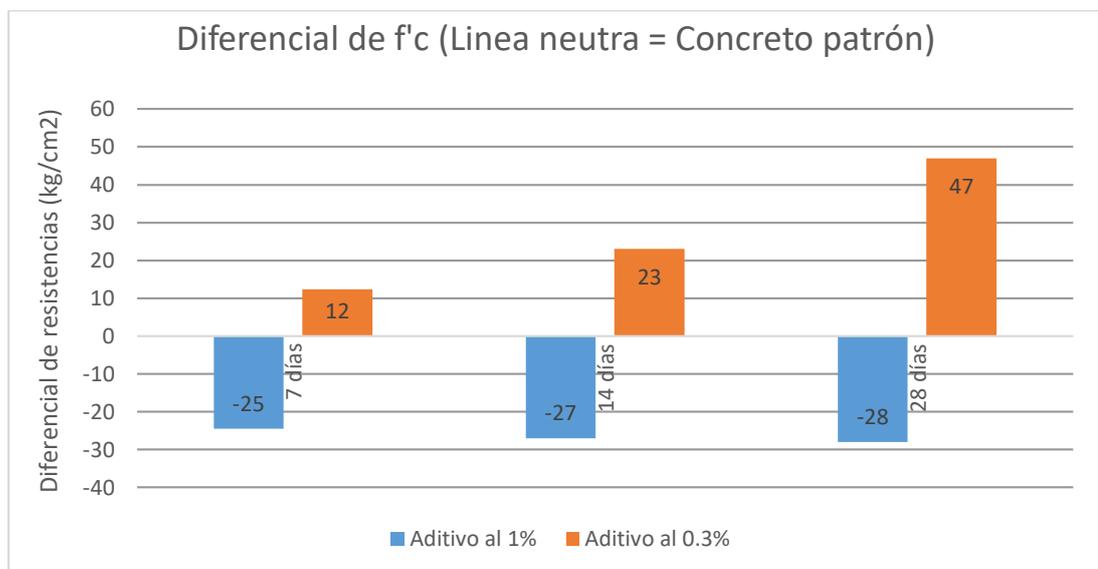
Del gráfico obtenido a partir de la comparación entre los 2 diseños de mezcla elaborados con aditivo respecto al patrón se puede interpretar lo siguiente:

- El concreto dosificado con aditivo al 0.3% obtiene el mayor nivel de resistencia a la compresión, debido a que esta dosificación es la óptima para el uso en el concreto, obteniéndose resultados positivos para el indicador principal del proyecto.

- Al utilizar la dosificación de 1% de aditivo en el concreto, el nivel de resistencia a la compresión es el más bajo de los tres diseños de mezcla puestos en práctica analizados, siendo estos resultados perjudiciales según el análisis comparativo entre el concreto patrón y el dosificado con 1%.

La diferencia de resistencia a la compresión entre los concretos con aditivo y el concreto patrón se ven plasmados en la siguiente figura:

Figura 47. Diferencia de  $f'c$  entre concretos elaborados



*Fuente: Elaboración Propia*

El concreto dosificado con aditivo al 0.3% presenta una amplia ventaja respecto al concreto dosificado con 1%, llegando a presentar un aumento considerable según la edad del concreto.

El concreto con aditivo al 0.3% alcanza a obtener un 13% más de resistencia a la compresión definitiva con respecto a el concreto patrón, además de superar en un 43% a la resistencia de diseño, satisfaciendo positivamente al incremento de resistencia a la compresión que ofrece este aditivo.

## CAPITULO VI

### COMPROBACION DE HIPOTESIS

#### 6.1. CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL

#### 6.2. CONTRASTACION DE HIPOSTESIS ESPECIFICAS

VALIDACIÓN DE HIPOTESIS		
HIPOTESIS GENERAL	VALIDACIÓN DE HIPOTESIS GENERAL	SUSTENTO DE VALIDACIÓN
La aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	HIPOTESIS CONFIRMADA	El aditivo incide en la resistencia a la compresión del siguiente modo: - Uso al 0.3% del aditivo genera 400kg/cm <sup>2</sup> (> diseño patrón) - Uso al 1% del aditivo genera 325 kg/cm <sup>2</sup> (< diseño patrón) <b>(Referencia en la Fig 46.)</b>
HIPOTESIS ESPECIFICAS	VALIDACIÓN DE HIPOTESIS ESPECIFICAS	SUSTENTO DE VALIDACIÓN
El nivel de consistencia con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	HIPOTESIS CONFIRMADA	El nivel de consistencia incide en la resistencia a la compresión del siguiente modo: - Uso al 0.3% del aditivo genera 400kg/cm <sup>2</sup> y slump 7.5" (> diseño patrón) - Uso al 1% del aditivo genera 325 kg/cm <sup>2</sup> y slump 8.5" (> diseño patrón) <b>(Referencia en la Fig 42.)</b>
El nivel de exudación con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	HIPOTESIS CONFIRMADA	El nivel de exudación incide en la resistencia a la compresión del siguiente modo: - Uso al 0.3% del aditivo genera 400kg/cm <sup>2</sup> y % Exudado 1.17% (> d. patrón) - Uso al 1% del aditivo genera 325 kg/cm <sup>2</sup> y % Exudado 1.82% (> d. patrón) <b>(Referencia en la Fig 43.)</b>
El nivel del peso unitario con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	HIPOTESIS CONFIRMADA	El nivel de Peso Unitario incide en la resistencia a la compresión del siguiente modo: - Uso al 0.3% del aditivo genera 400kg/cm <sup>2</sup> y P.U. 2424.51 kg/m <sup>3</sup> (< d. patrón) - Uso al 1% del aditivo genera 325 kg/cm <sup>2</sup> y P.U. 2396.34 kg/m <sup>3</sup> (< d. patrón) <b>(Referencia en la Fig 44.)</b>
El nivel del porcentaje de vacíos con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	HIPOTESIS CONFIRMADA	El nivel de % de Vacíos incide en la resistencia a la compresión del siguiente modo: - Uso al 0.3% del aditivo genera 400kg/cm <sup>2</sup> y %V. de 1.28% (< d. patrón) - Uso al 1% del aditivo genera 325 kg/cm <sup>2</sup> y %V. de 1.00% (< d. patrón) <b>(Referencia en la Fig 45.)</b>
El nivel de la resistencia a la compresión con la aplicación del aditivo Z RR PLASTE – 971 en el diseño de mezcla incide en la resistencia a la compresión del concreto en el distrito de Ica.	HIPOTESIS CONFIRMADA	El aditivo incide en la resistencia a la compresión del siguiente modo: - Uso al 0.3% del aditivo genera 400kg/cm <sup>2</sup> (> diseño patrón) - Uso al 1% del aditivo genera 325 kg/cm <sup>2</sup> (< diseño patrón) <b>(Referencia en la Fig 46.)</b>

## CONCLUSIONES

La aplicación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el diseño de mezcla para el concreto elaborado en el distrito de Ica, mejora considerablemente las propiedades físicas y mecánicas del concreto sean estas: consistencia, peso unitario, exudación, porcentaje de vacíos y resistencia a la compresión; siempre y cuando la dosificación de este componente sea la correcta.

La selección de la dosificación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el diseño de mezcla para el concreto elaborado en el distrito de Ica se realizó mediante ensayos de resistencia de compresión a diferentes dosificaciones, eligiendo la de mejor resultado y comparándola con la dosificación de la ficha técnica.

La aplicación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el diseño de mezcla para el concreto elaborado en el distrito de Ica, con una dosificación del 0.3% es la dosificación óptima para alcanzar los valores máximos en la resistencia a la compresión del concreto.

La aplicación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el diseño de mezcla para el concreto elaborado en el distrito de Ica, con una dosificación del 0.3% es la dosificación óptima para alcanzar los valores deseados en los niveles de consistencia, porcentaje de vacíos, exudación y peso unitario para el concreto.

La aplicación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el diseño de mezcla para el concreto elaborado en el distrito de Ica, con la dosificación que establece la ficha técnica (1%) presenta resultados negativos para el nivel de resistencia a la compresión del concreto, siendo esta dosificación de aditivo no adecuada para el concreto.

La aplicación del aditivo Z RR PLASTE 971 en el diseño de mezcla para el concreto elaborado en el distrito de Ica, con la dosificación que establece la ficha técnica (1%) presenta resultados perjudiciales en propiedades físicas del concreto como son el nivel de consistencia y exudación.

Respecto a los materiales utilizados en el concreto, el cemento Inka ICo reaccionó de manera óptima al calor de hidratación del concreto, debido a su reemplazo mineral de caliza por Clinker intercediendo en los resultados para la resistencia a la compresión del concreto y las propiedades físicas de este.

Respecto a los materiales utilizados en el concreto, el agregado grueso cumple con la gradación 67 de los husos granulométricos establecidos por la norma ASTM, lo cual garantizó un comportamiento granular – estructural óptimo para el acomodo de partículas en el concreto, intercediendo en los resultados para la resistencia a la compresión del concreto y las propiedades físicas de este.

Respecto a los materiales utilizados en el concreto, el agregado fino, no cumple con todos los estándares establecidos en las norma ASTM, intercediendo en los resultados para la resistencia a la compresión del concreto y las propiedades físicas de este.

## RECOMENDACIONES

Utilizar el aditivo Z RR PLASTE 971 en otras de sus funciones como aditivo polifuncional, demostrando las ventajas o desventajas que pueda ofrecer para el concreto en sus diversas aplicaciones para estructuras.

Realizar ensayos de prueba para la selección de dosificación aditivos en el concreto, ya que de este modo se puede calcular la óptima para su aplicación en el concreto y de este modo satisfacer los estándares que se propongan para el concreto elaborado.

Utilizar la dosificación óptima del aditivo para lograr mejoras en las propiedades mecánicas del concreto, como es la principal: resistencia a la compresión.

Utilizar la dosificación óptima del aditivo para lograr mejoras en las propiedades físicas en el concreto, como son: el peso unitario, consistencia, exudación y porcentaje de vacíos.

No utilizar directamente la dosificación del aditivo establecida en la ficha técnica ya que puede obtenerse resultados perjudiciales respecto a la resistencia a la compresión del concreto, debido a la mala dosificación del aditivo.

No utilizar directamente la dosificación del aditivo establecida en la ficha técnica ya que puede obtenerse resultados perjudiciales en las propiedades físicas del concreto, y generando patologías en este como es la segregación.

Utilizar agregados de calidad, que cumplan los requisitos de las normas nacionales e internacionales, de este modo se asegurará un buen comportamiento de los componentes que conforman la mayoría del concreto.

## ANEXOS

### RESULTADOS DE ENSAYOS VALIDADOS POR LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
Centro de Producción  
"Laboratorio de Mecánica de Suelos"  
Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 sdel C. 218925-Ica



#### DISEÑO DE MEZCLA - PATRON Y CON ADITIVO DE CONCRETO - 280 kg/cm<sup>2</sup>

Solicita : Bach. CUQUIAN REYNOSO, Luis Fernando

Obra : APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE - 971 EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE ICA.

Ubicación : CIUDAD DE ICA

Fecha : ICA, NOVIEMBRE DEL 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PRODUCCIÓN DE MATERIALES  
*[Signature]*  
MAGISTER EN INGENIERÍA CIVIL CONCEPCIÓN VEGA  
DIRECTOR



EVALUACION DE LOS MATERIALES  
 PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 034 -19  
 BOLETA N° 2416

SOLICITADO POR : Bach. CUQUIAN REYNOSO, Luis Fernando

OBRA : APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE - 971 EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE ICA.

UBICACIÓN : CIUDAD DE ICA

TÉCNICO OPERADOR : TEJEDA CORDOVA Gonzalo Martin

Análisis del Agregado Grueso

Cartera : PALOMINO

Peso Especifico 2.65 gr/cm<sup>3</sup>  
 Humedad Natural 1.12 %  
 % de Absorción. 1.33 %  
 Peso Volumétrico Suelto. 1,492.22 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Volumétrico Compactado 1,613.71 kg/m<sup>3</sup>

Análisis Granulométrico Como Sigue:

Peso Total de la Muestra: 5000 gr.

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
2"	0	0	0	0
1 1/2"	0	0	100	0
1"	0	0	100.00	0.00
3/4"	0	0	100.00	0.00
1/2"	2638.00	52.80	47.20	52.80
3/8"	966.00	19.30	27.90	72.10
4"	1,350.00	27.00	0.90	99.10
FONDO	46.00	0.90	0.00	100.00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"





EVALUACION DE LOS MATERIALES  
PROPORCIONADOS POR EL CONTRATISTA

CERTIFICADO N° 034 -19  
BOLETA N° 2416

SOLICITADO POR : **Bach. CUQUIAN REYNOSO, Luis Fernando**

OBRA : **APLICACIÓN DEL ADITIVO Z RR PLASTE - 971 EN EL DISEÑO DE MEZCLA PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN EL DISTRITO DE ICA.**

UBICACIÓN : **CIUDAD DE ICA**

TÉCNICO OPERADOR : **TEJEDA CORDOVA Gonzalo Marin**

**Análisis del Agregado Fino**

Cantera : **RJO ICA**

Peso Especifico : **2.73 gr/cm<sup>3</sup>**  
Humedad Natural : **1.89 %**  
% de Absorción : **1.54 %**  
Peso Volumétrico Suelto : **1,525.18 kg/m<sup>3</sup>**  
Peso Volumétrico Compactado : **1,683.80 kg/m<sup>3</sup>**

**Análisis Granulométrico Como Sigue:**

Peso Total de la Muestra: **500 gr.**

MALLAS O TAMICES	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA	% RETENIDO ACUMULADO
3/8"	0	0	100.00	0
4	7.20	1.4	98.60	1.40
8	5.90	1.20	97.40	2.60
16	25.00	5.00	92.40	7.60
30	134.80	27.00	65.40	34.60
50	256.30	51.30	14.20	85.80
100	61.00	12.20	2.00	98.00
200	8.90	1.80	0.20	99.80
FONDO	0.90	0.20	0.00	100.00

MODULO DE FINEZA: **2.30**





DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE  $F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$   
CEMENTO INKA Ico

Cemento INKA Ico	463.52 Kg/m <sup>3</sup>
ARENA	704.86 Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA 1/2"	928.40 Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	216 Lts/m <sup>3</sup>

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.466
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,313 Kg/m <sup>3</sup>
PROPORCION EN PESO	1: 1.55 2.03
PROPORCION EN VOLUMEN	1: 1.49 2.02

**CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:**

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	65.88 Kg/bolsa
- Piedra	86.28 Kg/bolsa
- Agua	19.75 L/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROCESOS DE CONSTRUCCION Y OBRAS  
ING. ING. JORGE ROBERTO LANZARINI VALLA  
DIRECTOR



PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

Cemento INKA Ico  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	27/06/2019	04/07/2019	15.20	7	58,654.44	322.00	Relacion a/c = 0.466
2	27/06/2019	04/07/2019	15.20	7	58,736.54	322.00	Relacion a/c = 0.466
3	27/06/2019	04/07/2019	15.20	7	58,067.94	318.00	Relacion a/c = 0.466
4	27/06/2019	04/07/2019	15.20	7	59,797.03	328.00	Relacion a/c = 0.466
5	27/06/2019	04/07/2019	15.20	7	58,556.46	321.00	Relacion a/c = 0.466
6	27/06/2019	04/07/2019	15.20	7	58,438.07	326.00	Relacion a/c = 0.466

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	13/06/2019	27/06/2019	15.20	14	61,358.41	336.00	Relacion a/c = 0.466
2	13/06/2019	27/06/2019	15.20	14	59,821.72	328.00	Relacion a/c = 0.466
3	13/06/2019	27/06/2019	15.20	14	61,787.70	339.00	Relacion a/c = 0.466
4	13/06/2019	27/06/2019	15.20	14	62,830.85	344.00	Relacion a/c = 0.466
5	13/06/2019	27/06/2019	15.20	14	62,086.47	346.00	Relacion a/c = 0.466
6	13/06/2019	27/06/2019	15.20	14	62,462.74	342.00	Relacion a/c = 0.466

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	18/06/2019	16/07/2019	15.20	28	64,344.29	353.00	Relacion a/c = 0.466
2	18/06/2019	16/07/2019	15.20	28	66,106.95	362.00	Relacion a/c = 0.466
3	18/06/2019	16/07/2019	15.20	28	63,528.28	348.00	Relacion a/c = 0.466
4	18/06/2019	16/07/2019	15.20	28	63,599.95	349.00	Relacion a/c = 0.466
5	18/06/2019	16/07/2019	15.20	28	64,072.59	351.00	Relacion a/c = 0.466
6	18/06/2019	16/07/2019	15.20	28	63,787.28	353.00	Relacion a/c = 0.466





UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
"Laboratorio de Mecánica de Suelos"

Ciudad Universitaria Panamericana Sur Km. 305 tel. F 328452 - Ica



**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE  $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$**

Cemento INKA Ico  $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO Z RR PLASTE 971 AL 1.0 %

Cemento INKA Ico	463.52 $\text{Kg/m}^3$
ARENA	704.86 $\text{Kg/m}^3$
PIEDRA 1/2"	928.40 $\text{Kg/m}^3$
AGUA	212.12 $\text{Lts/m}^3$
ADITIVO	3.88 $\text{Lts/m}^3$

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.466
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,313 $\text{Kg/m}^3$
PROPORCION EN PESO	1 : 1.55 2.03
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 1.49 2.02

**CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:**

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	65.88 Kg/bolsa
- Piedra	86.28 Kg/bolsa
- Agua	19.40 Lt/ bolsa
- Aditivo	0.356 Lt/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.





PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

Cemento INKA Ico  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO Z RR PLASTE 971 AL 1.0 %

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	01/07/2019	08/07/2019	15.20	7	53,779.68	295.00	Relacion a/c = 0.466
2	01/07/2019	08/07/2019	15.20	7	54,200.62	297.00	Relacion a/c = 0.466
3	01/07/2019	08/07/2019	15.20	7	53,532.02	296.00	Relacion a/c = 0.466
4	01/07/2019	08/07/2019	15.20	7	55,261.11	303.00	Relacion a/c = 0.466
5	01/07/2019	08/07/2019	15.20	7	54,020.54	299.00	Relacion a/c = 0.466
6	01/07/2019	08/07/2019	15.20	7	53,902.15	296.00	Relacion a/c = 0.466

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	03/07/2019	17/07/2019	15.20	14	56,990.21	312.00	Relacion a/c = 0.466
2	03/07/2019	17/07/2019	15.10	14	55,911.56	309.00	Relacion a/c = 0.466
3	03/07/2019	17/07/2019	15.10	14	56,104.34	310.00	Relacion a/c = 0.466
4	03/07/2019	17/07/2019	15.20	14	57,022.86	313.00	Relacion a/c = 0.466
5	03/07/2019	17/07/2019	15.10	14	56,205.04	311.00	Relacion a/c = 0.466
6	03/07/2019	17/07/2019	15.20	14	57,420.66	315.00	Relacion a/c = 0.466

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diamet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tension Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripcion
1	05/07/2019	02/08/2019	15.20	28	58,919.79	323.00	Relacion a/c = 0.466
2	05/07/2019	02/08/2019	15.20	28	59,159.74	324.00	Relacion a/c = 0.466
3	05/07/2019	02/08/2019	15.10	28	58,511.55	323.00	Relacion a/c = 0.466
4	05/07/2019	02/08/2019	15.10	28	58,824.08	325.00	Relacion a/c = 0.466
5	05/07/2019	02/08/2019	15.20	28	59,529.41	326.00	Relacion a/c = 0.466
6	05/07/2019	02/08/2019	15.20	28	59,403.32	326.00	Relacion a/c = 0.466





**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO DE  $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$**   
**Cemento INKA Ico  $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO Z RR PLASTE 971 AL 0.3 %**

Cemento INKA Ico	463.52 $\text{Kg/m}^3$
ARENA	704.86 $\text{Kg/m}^3$
PIEDRA 1/2"	928.40 $\text{Kg/m}^3$
AGUA	214.84 $\text{Lts/m}^3$
ADITIVO	1.164 $\text{Lts/m}^3$

Característica de la Mezcla

Relación A/C	0.466
Asentamiento	3" - 4"
Densidad	2,313 $\text{Kg/m}^3$
PROPORCION EN PESO	1 : 1.55 2.03
PROPORCION EN VOLUMEN	1 : 1.49 2.02

**CANTIDAD DE MATERIALES PARA 01 BOLSA DE CEMENTO:**

- Cemento	1 Bolsa
- Arena	65.88 Kg/bolsa
- Piedra	86.28 Kg/bolsa
- Agua	19.64 L/ bolsa
- Aditivo	0.106 L/ bolsa

NOTA: Los materiales fueron proporcionados por el Solicitante.





PROBETAS QUE FUERON ELABORADAS Y ENSAYADAS EN EL  
LABORATORIO

Cemento INKA Ico  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  CON ADITIVO Z RR PLASTE 971 AL 0.3 %

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tensión Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	15/07/2019	22/07/2019	15.20	7	61,674.00	338.00	Relacion a/c = 0.466
2	15/07/2019	22/07/2019	15.20	7	61,952.50	340.00	Relacion a/c = 0.466
3	15/07/2019	22/07/2019	15.10	7	60,926.48	337.00	Relacion a/c = 0.466
4	15/07/2019	22/07/2019	15.10	7	59,797.03	331.00	Relacion a/c = 0.466
5	15/07/2019	22/07/2019	15.10	7	59,555.72	329.00	Relacion a/c = 0.466
6	15/07/2019	22/07/2019	15.10	7	60,706.03	326.00	Relacion a/c = 0.466

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tensión Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	17/07/2019	31/07/2019	15.20	14	66,062.05	362.00	Relacion a/c = 0.466
2	17/07/2019	31/07/2019	15.10	14	64,978.87	359.00	Relacion a/c = 0.466
3	17/07/2019	31/07/2019	15.10	14	65,176.18	360.00	Relacion a/c = 0.466
4	17/07/2019	31/07/2019	15.10	14	65,595.75	363.00	Relacion a/c = 0.466
5	17/07/2019	31/07/2019	15.10	14	65,232.86	361.00	Relacion a/c = 0.466
6	17/07/2019	31/07/2019	15.20	14	66,449.41	364.00	Relacion a/c = 0.466

COD.	Fecha Testigo	Fecha de Ensayo	Diámet. (cms)	Edad (días)	Carga Max. en Kg	Tensión Max. Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción
1	19/07/2019	16/08/2019	15.10	28	72,527.55	401.00	Relacion a/c = 0.466
2	19/07/2019	16/08/2019	15.10	28	71,859.86	397.00	Relacion a/c = 0.466
3	19/07/2019	16/08/2019	15.20	28	73,480.09	403.00	Relacion a/c = 0.466
4	19/07/2019	16/08/2019	15.10	28	72,386.48	400.00	Relacion a/c = 0.466
5	19/07/2019	16/08/2019	15.10	28	72,250.40	399.00	Relacion a/c = 0.466
6	19/07/2019	16/08/2019	15.20	28	73,011.08	400.00	Relacion a/c = 0.466



## FICHAS TÉCNICAS DE MATERIALES



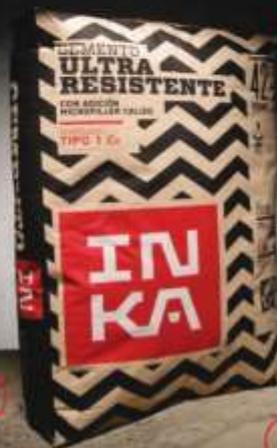
**CEMENTO  
ULTRA  
RESISTENTE**  
CON MICROFILLER CALIZO  
TIPO IC<sub>0</sub>



### FICHA TÉCNICA

#### CEMENTO DE USO GENERAL

Brinda ventajas y propiedades únicas para su utilización en obras de concreto estructural, edificios, industria, minería, infraestructura vial, construcción de viviendas y cualquier uso o elemento de concreto. Es compatible con agregados convencionales y aditivos que dosificados apropiadamente proporciona a la mezcla fresca la trabajabilidad, fluidez y plasticidad que la obra requiere.



#### CARACTERÍSTICAS

El Cemento INKA Ultra Resistente posee moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos, además de baja reactividad con agregados álcali-reactivos, cumpliendo las normas técnicas NTP 334.090 y la ASTM C-595 satisfaciendo cualquier necesidad de la construcción. Sus adición de microfiller calizo, complementado con una molienda extrafina, mejoran las propiedades físicas del cemento, obteniendo una mezcla con menos porosidades, más compacta y una masa más adherible. Es un cemento que se acondiciona a todos los climas del Perú.

#### PROPIEDADES

##### ALTAS RESISTENCIAS EN EL TIEMPO

La molienda extrafina y una excelente distribución granulométrica de las partículas generan altas resistencias iniciales y a largo plazo.

##### MODERADO CALOR DE HIDRATACIÓN

Ideal para obras masivas de concreto, evitando fisuras de origen térmico, principalmente en estructuras de gran volumen.

##### MODERADA RESISTENCIA A LOS SULFATOS

Su bajo contenido de álcalis y de C3A lo hacen ideal para su uso en ambientes agresivos.

##### MAYOR TRABAJABILIDAD E IMPERMEABILIDAD

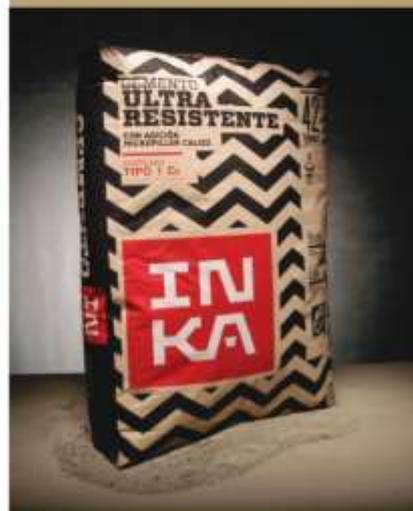
Su plasticidad y la molienda extrafina generan mejor acabado y disminuyen el ingreso de agentes externos al interior del concreto.

**CONFORME A NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.090 / ASTM C-595**



CUIDAMOS  
NUESTRO  
MEDIO  
AMBIENTE

DESCRIPCIÓN	CEMENTO INKA TIPO ICo	Tipo I NTP 334.009 ASTM C-150	Tipo ICo NTP 334.090 ASTM C-595
Contenido de Aire, máx %	6	12 máx	12 máx
Superficie Específica (cm <sup>2</sup> /g)	5800	2600 mín	
Expansión en Autoclave, máx %	0.10	0.80 máx	0.80 máx
Resistencia a la Compresión, Kgf/cm <sup>2</sup>			
1 día	130		
3 días	240	122 mín	133 mín
7 días	320	194 mín	204 mín
28 días	420	286 mín	255 mín
Tiempo de Fraguado Vicat, minutos			
Inicial	130	45 mín	45 mín
Final	380	375 máx	420 máx
Calor de Hidratación, Kcal/kg			
7 días	67		70 mín
28 días	77		80 máx
Resistencia a los Sulfatos, %			
14 días	0.01		0.02 máx
Alcalis Totales (Na <sub>2</sub> O-0.658K <sub>2</sub> O) %	0.40	0.60 máx	0.60 máx



**RESISTENCIAS**  
Cemento INKA Ultra Resistente®  
vs. Cemento Portland Tipo I®



\* Resistencias mínimas garantizadas \*\*NPT 334-009 y ASTM C-150

**CEMENTO INKA ULTRA RESISTENTE** **PORTLAND TIPO I**



[www.cementosinka.com.pe](http://www.cementosinka.com.pe)

Síguenos en:

**PÍDELO EN LA RED INKA**

SOLICITA MAYOR INFORMACIÓN  
CALIZA CEMENTO INKA S.A.  
TEL: (01)5000600 ANEXO:125  
ENTEL: 946525340  
SUB LOTE 2C CAJAMARQUILLA  
LURIGANCHO - CHOSICA, LIMA.

**CONFORME A NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.090 / ASTM C-595**



El mejor amigo del concreto

Av. Los Fajones N° 673, Urb. La Campiña, Chorrillos, Lima - Perú  
Tel: (01) 2523058 / 950 083201 / 994 268 534 / 996 126 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Plastificantes / Superplastificantes / Reductores de agua

## Z RR Plast - 971

**Descripción:** Aditivo líquido polifuncional plastificante, reductor de agua con efecto retardante en el concreto especialmente en climas cálidos permitiendo un aumento en el tiempo de trabajabilidad, mayor durabilidad y reduce la contracción por fragua y la permeabilidad, además como plastificante proporciona a la mezcla del concreto un incremento en el asentamiento (slump) sin necesidad de agregar más agua. Cumple con la Norma ASTM C - 494, Tipo A y D. No contiene cloruro.

### Ventajas

- Se obtiene mayor manejo de los tiempos de fragua y acabado.
- Mayor trabajabilidad especial para concretos caravista.
- Mejora la impermeabilidad y la durabilidad de concreto.
- No necesita aumentar el contenido de agua por m<sup>3</sup>.
- Aumenta la resistencia final.
- Disminuye la formación de cangrejeras.
- Reduce la formación de juntas frías.
- Disminuye la energía de compactación (chuceado, vibrado).
- Reduce en 15-20% el agua del amasado (opcional).
- Aumenta el asentamiento (slump) δ<sup>+</sup> -δ<sup>-</sup> (dependiendo del diseño).

### Características

- Proporciona manejabilidad para bombear las mezclas distancia.
- Permite que el concreto sea transportado a distancia sin perder trabajabilidad.
- Por asentamiento (slump) que proporciona al concreto permite una buena colocación del mismo evitando las cangrejeras.
- Incrementa la cohesividad del concreto fluido disminuyendo la segregación y exudación.
- Especial para plantas concretoras dado que es polifuncional funcionando como retardante plastificante y/o retardante súper plastificante (dependiendo de la dosificación).

### Usos

- En la colocación de grandes cantidades de concreto.
- Pisos y pavimentos.
- Cisternas, canales, represas y toda estructura de concreto armado.
- Especial para bombear concreto. (Shotcrete)

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe / cotizaciones@zaditivos.com.pe / web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 2051. Tel: (01) 715 3744 / 981 288 458 / Callao: Av. Efraim Faicani 1431. Tel: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505 Urb. San Eduardo. Tel: (031) 223 718 / 994 278 778 / Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Tel: (061) 573 581 / 996 128 495

Piura: Av. Bolívar 311, es. 3. Tel: (073) 321 480 / 922 001 351 / Sullana: Av. José de Lama 344. Tel: (073) 509 408 / 923 053 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Manchac. Tel: (084) 257 01 / 994 268 292

Arequipa: Calle Pucarpata 323A - Cercado. Tel: (054) 205 385 / 994 044 894 / Tujillo: Av. América Sur 818 Urb. Palermo. Tel: (044) 425 548 - 998 127 657



El mejor amigo del concreto

Av. Los Fajanos N° 673, Urb. La Campiña, Chorrillos, Lima - Perú  
Tel: (01) 2523058 | 950 085201 / 994 268 534 / 996 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

#### Aplicación

- Como plastificante: Viene listo para ser agregado al agua del amasado, reducir proporcionalmente el agua según la cantidad de aditivo a usar.
- Como reductor de agua: Puede reducir en un 15% a 20% el agua (opcional) de su diseño, manteniendo constante el asentamiento y logrando altas resistencias en todas las edades, obteniendo concretos impermeables.
- Como superplastificante: Proporciona a la mezcla un incremento en el asentamiento sin necesidad de agregar más agua lo que permite concretos de alta resistencia y bombeables.

#### Datos técnicos

##### Rendimiento:

- Como Plastificante: Usar de 0.3% a 1% del peso del cemento.
- Como Superplastificante: Usar de 1% a 1.5% del peso del cemento.

Nota: Realizar ensayos previos ya que las condiciones climáticas son distintas.

##### Densidad:

- $1.195 \pm 0.01 \text{ g/cm}^3$

#### Presentación

- 1 Galón.
- 5 Galones.
- 55 Galones.

Peso del cilindro de 55gal = 248.76Kg.

Debe ser almacenado en un lugar seco, fresco y bajo techo. En estas condiciones tiene una duración de 12 meses en su envase original cerrado. No almacenarlo directamente sobre el peso.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | cotizaciones@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 2051. Telf: (01) 715 3744 / 981 288 458 | Callao: Av. Ercel Fausad 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 581 / 996 128 495

Piura: Av. Bolívar 311. es. 3. Telf: (073) 321 480 / 922 001 351 | Sullana: Av. José de Lams 344. Telf: (073) 509 408 / 923 053 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Manchao. Telf: (084) 257 011 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 385 / 994 044 894 | Tarma: Av. América Sur 818. Urb. Palermo. Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

## PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 48. Entrada a Cantera Palomino



Figura 49. Recolección agregado grueso de Cantera Palomino



Figura 50. Control de temperatura de almacenamiento de aditivo



Figura 51. Probetas Concreto patrón ensayadas



Figura 52. Control de temperatura ambiente y del concreto.



Figura 53. Acopio de testigos de concreto elaborados.



Figura 54. Probetas Concreto patrón ensayadas a 28 días



Figura 55. Preparación de concreto y extracción de probetas



Figura 56. Ensayo de consistencia del concreto / 0.3% aditivo



Figura 57. Ensayo de Peso unitario y porcentjae de vacios del concreto.



Figura 58. Ensayo de exudación



Figura 59. Proebtas elaboradas aditivo 0.3%



Figura 60. Rotura probetas con aditivo 0.3%



Figura 61. Probetas elaboradas con aditivo 1%



## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA**

Norma Técnica Peruana.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2018).

Norma Internacional ASTM – C.

Rivva Lopez, E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto.

Pasquel Carbajal, E. (1998). Topicos de Tecnologia del Concreto en el Perú.

Rivva Lopez, E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto.

Rivva Lopez, E. (2004). Control del Concreto en Obra.

Neville, A. (1989). Tecnologia del Concreto.

Hernán Coapaza Aguilar (2018). Influencia del Aditivo Superplastificante en las Propiedades del Concreto  $f'c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup> como Alternativa de Mejora en los Vaciados de Techos de Vivienda Autoconstruidos en Puno.

Llanelid Fernández López (2017). Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima – 2016.

Coldie Ivonee Huarcaya Garzón (2015). Comportamiento del Asentamiento en el Concreto Usando Aditivo Polifuncional Sikament 290n.

Jhonathan Wilson Mayta Rojas (2014). Influencia del Aditivo Superplastificante en el Tiempo de Fraguado, Trabajabilidad y Resistencia Mecánica del Concreto, en la Ciudad de Huancayo.