



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación del aditivo superplastificante para reducir la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Lima – Perú, 2017.

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

AUTOR:

RUBÉN ALIPIO SÁNCHEZ ELLIOTT

ASESOR:

Mg. FÉLIX GERMAN DELGADO RAMÍREZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

“A mi esposa Julisa e hijos Juan Pablo, José Ignacio y Kiara Belén por ser la motivación de todo mi esfuerzo y ganas de salir adelante”.

“A mis padres Alipio y Elvira, por enseñarme a superar en la vida y brindarme todo su amor y apoyo constante en todo momento”.

“A mis hermanos Augusto, Miriam y Eric, por el aliento y apoyo recibido”

AGRADECIMIENTO

A Dios por enseñarme y guiarme en el camino a seguir, darme las fuerzas necesarias para caminar y la fortaleza para afrontar las adversidades”.

A mis asesores Dra. Teresa Gonzales Moncada y Mg. Félix Delgado Ramírez, docentes de la Universidad Cesar Vallejo, por su asesoría, apoyo y ánimo, en el desarrollo y finalización de la tesis.

A mis amigos ingenieros y futuros colegas Tatiana Vicente y Juan Bazán por su apoyo constante y ánimo en todo el proceso del desarrollo de la tesis.

A mis amigos y compañeros de aula por compartir conmigo su amistad y su vasta experiencia profesional.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Rubén Alipio Sánchez Elliott, identificado con DNI N° 10035847, con el propósito de cumplir con las disposiciones vigentes en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que todos los datos, información y documentación que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 28 de mayo del 2017

Rubén Alipio Sánchez Elliott

DNI: 10035847

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ EN LIMA - PERÚ, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Rubén Alipio, Sánchez Elliott

ÍNDICE GENERAL

	Pag.
Título	I
Páginas del jurado	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Declaratoria de autenticidad	V
Presentación	VI
Índice	VII
Índice de tablas	X
Índice de figuras	XII
Resumen	XIII
Abstract	XIV
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos previos	17
1.2.1 Antecedentes nacionales	17
1.2.2 Antecedentes internacionales	20
1.3. Teorías relacionadas al tema	22
1.3.1. Aditivo superplastificante	22
1.3.1.1. Reductor de agua en la pasta de cemento	25
1.3.1.2. Incrementa la resistencia del concreto	25
1.3.1.3. Reduce la permeabilidad del concreto	26
1.3.2. Permeabilidad capilar del concreto	27
1.3.2.1. Porosidad o vacíos en el concreto endurecido	30
1.3.2.2. Absorción capilar del agua en el concreto endurecido	32
1.3.2.3. Porosidad capilar o efectiva del concreto endurecido	33
1.4. Formulación del problema	34
1.4.1. Problema general	34

1.4.2. Problemas específicos	34
1.5. Justificación del estudio	34
1.5.1. Justificación teórica	35
1.5.2. Justificación práctica	35
1.5.3. Justificación económica	35
1.5.4. Justificación social	35
1.6. Hipótesis	36
1.6.1. Hipótesis general	36
1.6.2. Hipótesis específicas	36
1.7. Objetivos	36
1.7.1. Objetivo general	36
1.7.2. Objetivos específicos	37
II. MÉTODO	38
2.1. Diseño de la investigación	38
2.1.1. Método: Científico	38
2.1.2. Tipo: Aplicado	38
2.1.3. Nivel: Explicativo	38
2.1.4. Diseño: Experimental	38
2.2. Operacionalización de variables.	39
2.3. Población y muestra.	41
2.3.1. Población.	41
2.3.2. Muestreo.	41
2.3.3. Muestra.	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	42
2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	42
2.4.2. Validez y confiabilidad.	42
2.5. Métodos de análisis de datos.	43
III. ANÁLISIS Y RESULTADOS	45
3.1. Descripción de la zona de estudio.	45
3.2. Desarrollo de la investigación.	45
3.2.1. ETAPA 1: Selección de materiales.	45
3.2.2. ETAPA 2: Marco normativo de los ensayos.	47
3.2.3. ETAPA 3: Investigación de las propiedades de los materiales.	48

3.2.4. ETAPA 4: Diseño de mezcla.	53
3.2.5. ETAPA 5: Ensayo al concreto fresco.	53
3.2.6. ETAPA 6: Ensayo al concreto endurecido.	56
3.3. Recopilación de la Información	60
3.4. Ensayos de laboratorio	65
3.5. Análisis	65
3.5.1. Objetivo estratégico 1	65
3.5.2. Objetivo estratégico 2	67
3.5.3. Objetivo estratégico 3	73
3.5.4. Objetivo general	74
IV. DISCUSIÓN	75
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla II, 1: Porcentaje de validez del instrumento de recojo de datos.	43
Tabla III, 1: Marco normativo de los ensayos de la investigación.	47
Tabla III, 2: Resumen de resultados de ensayos al concreto fresco.	55
Tabla III, 3: Datos recopilados en el ítem 2.1. según diseño de mezcla.	61
Tabla III, 4: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 1.	62
Tabla III, 5: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 2.	63
Tabla III, 6: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 3.	63
Tabla III, 7: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 4.	64
Tabla III, 8: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 5.	64
Tabla III, 9: Volumen de poros o vacíos en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según dosificación de Euco 537.	66
Tabla III, 10: Cálculo de absorción, % porosidad efectiva y velocidad de absorción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin aditivo.	67
Tabla III, 11: Cálculo de absorción, % porosidad efectiva y velocidad de absorción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 0.5%.	68
Tabla III, 12: Cálculo de absorción, % porosidad efectiva y velocidad de absorción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 1.0%.	69
Tabla III, 13: Cálculo de absorción, % porosidad efectiva y velocidad de absorción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 1.5%.	70
Tabla III, 14: Cálculo de absorción, % porosidad efectiva y velocidad de absorción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con aditivo al 2.0%.	71
Tabla III, 15: Cuadro resumen sobre el efecto del aditivo Euco 537 en la absorción, porosidad efectiva, velocidad inicial y secundaria de absorción del agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura I, 1: Eflorescencia en muros de albañilería y corrosión del acero en elemento estructural (columna).	16
Figura I, 2: Mecanismo de funcionamiento de un superplastificante.	23
Figura I, 3: Reducción de agua obtenida por adición de un superplastificante.	25
Figura I, 4: Desarrollo de la resistencia a la compresión en concretos que contiene superplastificante.	26
Figura I, 5: Coeficiente de permeabilidad al agua en función de la relación a/c.	29
Figura I, 6: Relación entre la porosidad y el grado de hidratación para concretos con relación a/c de 0.38 y 0.70	30
Figura I, 7: Relación entre la relación agua / cemento y el grado de hidratación en el que los capilares dejan de ser continuos.	33
Figura III, 1: Extracción de agregados de la Cantera Flor de Nieve, ubicada a la altura del Km. 40 – Lurín.	46
Figura III, 2: Aditivo superplastificante Euco 537.	46
Figura III, 5: Ensayo peso unitario suelto y compactado de la arena y piedra.	52
Figura III, 6: Ensayo granulométrico de piedra y arena.	52
Figura III, 7: Ensayo de asentamiento mediante el Cono de Abrams.	53
Figura III, 8: Ensayo para determinar la temperatura del concreto.	54
Figura III, 9: Ensayo para determinar el Aire atrapado en el concreto	54
Figura III, 10: Ensayo para determinar peso unitario.	55
Figura III, 11: Secado en horno de la muestra a 100°C durante 24 hrs.	56
Figura III, 12: Inmersión de la muestra en agua a 21°C por 48 hrs.	56
Figura III, 13: Inmersión y hervido de la muestra en agua durante 5 hrs.	57
Figura III, 14: Determinación de peso aparente en muestra sumergida.	57

Figura III, 15: Tratamiento y características de muestras según ASTM C1585.	58
Figura III, 16: Procedimiento del ensayo según ASTM C1585-04.	59
Figura III, 17: Ficha técnica de la norma ASTM C1585-04.	59
Figura III, 18: Porcentaje de volumen de poros vs. Porcentaje de dosificación del aditivo superplastificante Euco 537 en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.	66
Figura III, 19: Gráfico de velocidad inicial y secundaria de absorción de agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sin aditivo.	68
Figura III, 20: Gráfico de velocidad inicial y secundaria de absorción de agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con 0.5% de aditivo.	69
Figura III, 21: Gráfico de velocidad inicial y secundaria de absorción de agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con 1.0% de aditivo.	70
Figura III, 22: Gráfico de velocidad inicial y secundaria de absorción de agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con 1.5% de aditivo.	71
Figura III, 23: Gráfico de velocidad inicial y secundaria de absorción de agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con 2.0% de aditivo.	72
Figura III, 24: Gráfico resumen sobre la velocidad de absorción del agua en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a diferentes dosificaciones de Euco 537.	73

RESUMEN

La investigación titulada “Aplicación del aditivo superplastificante para reducir la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima – Perú, 2017” tuvo como objetivo general determinar en qué medida el empleo de aditivos superplastificantes reducen la permeabilidad capilar del concreto. Los autores idóneos, referenciados en el marco teórico, fueron Ramachandran V.S., Richardson M. y E. Rivas Lopez.

El diseño de investigación se cimentó en el método científico de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. El desarrollo del procedimiento metodológico consistió en elaborar 5 diseños de mezclas de concreto, cuya resistencia fue de 210 Kg/cm^2 a relación $a/c = 0.60$ constante. Se empleó el aditivo superplastificante *Euco 537* a una dosificación de 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0% en relación al peso del cemento y según recomendación del fabricante. Para determinar cómo afecta la velocidad de dosificación del aditivo en la reducción de la permeabilidad del concreto se emplearon los siguientes ensayos: ASTM C642-04 y ASTM C1585-06. El primero, ayudo a establecer el porcentaje de volumen de poros o vacíos en el concreto; y el segundo, a determinar la velocidad de absorción de agua y el volumen de porosidad efectiva.

Los resultados mostraron los beneficios del aditivo en cuanto a la reducción de la permeabilidad, pues se generó una disminución del 15.0% al 9.85% de porosidad efectiva y un descenso de la velocidad media de absorción de agua del $4.0\text{E-}02 \text{ mm/s}^{1/2}$ a $1.8\text{E-}02 \text{ mm/s}^{1/2}$.

Palabras claves: Porosidad capilar, Absorción capilar, Impermeabilidad.

ABSTRAC

The research entitled "Application of the superplasticizing additive to reduce the permeability of the concrete capillary $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ in Lima-Peru, 2017" had as a general objective to determine the extent to which the use of superplasticizing additives reduces the permeability of the capillary concrete. The ideal authors, referenced in the theoretical framework, were Ramachandran V.S., Richardson M. and E. Rivvas López.

The research design was based on the scientific method of applied type, explanatory level and experimental design. The development of the methodological procedure consisted in elaborating 5 designs of concrete mixtures, whose resistance was 210 Kg/cm^2 with relation $w/c = 0.60$ constant. The superplasticizing additive Euco 537 was used at a dosage of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% in relation to the weight of the cement and according to the manufacturer's recommendation. To determine how the rate of dosage of the additive affects the reduction of concrete permeability, the following tests were used: ASTM C642-04 and ASTM C1585-06. The first, I help to establish the percentage of volume of pores or voids in the concrete; and the second, to determine the speed of absorption of water and the volume of effective porosity.

The results show the benefits of the additive in terms of the reduction of permeability, since a decrease of 15.0% to 9.85% effective porosity and a decrease in the average water absorption rate of $4.0\text{E-}02 \text{ mm/s}^{1/2}$ to $1.8\text{E-}02 \text{ mm/s}^{1/2}$.

Key words: Capillary porosity, Capillary absorption, Impermeability

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, el uso de los aditivos superplastificantes ha evidenciado notables mejoras en las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como endurecido. Las investigaciones e innovaciones modernas sobre este material, expuestas en los symposium RILEM (Unión Internacional de Laboratorios y expertos en Materiales de Construcción, Sistemas y Estructuras) y en el ACI (Instituto Americano del Concreto) SP-302, han evidenciado que su aplicación puede mantener y mejorar la plasticidad del concreto en situaciones de difícil colocación, así mismo, ofrecer concretos de alta resistencia en ciertos procesos constructivos que se requiera, siendo esto un aporte notable en la industria de la construcción. Además de estos beneficios, los componentes de este tipo de aditivo posibilitan obtener concretos de baja permeabilidad, condición y criterio de durabilidad en las investigaciones modernas sobre tecnología del concreto.

La permeabilidad (o facilidad de paso) del concreto a los agentes del exterior a través de su red capilar de poros, ha suscitado investigaciones sobre el comportamiento microestructural del concreto. Metha y Monteiro (2006) en su libro *Concrete. Microstructure, Properties and Materials* realizan un análisis exhaustivo sobre este tema. Las relaciones entre la microestructura y las propiedades del concreto están en el centro de la ciencia moderna del material, y guardan una estrecha relación con el concepto de durabilidad. En nuestro caso, una cierta comprensión de los elementos esenciales de la microestructura del concreto, en especial su estructura porosa, podrían ayudar a comprender los factores que influyen en la permeabilidad del concreto.

En el Perú, el concreto más usado en las construcciones es de resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Este tipo de resistencia a compresión no necesariamente establece, que el concreto sea durable frente a entornos muy agresivos. La durabilidad del concreto está determinada, entre otras características, por su estructuración

porosa. El ingeniero Pasquel (2010) manifestó que la *informalidad alcanzada en la fabricación y utilización del concreto* es del 77% respecto a su producción total. Este dato refleja una realidad alarmante sobre la situación del concreto en nuestro país, que se hace visible en las patologías del concreto. La informalidad en la fabricación del concreto, se observa mayormente en las denominadas “autoconstrucciones” o construcción informal de edificaciones (en su mayoría viviendas). Esta problemática se constituye en un ámbito de estudio.

Las viviendas autoconstruidas de los AA.HH. de los conos de la ciudad de Lima son vulnerables a los concretos informales. La mayoría de viviendas que conforman este sector son “autoconstruidas” bajo el sistema “albañilería estructural”. El último censo del 2007 que se realizó en Lima, manifestó que el 85% de viviendas de la zona son de material noble, aunque no detalla el estado de conservación de las mismas. Pero es evidente que hasta la fecha varias viviendas presentan fallas por deterioro en sus elementos estructurales, especialmente en las columnas de concreto armado. (Ver figura I, 1)



Figura I, 1: Eflorescencia en muros de albañilería y corrosión del acero en elemento estructural (columna). Fuente: Elaboración propia.

Una de las causas del deterioro o patologías del concreto se debe a la alta permeabilidad. El alto índice de porosidad, en especial la porosidad capilar, en este tipo de concreto suelen favorecer la penetración de fluidos (líquidos: agua; gases o iones) que lo califica como un problema que puede comprometer el funcionamiento de la estructura. **¿Cómo reducir la porosidad capilar y su**

interconectividad en el concreto para hacer de éste más impermeable al agua, a la humedad y a agentes agresivos que atenten contra su resistencia y durabilidad?, es una pregunta que se pretende responder en la presente investigación. El empleo del **aditivo superplastificante** (reductor de agua de alto rango) o *High-Range Water-Reducing Admixtures (HRWRA)*, puede contribuir directamente a reducir o minimizar el porcentaje de poros o red porosa en el concreto, e indirectamente a beneficiar en su durabilidad.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes nacionales

(Ascate Vásquez, 2013, 13 pp.) en la investigación “Efecto de un aditivo impermeabilizante en la capilaridad de un mortero de cemento/arena en el norte del Perú”, artículo científico de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte, Revista electrónica de la facultad de Ingeniería; tuvo como objetivo determinar el efecto de un aditivo impermeabilizante tipo hidrófugo en la capilaridad de un mortero compuesto por cemento Portland MS y arena en la ciudad de Trujillo.

La investigación se desarrolló en base al método científico, de tipo aplicativo, nivel explicativo y diseño experimental. El procedimiento metodológico consistió en elaborar doce especímenes de mortero de forma cúbica (5 cm. de cada lado), de los cuales, seis fueron utilizados como patrón y los otros seis restantes, elaborados con aditivo impermeabilizante en polvo, como experimentos. Realizó ensayos de absorción capilar según norma ASTM C-1585 en el laboratorio de materiales y concreto de la UPN.

Los resultados obtenidos evidenciaron que al adicionar un aditivo impermeabilizante en los especímenes experimentales, hubo una disminución de $87.34 \text{ gr} \cdot \text{min}/\text{cm}^2$ a $28.58 \text{ gr} \cdot \text{min}/\text{cm}^2$ del fleco capilar y del peso de agua absorbida durante el ensayo de capilaridad. La conclusión reafirma la importancia del empleo de aditivos impermeabilizantes en la reducción de la permeabilidad capilar del concreto.

Esta investigación es idónea debido a que cumple con la exigencia cronológica y similitud de variables con el objeto de estudio de la presente tesis. Además ofrece el instrumento de medición del indicador a evaluar, constituyéndose el instrumento de carácter normativo.

(Garay y Quispe, 2016, 98 pp.), en la tesis “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (Reductor de agua de alto rango)”, para optar el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima; se plantearon estudiar la calidad de los concretos producidos en las autoconstrucciones y esbozar una propuesta de mejora mediante el empleo del aditivo superplastificante.

El marco metodológico fue de carácter científico, aplicativo, explicativo y experimental. El procedimiento metodológico consistió en recopilar dos grupos de muestras de concreto (sin alterar la dosificación de sus componentes ni la calidad de los agregados y del agua) provenientes de las autoconstrucciones, y a uno de los grupos -que se le denominó experimental- se aplicó el aditivo superplastificante. Realizaron los siguientes ensayos: Asentamiento (NTP 339.035 – ASTM C143), contenido de aire (NTP 339.083 – ASTM C231) y resistencia a la compresión (NTP 339.034 – ASTM C39).

Los autores evidenciaron un incremento de la resistencia a compresión en concretos con aditivo (valor promedio = 184 Kg/cm²) con respecto a los concretos sin aditar (valor promedio = 138 Kg/cm²), obteniendo el valor mínimo aceptable y requerido por la Norma E.060. Con ello concluyeron, que la eficiencia del aditivo, tanto en el concreto fresco (trabajabilidad) como en el concreto endurecido (resistencia a la compresión) ayuda a mejorar sus propiedades, incrementando -de alguna manera- su “calidad”.

Esta tesis es apta para la presente investigación, debido a que cumple con el rigor cronológico establecido y desarrolla la primera variable (aditivo superplastificante). Las conclusiones evidencian los beneficios que ofrecen los aditivos superplastificante para establecer la calidad del concreto.

(Mayta Rojas, 2014, 283 pp.), en su tesis “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo”, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo; tuvo como objetivo analizar el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido a diferentes dosificaciones del aditivo superplastificante.

El método de investigación fue de tipo aplicativo, nivel explicativo y diseño experimental. Estableció el siguiente proceso metodológico: Diseñar dos grupos de mezclas (patrón y experimental – sin y con aditivo) a relaciones $a/c = 0.40$, 0.50 y 0.60 , donde a la mezcla experimental se le iban a incorporar diferentes dosis de aditivo superplastificante (250, 450, 650, 850 y 1050 ml por cada 100 kg de cemento), obteniendo un total de 18 diseños de mezcla. Posteriormente realizó los ensayos de Asentamiento (NTP 339.035 – ASTM C143) y resistencia a la compresión (NTP 339.034 – ASTM C39) para evaluar el objeto de estudio.

Las conclusiones a las que llegó el investigador fue que el aditivo superplastificante incrementa la trabajabilidad del concreto, retrasa brevemente el tiempo de fraguado y genera una resistencia a la compresión por encima del 70% respecto al concreto patrón (a 28 días de curado) para dosis de 650 ml del aditivo mencionado.

Esta tesis es idónea para la presente investigación. Más allá de cumplir con el aspecto cronológico y compartir una de las variables de estudio, ofrece un desarrollo del procedimiento metodológico que cumple con el rigor científico en la comprobación y verificación de resultados.

(Díaz Vilca, 2010, 173 pp.) en su investigación “Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto”, Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Escuela académico profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú; tuvo como objetivo: “demostrar que existe una relación entre la resistencia a la compresión y tracción con el logaritmo de la porosidad para diferentes relaciones a/c y diferentes días de curado.” (p. 6).

El marco metodológico fue de carácter científico; tipo, aplicativo; nivel, correlacional; y diseño experimental. El desarrollo del proceso metodológico consistió en las siguientes etapas: “a) Clasificar los materiales para el correcto diseño de mezcla; b) Diseño de mezcla, usando el método del ACI; c) Realización de ensayos acerca del concreto fresco; d) Realización de ensayos de compresión y tracción acerca del concreto endurecido. Los especímenes fueron analizados mediante el siguiente instrumento: *método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido*, según norma ASTM C-642.

Los resultados manifestaron que el porcentaje de volumen de vacíos en el concreto tiende a disminuir conforme aumentan los días de curado, y a incrementar la resistencia a compresión y tracción. La investigación ha demostrado la correlación que existe entre la porosidad y la resistencia del concreto.

Esta investigación, aunque no cumple con el rigor cronológico, es idónea debido a que desarrolla una de las dimensiones (estructura porosa del concreto) a analizar. Existe un vacío epistemológico en el Perú sobre investigaciones sobre porosidad del concreto. No hay evidencia que la investigación es recurrente o frecuente. Pero ofrece el instrumento –de carácter normativo (ASTM C-642)- para medir la dimensión mediante el indicador determinado en el marco teórico. Por ello, este antecedente se muestra como referencial para futuras investigaciones sobre microestructura del concreto.

1.2.2. Antecedentes internacionales

(Nevárez Argüello, 2015, 69 pp.), en su tesis “Análisis de absorción capilar de los hormigones expuestos al entorno marino, aplicado en los balnearios Crucita - San Jacinto – San Clemente, Manabí – Ecuador”, para obtener el Título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador; tuvo como objetivo investigar el

fenómeno de absorción capilar del concreto en entornos marinos de la zona costera de Manabí.

El método de investigación fue de carácter científico; nivel, explicativo; y diseño experimental. El procedimiento metodológico se desarrolló de la siguiente manera: Primero.- Diseño de concreto ($f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$) con agregados de la zona, cemento de alta resistencia a edades tempranas, agua (proveniente del mar y potable) y aditivo superplastificante, reductor de agua al 1% del peso del cemento. Segundo.- Ensayo de absorción capilar y porosidad efectiva de los especímenes, mediante la norma ASTM C1585.

La investigación brindó los siguientes resultados: con respecto a la *velocidad de absorción*, las muestras ensayadas estuvieron por debajo del valor $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}^{1/2}$ ($5 \times 10^{-2} \text{ mm/s}^{1/2}$); y con respecto a la *porosidad efectiva*, las muestras estuvieron por debajo del 10%. Estos valores mencionados son referenciados en base al estudio realizado por Howland y Martín (2013, 12 pág.).

Esta tesis, sin lugar a dudas, es óptima porque guarda mucha relación con nuestra investigación. Además de cumplir con el rigor cronológico, tienen como variable operacional dos de los indicadores (velocidad de absorción capilar y porosidad efectiva del concreto) de nuestro estudio. Asimismo, nos brinda el instrumento de medición en función a la norma ASTM C-1585, y los valores que se obtuvieron en los resultados son referenciales para nuestra investigación.

(Carrasco López, 2013, 85 pp.), en su tesis “Aditivo Hiperplastificante en absorción de humedad por capilaridad del hormigón”, para optar el Título de Ingeniero Constructor, Facultad de Ingeniería, Escuela de Obras Civiles, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile; tuvo como objetivo determinar la relación que presenta la humedad por capilaridad en hormigones a los cuales se ha incorporado aditivos hiperplastificantes.

El diseño de investigación consistió en: método, científico; tipo, aplicada; nivel, explicativo; y diseño, experimental. Como procedimiento metodológico, realizó la medición de la absorción de humedad por capilaridad del concreto (variable dependiente) en función a la dosificación del aditivo Hiperplastificante (variable

independiente). La dosificación del aditivo estuvo dentro del rango 0.3% al 1.5% de la cantidad de cemento del diseño de concreto patrón.

Como conclusión, el investigador manifiesta que en la medida en que se incrementa la dosificación del aditivo, se produce un aumento proporcional en la absorción de humedad por capilaridad en el concreto hasta en un 2.6% con respecto a la muestra patrón.

Entonces, cabe mencionar que a mayor dosificación del aditivo se podría generar efectos desfavorables sobre la permeabilidad capilar del concreto, por ello se recomienda seguir las indicaciones del fabricante sobre su correcto uso.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Aditivo superplastificante.

Los aditivos superplastificantes o reductores de agua de alto rango (*High-Range Water-Reducing Admixtures*, HRWRA) son una clase especial de aditivos que reducen el contenido de agua de un concreto dado entre el 12% y el 25%. Los tres tipos principales de materias primas utilizadas en superplastificantes son el sulfonado de naftaleno-formaldehído (SNF), el sulfonado de melanina-formaldehído (SMF) y los poliacrilatos. Este último pertenece a la tercera generación de superplastificantes, aunque la mayoría de los datos disponibles basados en investigaciones son en base a aditivos que contienen SMF y SNF. Todos estos tipos deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 494 tipo F o G para ser considerados como superplastificantes.

El comité ACI 212, mediante el informe ACI 212.4R-04 (2004, p. 3-6), menciona que los aditivos superplastificantes, en general, se pueden utilizar para reducir el contenido de agua del concreto, disminuyendo así la relación a/cm , lo que a su vez, reduce la porosidad de la pasta e incrementa las resistencias.

Así mismo, el informe ACI 212.3R-10 (2010, p. 16-19), del mismo comité ACI, indica que los superplastificantes se usan para aumentar significativamente el

asentamiento (*slump*) e incrementar la trabajabilidad sin añadir más agua o para reducir sustancialmente el contenido de agua sin una pérdida en el *slump*. También, los superplastificantes se usan para producir mayor resistencia y mayor durabilidad, para reducir la permeabilidad del concreto reduciendo el contenido de agua en la mezcla y para obtener una resistencia requerida con menor contenido de cemento, entre otros beneficios. También pueden mejorar las propiedades del concreto que contiene agregados que son duros, mal graduados, o ambos, o pueden usarse en concreto que se colocará en condiciones difíciles.

Para (Ramachandran y Malhorta, 1995, p. 418-426), “la propiedad más importante de un superplastificante es su capacidad para dispersar las partículas de cemento”. A través de esta propiedad, los granos de cemento obtienen un óptimo grado de hidratación en el concreto superplastificado, eliminando el agua retenida en el proceso de floculación (Ver figura 1, 2). Por ello, los HRWAs reducen los requerimientos de agua en un 30%, generando un incremento en las resistencias. De la misma manera, producen concretos con permeabilidad reducida, mejor acabado superficial, reducida contracción al secado, y ahorro de costes general. Todo ello contribuye en la producción de concretos con buenas características de durabilidad.

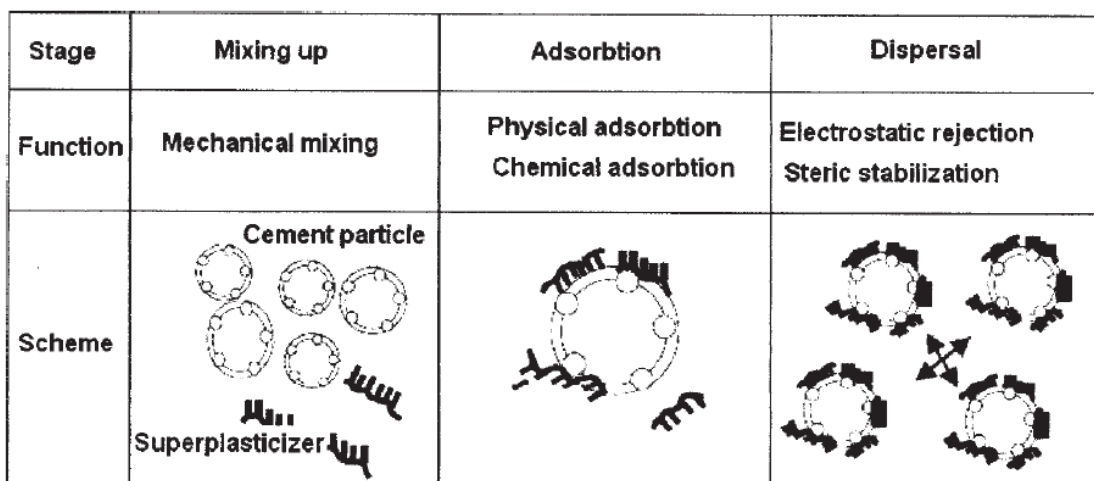


Fig. 1, 2: Mecanismo de funcionamiento de un superplastificante.

Fuente: Ramachandran V.S., en Concrete Admixtures Handbook, p. 412

Según (Dodson, 1990, p. 51), los superplastificantes como reductores de agua permiten la reducción de la relación a/c, de esta manera posibilita la densificación del concreto (de todos sus componentes, el agua tiene la gravedad específica más baja) haciéndola menos permeable al agua agresiva y a sus soluciones salinas. Esto significa que el hormigón tratado es menos susceptible a la intrusión de cloruro y de iones sulfato.

En la misma línea, (Kosmatka S, 2004, et al., p. 140-143), afirma que los aditivos superplastificantes pueden reducir grandemente la demanda de agua y el contenido de cemento y pueden producir concreto con baja relación agua-cemento, alta resistencia y trabajabilidad normal o alta.

En resumen, los aditivos superplastificantes son parte de una línea de aditivos que contribuyen a mejorar las propiedades del concreto tanto en su estado fresco como en su estado endurecido. Sus tres modos de aplicación, en función a su mecanismo de dispersión sobre las partículas de cemento, son: a) Producir concreto con baja relación a/c; b) Producir concreto con contenido reducido de cemento; y c) Producir concreto fluido. (autocompactante y autonivelante). Todos estos beneficios, en especial la primera, posibilitan obtener concretos con baja permeabilidad.

Los autores citados anteriormente coinciden, en sus definiciones, acerca de los beneficios de los aditivos. Sin embargo, V.S. Ramachandram, elegido como investigador idóneo, expone –de manera amplia- un desarrollo sobre el tema. Los informes ACI 212.4R-04 y ACI 212.3R-10, lo citan y recomiendan como lectura obligada para toda investigación que vaya a realizar en cuanto al uso de los superplastificantes.

Las **características** de los aditivos superplastificantes se pueden clasificar en base a los efectos que produce en el concreto tanto en su estado fresco y endurecido. Los más convenientes y aplicados para el presente estudio, son los siguientes:

1.3.1.1. Reductor de agua en la pasta del concreto

Según (Ramachandran y Malhotra, 1995, p. 445) la cantidad de reducción de agua alcanzable con un superplastificante particular oscila entre el 15% a 35%, y depende de *la dosificación y el asentamiento inicial* (Ver Figura I, 3). Existe evidencia de que, más allá de una dosis particular, no es posible reducir más el agua. En todos los tipos de cementos portland, la reducción de agua se produce, pero en diferentes grados. En general, la reducción de agua aumenta con el aumento del contenido de cemento. La reducción de agua también depende del tipo de superplastificante y del tipo de catión asociado con el superplastificante.

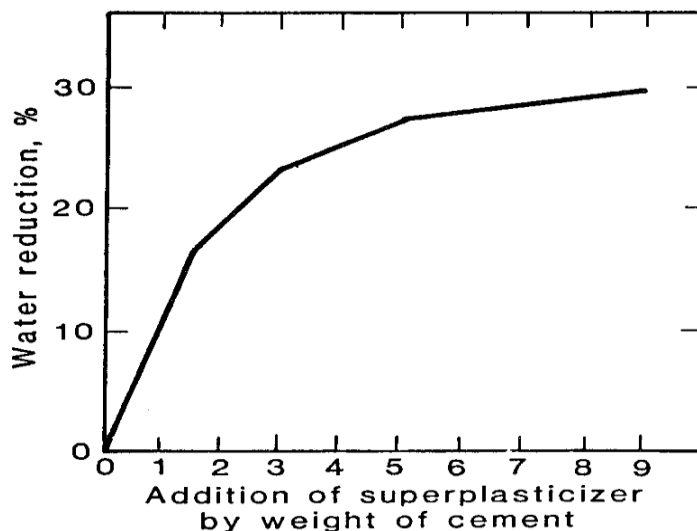


Figura I, 3. Reducción de agua obtenida por adición de un superplastificante.

Fuente: Ramachandran y Malhotra, 1995, en Superplasticizer, p. 457

1.3.1.2. Incrementa la resistencia del concreto.

Para (V. S. Ramachandran y M. Malhotra, 1995, p. 456) Los efectos primarios de los aditivos superplastificantes sobre la resistencia a la compresión del concreto se derivan de su efecto sobre la relación a/cm. La disminución resultante en a/cm aumentará significativamente la resistencia del concreto en todas las edades (Ver figura I, 4). Si se comparan mezclas con la misma relación a/cm,

aquellas que contienen superplastificantes presentan un ligero aumento de resistencia debido al efecto de dispersión del cemento.

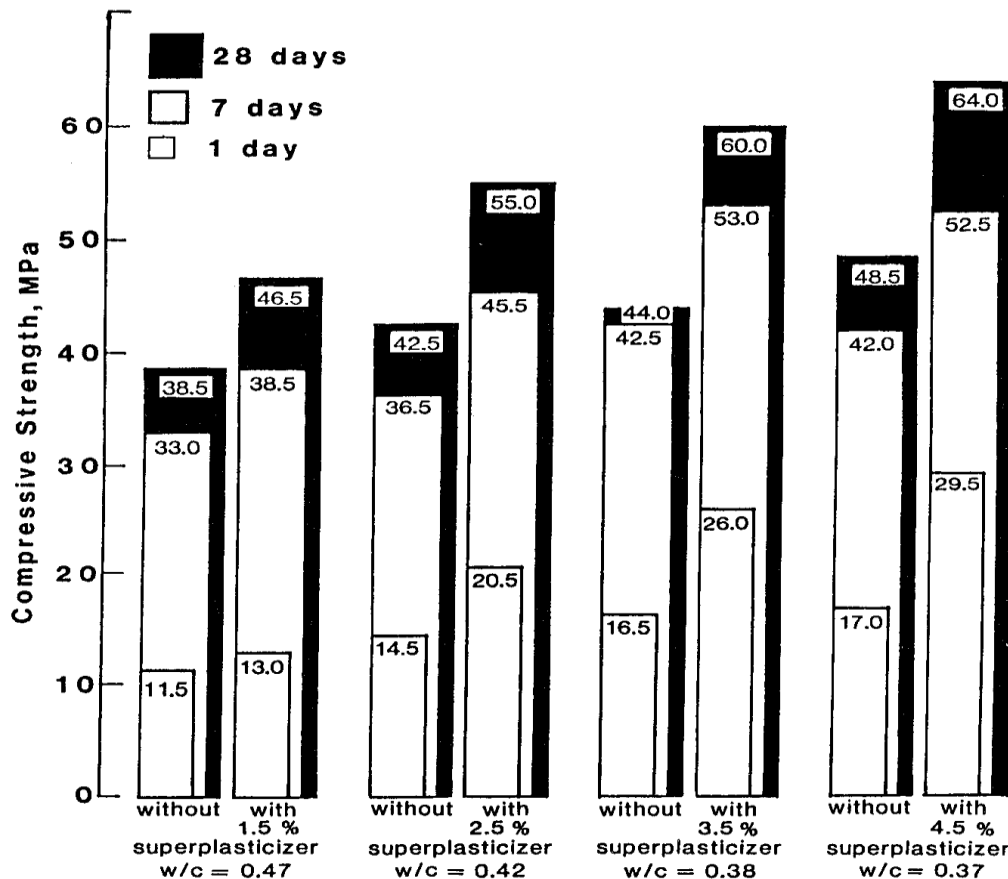


Figura I, 4. Desarrollo de la resistencia a la compresión en concretos que contiene superplastificante. Fuente: Ramachandran y Malhotra, 1995, en Superplasticizer, p. 458

1.3.1.3. Reduce la permeabilidad del concreto.

Según (V. S. Ramachandran y M. Malhotra, 1995, p. 166), cuando se utilizan aditivos superplastificantes para bajar la relación a/cm, la permeabilidad del concreto disminuye y aumenta la resistencia, aumentando la durabilidad del concreto. El concreto tratado con superplastificante tiene una resistencia a la penetración del cloruro similar o ligeramente superior a la del concreto no tratado con una similar relación a/cm. Cuando se usan para reducir la relación a/cm, los superplastificantes aumentan la resistencia del concreto a la entrada de cloruros, reduciendo el potencial de corrosión.

La clasificación de estas dimensiones de la variable independiente es de suma importancia porque guardan relación epistemológica con la variable dependiente (Permeabilidad capilar del Concreto) y sus dimensiones.

1.3.2. Permeabilidad capilar del Concreto

El tema de la permeabilidad del concreto ha sido abordado por varios autores. Cada uno plantea su perspectiva de análisis, y lo enmarcan dentro del concepto de la microestructura. A continuación, se presentan cinco autores que definen el tema:

“La permeabilidad puede definirse como la facilidad con que un ión, molécula o fluido puede moverse a través del concreto. Esta definición es algo imperfecta debido a que los procesos implicados en la migración de fluidos e iones incluyen los distintos mecanismos de atracción capilar, el flujo bajo un gradiente de presión y el flujo bajo un gradiente de concentración. Estos mecanismos se caracterizan por las propiedades materiales de sorptividad, permeabilidad y difusividad respectivamente. Sin embargo, el término "permeabilidad" se ha usado frecuentemente, de una manera general, para referirse a propiedades que influyen en el ingreso. [...] **La permeabilidad del concreto** a un agente dado, por ejemplo dióxido de carbono, **es una función de la estructura de poros, el grado de interconexión de la estructura de poro y el contenido de humedad de la estructura de poro permeable.** [...] La permeabilidad de un concreto será predominantemente influida por la permeabilidad de la pasta de cemento, especialmente la calidad de la pasta en el concreto de cubierta y en la interfaz con partículas de agregado. La estructura de los poros capilares es particularmente significativa. La permeabilidad es una función del grado de interconexión entre los poros, la distribución del tamaño del poro y su tortuosidad.” (Richardson, 2002, p.38-39)

“La permeabilidad consiste en que el concreto puede ser atravesado por un fluido (líquido, gases, iones) por causa de una diferencia de presión entre las dos superficies opuestas del material.[...] La permeabilidad del concreto al agua depende de la pasta (poros capilares); de la permeabilidad y granulometría de los agregados; de la proporción de pasta en relación a la del agregado; y de los vacíos causados por una compactación deficiente o por los capilares del agua de exudación (macroporos)”. (Rivva Lopez, E., *Ataques al concreto*, 2014, p. 16)

“La permeabilidad es la facilidad con la cual los líquidos y los gases pueden viajar a través del concreto. [...] la permeabilidad es controlada por la porosidad de la pasta de cemento, pero la relación no es tan simple como la distribución del tamaño del poro, que es un factor [...] La permeabilidad de la pasta de cemento hidratada es mayor por la presencia de poros capilares más grandes y, de hecho, su permeabilidad es generalmente una función de la porosidad capilar. Como la capilaridad es controlada por la relación agua/cemento y por el grado de hidratación, también la permeabilidad de la pasta de cemento depende principalmente de esos parámetros”. (Neville y Brooks, 1998, p.202-203)

“La mayoría de las propiedades importantes del hormigón endurecido están relacionadas con la cantidad y las características de los diferentes tipos de poros en el hormigón. Las propiedades de ingeniería, tales como resistencia, durabilidad, contracción, fluencia, permeabilidad y difusión iónica, están directamente influenciadas o controladas por las cantidades relativas de los diferentes tipos y tamaños de poros. [...] La permeabilidad está influenciada por el volumen, el tamaño y la continuidad de los poros.” (Hearn et al., 2006, p.238-239)

“La permeabilidad del concreto hidráulico es la propiedad que permite el paso del fluido (agua, gases o iones) en o a través de sí mismo [...] A través de esta propiedad, el concreto ofrece un determinado grado de

resistencia a la penetración de agentes externos que lo deterioren, y por ende, atenten contra su durabilidad”. (Waddell y Dobrowolsky, 1997, p.81)

La medida en que un concreto es permeable deriva de una serie de factores. Básicamente, citando a (Richardson, 2002, p.38-39), se debe a la porosidad o vacíos en el concreto, al grado de interconexión de la estructura de poro (poros capilares) y el contenido de humedad de la estructura de poro permeable (absorción capilar). Para reducir el volumen de poros capilares, elemento que determina la permeabilidad del concreto, se requiere el empleo de relaciones a/c bajas (ver figura I, 5) y un adecuado periodo de hidratación del cemento (ver figura I, 6). A menor relación a/c, menor es el coeficiente de permeabilidad. Por el contrario, a mayor relación a/c, mayor es el índice de permeabilidad. El estado de la estructura de poro capilar al final de la etapa de hidratación depende en gran medida de la relación a/c y de la calidad del curado.

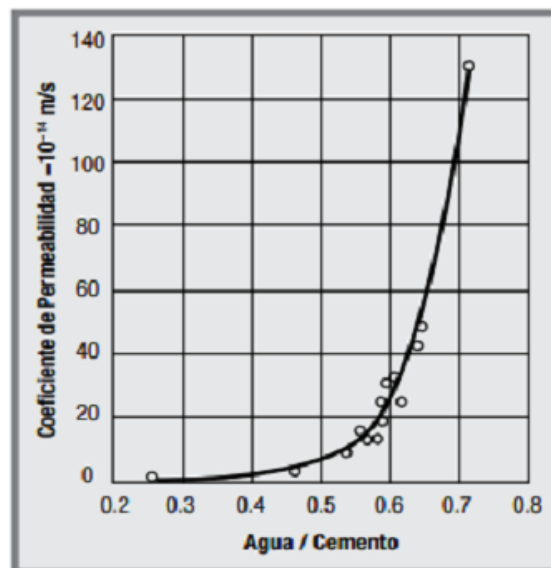


Figura I, 5. Coeficiente de permeabilidad al agua en función de la relación a/c

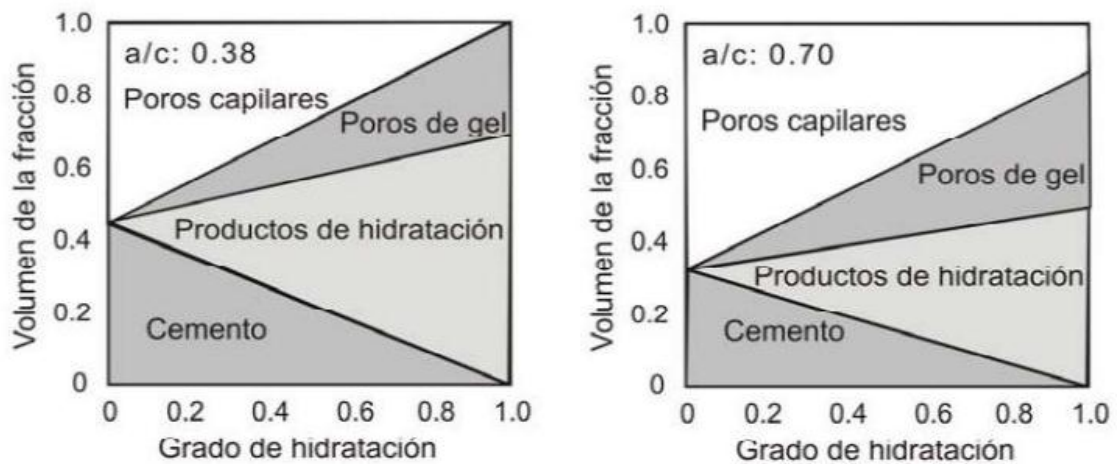


Figura I, 6: Relación entre la porosidad y el grado de hidratación para concretos con relación a/c de 0.38 y 0.70

A pesar de lo mencionado arriba, el concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable, por ello es que a través de distintos aditivos y adiciones se busca controlar este parámetro. Por ello, es necesario comprobar la eficacia de los aditivos superplastificantes para reducir la permeabilidad capilar del concreto.

1.3.2.1. Porosidad o vacíos en el concreto endurecido

La permeabilidad esta obviamente relacionada con la estructura de los poros, pero es importante diferenciar entre porosidad y permeabilidad. La porosidad es una medida de la proporción de un material representado por vacíos. La permeabilidad es una medida de la capacidad de un material para moverse a través de otro. Aunque los materiales permeables siempre requieren una red de poros, no hay necesariamente un enlace directo. Por ejemplo, el concreto fluido y el concreto con aire incorporado pueden tener una porosidad relativamente alta pero tienen baja permeabilidad. Los concretos de baja relación agua/cemento, mal curados, tendrán alta porosidad y alta permeabilidad. Por ello, (Neville y Brooks, 1998, p. 202) concluyen que “la permeabilidad del concreto no es una simple función de su porosidad, sino que depende también del tamaño, distribución y continuidad de los poros”.

1.3.2.1.1. *Poros gel.*- Los poros gel, o también denominados *microporos*, son aquellos que se presentan en la pasta de cemento hidratada y endurecida. Su diámetro corresponde al orden de los nanométricos y oscilan entre 0,001 μm y 0,008 μm . Esta clase de poros presenta un bajo índice de permeabilidad; por ello, el paso a los agentes agresivos no podrán desplazarse a través de ellos.

1.3.2.1.2. *Poros capilares.*- Los poros capilares, o también denominada *porosidad efectiva o fundamental*, se encuentran fuera del gel cemento. Su forma es variable y su tamaño oscila entre 0,02 μm y 200 μm . de diámetro. Cuando están interconectados y abiertos al exterior, son susceptibles de ser saturados y a través de ellos ocurre la permeabilidad del concreto a fluidos.

“En teoría, todos los poros capilares podrían ser llenados en un concreto con una relación a/c muy baja de 0,38. En la práctica, la hidratación completa rara vez se logra y en cualquier caso los requisitos de trabajabilidad exigen mayores relaciones a/c. Por lo tanto, es inevitable que exista una red capilar. El desafío es producir un concreto que tenga la red menos capilar para una trabajabilidad dada. El logro de diámetros de poros capilares en el rango de 0,01 μm a 5 μm es posible en concretos bien hidratados, con baja relación agua/cemento, pero los valores pueden alcanzar 50 μm en concretos de menor calidad”. (Richardson, 2002, p. 98)

1.3.2.1.3. *Macroporos.*- Los macroporos, o también denominados poros de aire, son burbujas de aire que quedan atrapados y/o intencionalmente incluidos (mediante un aditivo) en la masa del concreto; su diámetro oscila entre 100 μm (arrastrado) hasta 2 mm (atrapados). El tamaño y la distribución del aire arrastrado dependen del uso de aditivos de arrastre de aire. El aire atrapado debe ser liberado durante la compactación, pero claramente queda algo de aire atrapado, particularmente en superficies inclinadas. Por lo general, esta clase de poros no suelen estar interconectados, pero si en su mayoría expuestos al exterior.

En general, dentro de esta clasificación de la porosidad del concreto, los más determinantes para establecer la resistencia y la durabilidad del concreto son los **poros capilares** y los **macroporos**; mientras más poroso sea el concreto menor es su resistencia mecánica y tendrá mayor vulnerabilidad ante la agresividad del medio ambiente. Para medir el volumen de poros en el concreto se acude a la norma ASTM C642.

1.3.2.3. Absorción capilar del agua en el concreto endurecido

Según Neville (2011, p. 488-490) la penetración de agua al interior del concreto basado en el fenómeno de absorción capilar se considera como el mecanismo básico o más frecuente de transporte de agua en las estructuras de concreto reforzado. El agua al tocar la superficie de un concreto convencional sufrirá así un efecto de atracción similar al producido por una esponja.

La norma ASTM C1585-13 manifiesta que "la durabilidad del concreto sometido a muchos entornos agresivos es una función, en gran medida, de la penetrabilidad (permeabilidad) del agua a través del sistema de poros. En el concreto no saturado, la tasa de penetración de agua u otros líquidos se controla en gran medida por absorción debido al aumento capilar". El cálculo para estimar la cantidad de agua que absorbe el concreto está determinado por la siguiente fórmula:

$$I = \frac{m_t}{a/d} \dots\dots\dots(1)$$

donde: I = La absorción;

m_t = El cambio en la masa del espécimen en gramos, en el momento t;

a = El área expuesta de la muestra, en mm²; y

d = La densidad del agua en g/mm.

1.3.2.3. Porosidad capilar o efectiva del concreto endurecido

Para Neville (2011, p. 98) la porosidad capilar de la pasta depende tanto de la relación agua/cemento de la mezcla como del grado de hidratación. La ausencia de capilares continuos se debe a una combinación de una relación agua/cemento adecuada y un período de curado húmedo suficientemente largo (ver figura I, 7). Por ello, a menores relación agua/cemento y considerables grados de hidratación del concreto contribuye a obtener poros capilares discontinuos. Por el contrario, para relaciones agua/cemento por encima de 0,70, incluso la hidratación completa no produciría suficiente gel para bloquear todos los capilares.

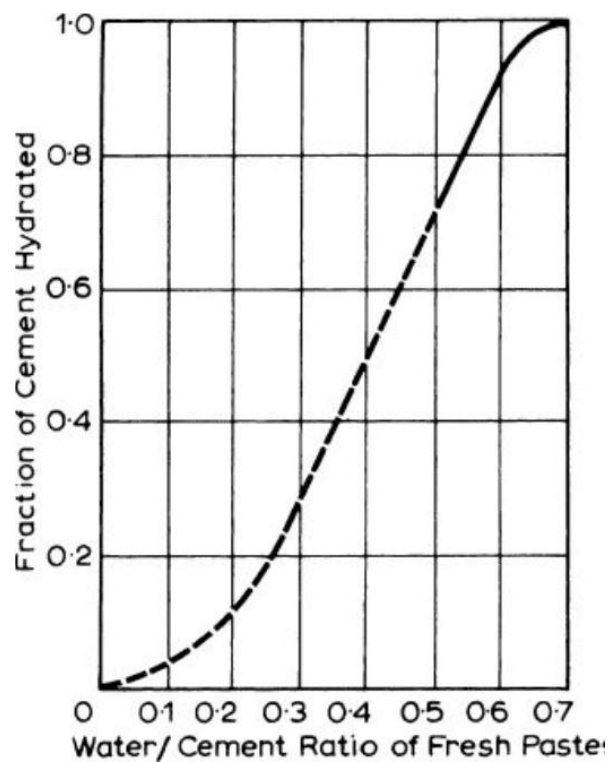


Figura I, 7: Relación entre la relación agua / cemento y el grado de hidratación en el que los capilares dejan de ser continuos. Fuente: Neville (2011, p. 102)

El cálculo para determinar el porcentaje de poros capilares en el concreto se fundamenta en el Ensayo de Absorción capilar ASTM C1585. (Nevárez Argüello, 2015, 69 pp.), en su investigación planteo que el volumen de poros capilares está en función del cociente entre la absorción de agua en mm (l) y el espesor de la muestra ensayada en mm.

1.4. Formulación del problema.

1.4.1 Problema general:

¿En qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017?

1.4.2 Problemas específicos:

1.- ¿En qué medida, los efectos de la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la porosidad o vacíos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017?

2.- ¿En qué medida, los efectos de la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la absorción capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017?

3.- ¿En qué medida, los efectos de la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la porosidad capilar o efectiva del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017?

1.5. Justificación del estudio

Por medio de la justificación debemos, en palabras de Maya (2014, p. 26), demostrar que el estudio es necesario e importante. Para ello, debemos exponer sus razones -el para qué y/o porqué del estudio-. Las razones que motivan esta investigación son de orden teórico, metodológico, práctico, social y técnico.

- **Justificación teórica:** Después de una exhaustiva búsqueda de teorías se encontró a Ramachandran V.S., Richardson M. y E. Rivvas Lopez. Ellos, a través de un amplio marco teórico, contribuyeron en el desarrollo de la presente

investigación. Ellos se constituyen en autores idóneos porque su planteamiento teórico es coherente con el objeto de estudio.

- **Justificación metodológica:** Las fichas técnicas y los ensayos en laboratorio, elaborados y desarrollados en base a las normas ASTM C642 y ASTM C1585, se constituyen como instrumentos de medición en la presente investigación. Estos, porque derivan de una norma internacional, son instrumentos universales y pretenden contribuir a esta investigación en particular y a estudios posteriores.

- **Justificación práctica:** Con la presente investigación se pretende establecer una propuesta de solución al tema de deterioro de los elementos estructurales de las construcciones que empleen el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. El alcance de la investigación se determinará según los resultados; y con ello, se ofrecerá una posible solución al problema de resistencia y durabilidad de las estructuras de concreto armado en general.

Para reforzar esta justificación, citamos a Vara (2010, p. 106), quien afirma: *“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.”*

- **Justificación Social.-** La investigación procurará ofrecer una solución al problema de deterioro de las estructuras de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, junto a ello, y de manera directa, se pretenderá un aseguramiento de la calidad de vida de las personas y las estructuras. Porque la justificación social de una investigación, parte de las siguientes cuestiones: *“¿Cuál es su trascendencia para la sociedad?, ¿quiénes se beneficiarán con los resultados de la investigación?, ¿de qué modo? En resumen, ¿qué alcance o proyección social tiene?”*. (Hernández et al., 2014, p. 39).

- **Justificación técnica.-** Las normas que se ven directamente involucradas con la presente investigación son ASTM C642 y ASTM C1585. Se ha hecho uso de

ellas para efectos de elaborar fichas técnicas y establecer procedimientos mediante los ensayos de laboratorio de materiales de concreto.

1.6. Hipótesis.

1.6.1 Hipótesis general:

La adecuada aplicación del aditivo superplastificante reducirá la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017

Hipótesis específicas:

1.- El adecuado uso del aditivo superplastificante reducirá la porosidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

2.- La apropiada aplicación del aditivo superplastificante reducirá la velocidad de absorción capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

3.- El correcto empleo del aditivo superplastificante reducirá la porosidad efectiva del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

1.7. Objetivos.

Objetivo general:

Determinar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

Objetivos específicos:

- 1.- Establecer en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la porosidad o vacíos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.
- 2.- Determinar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la absorción capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.
- 3.- Analizar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante reducirá la porosidad capilar o efectiva del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

2.1.1 Método: DEDUCTIVO

El método científico está compuesto por una serie de etapas que deben seguirse en forma ordenada y rigurosa. A través de este método, el investigador puede observar un fenómeno interesante y explicar lo observado, permitiéndole ser ordenado, analítico, reflexivo, creativo y productivo. (Maya, 2014, p. 13)

2.1.2 Tipo: APLICADA

Según Maya (2014, p. 17) existen tres tipos fundamentales de investigación: Básica, aplicada y tecnológica. La investigación aplicada, que es la que se empleó en el presente estudio, depende de los avances de la investigación básica, buscando la aplicación y consecuencias prácticas, sobre todo a nivel tecnológico de los conocimientos. Lleva a la práctica los resultados de la investigación básica.

2.1.3 Nivel.- EXPLICATIVO

Valderrama (2013, p. 42-47) plantea que hay cinco niveles de investigación: Exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo y predictivo. El presente estudio posee el nivel explicativo, debido a que pretendió “conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables, en un contexto particular”.

2.1.4 Diseño.- EXPERIMENTAL

Según Oseda et al. (2011, p. 99-111) el diseño es plan, guía o estrategia a seguir en una investigación. Los diseños pueden ser experimentales y no-experimentales. El diseño experimental se enmarca dentro de la presente investigación debido a que “la variable independiente (causa) es manipulable, mediante la experimentación, para observar si la variable dependiente (efecto) varía o no. Es decir, la variable independiente se manipula y la variable dependiente se controla, o se mide”.

2.2. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO
Variable Independiente: ADITIVO SUPER-PLASTIFICANTE	<p>" La propiedad más importante de un superplastificante es su capacidad para dispersar las partículas de cemento [...] son capaces de reducir los requerimientos de agua en un 30%, generando un incremento en las resistencias [...] Otras ventajas importantes incluyen la producción de concreto con permeabilidad reducida, mejorando el acabado superficial, reducción de la contracción, y ahorro de costes general. (Además) permite la producción del concreto a bajas relaciones a/c y con buenas características de durabilidad." (V.S.Ramachandran y V.M.Malhorta, Superplasticizer en <i>Concrete Admixtures Handbook</i> , p. 410-517)</p>	<p>Los aditivos superplastificantes reducen la cantidad de agua en la pasta, incrementa la resistencias y reduce la permeabilidad del concreto. Por ello, el porcentaje de hidratación del cemento, el índice bajo de relación agua/cemento y el bajo porcentaje de la porosidad capilar son indicadores que miden tal eficacia del aditivo. Para realizar tal medición se recurre a las siguientes pruebas estandarizadas: Ensayo de esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C-39 y NTP 339.034) y Ensayo sobre velocidad de absorción capilar del concreto (ASTM C 1585-04) respectivamente.</p>	Reductor de agua en la pasta de cemento	* Porcentaje de la hidratación del cemento	* Ensayo de esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C-39 y NTP 339.034)
			Incrementa la resistencia del concreto	* Índice bajo de relación agua/cemento	* Ensayo de esfuerzo a compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C-39 y NTP 339.034)
			Reduce la permeabilidad del concreto	* Porcentaje bajo de la porosidad capilar en el concreto.	Ficha técnica según Ensayo sobre velocidad de absorción capilar del concreto (ASTM C 1585-04)

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTO
Variable Dependiente: PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO	"La durabilidad del concreto sometido a muchos entornos agresivos es una función, en gran medida, de la penetrabilidad (permeabilidad) del agua a través del sistema de poros. En el concreto no saturado, la tasa de penetración de agua u otros líquidos se controla en gran medida por absorción debido al aumento capilar". (ASTM C1585-13)	La permeabilidad capilar del concreto es una función de la porosidad o vacíos, de la absorción capilar y de la porosidad capilar o efectiva del concreto endurecido. El porcentaje de porosidad, la velocidad de absorción capilar y la cantidad de penetración de agua en el concreto son los indicadores que miden la permeabilidad. Para realizar esta medición es necesario recurrir al Ensayo para determinar la velocidad de absorción capilar del concreto según norma ASTM C 1585 y al Ensayo de densidad, absorción y vacíos en el concreto según norma ASTM C 642.	Porosidad o vacíos del concreto endurecido	* Porcentaje o índice de porosidad	* Ficha técnica según Ensayo de densidad, absorción y vacíos en el concreto (NTP 339.187/ASTM C-642)
			Absorción capilar del concreto endurecido	* Velocidad o tasa de absorción capilar del concreto.	Ficha técnica según Ensayo sobre velocidad de absorción capilar del concreto (ASTM C 1585-13)
			Porosidad capilar o efectiva del concreto endurecido	* Cantidad de penetración de agua al concreto.	Ficha técnica según Ensayo sobre velocidad de absorción capilar del concreto (ASTM C 1585-13)

2.3. Población y muestra:

2.3.1. Población:

Según Valderrama (2013, p. 182) la población es el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”. Por ello, y de acuerdo a la presente investigación, la población estuvo conformada por los concretos de resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a relación $a/c = 0.60$ en la ciudad de Lima con cemento Quisqueya Tipo I.

2.3.2. Muestreo:

Valderrama (2013, p. 188-193), manifiesta que el muestreo “es el proceso de selección de una parte representativa de la población, la cual permite estimar los parámetros de la población”. Existen dos tipos: probabilístico y no probabilístico. Dentro del muestreo no probabilístico existen tres modos: muestreo por cuotas, muestreo intencional y muestreo “bola de nieve”. En el ***muestreo no probabilístico intencional***, el investigador selecciona la muestra debido a razones de comodidad y según criterio. Este tipo de muestreo se empleó en el presente estudio.

2.3.3. Muestra:

Debido a las características del muestreo, la muestra que se seleccionó en la presente investigación estuvo conformada por 45 testigos de concreto (10 cm x 20 cm), las cuales fueron ensayadas para la cuantificación del volumen de poros (permeables y no permeables) y de la velocidad de absorción capilar del concreto endurecido.

- Grupo control: 9 especímenes del diseño 1 sin aditivo superplastificante.
- Grupo experimental: 9 probetas de cada diseño 2, 3, 4 y 5 con aditivo superplastificante al 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0% del peso del cemento.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección que se empleó en la presente investigación fue: **La observación experimental y el fichaje**. Para Oseda et al. (2011, p. 147-154), la observación experimental es una poderosa técnica de investigación científica. La observación estructurada y de laboratorio fueron las características más sobresalientes en el presente estudio. El fichaje consistió en registrar los datos en los instrumentos llamados fichas de *recolección de datos*, las cuales, debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación por lo cual constituye un valioso auxiliar en esa tarea, al ahorrar mucho tiempo, espacio y dinero.

El instrumento, que se empleó tanto para la recolección de datos como para el posterior análisis –mediante cálculo–, se basó en la **ficha técnica** según los Ensayos de Absorción, Densidad y Vacíos en el concreto (ASTM C642-04) y ensayos de Velocidad de absorción capilar del concreto (ASTM C1585-06). (Ver Anexo 2.1 y 2.2)

2.4.2. Validez y confiabilidad

Según Valderrama (2013, p. 198), la validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos lo determina el “juicio de expertos”. Efectivamente se solicitó a tres expertos (ver anexos del 2.3 al 2.8), que después de una rigurosa evaluación del instrumento, son ellos quienes lo validaron. El instrumento alcanzó un porcentaje de aprobación del 98%. (Ver cuadro II, 1)

Tabla II, 1: Porcentaje de validez del instrumento de recojo de datos.
Elaboración propia

	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN		
			EXP. 1	EXP. 2	EXP. 3
I.	INFORMACIÓN GENERAL				
	1.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	10	10	10	10
II.	INFORMACIÓN TÉCNICA				
	2.1. Datos para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto (ASTM C642-06)				
	2.1.1. Datos de diseño del espécimen	10	10	10	10
	2.1.2. Datos físicos del espécimen	10	10	10	9
	2.1.3. Datos de pesos según ensayo ASTM C 642-06	20	20	20	20
	2.2. Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)				
	2.2.1. Datos de diseño del espécimen	10	10	10	9
	2.2.2. Datos físicos del espécimen	10	10	10	10
	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585	20	20	20	20
III.	PANEL FOTOGRÁFICO	10	10	10	9
	TOTAL	100	100	100	97
		Promedio %	98%		

2.5. Métodos de análisis de datos.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en un laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Casar Vallejo, sede Lima – Norte. El procedimiento consistió en dos etapas: Primero: Análisis de agregados, diseño de mezclas y elaboración de los especímenes (probetas en forma cilíndrica de 100 mm x 200 mm). Segundo: Propiamente las pruebas, como el ensayo de densidad, absorción y vacíos (según la norma NTP 339.187/ASTM C-642) y el ensayo de velocidad absorción capilar (según la norma ASTM C-1585). Las muestras se realizaron en concreto endurecido a la edad de 28 días.

El diseño de mezclas se realizó según lo indicado en el método ACI 211. Hubo cinco grupos de diseños de mezclas según las diferentes dosificaciones (0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%) del aditivo superplastificante Euco 537. En cada grupo se elaboraron un promedio de 9 muestras o especímenes. También se conservaron fijas muchas variantes en las mezclas, como por ejemplo mismos agregados, mismo tipo de cemento, mismas condiciones de curado, esto con el fin de no afectar los resultados que se pretenden obtener, que es determinar el índice de

porosidad y la velocidad de absorción capilar del concreto en función a la dosificación del aditivo superplastificante.

El tiempo que se empleó para desarrollar la investigación (diseño y elaboración del concreto, curado de los especímenes a ensayar y la ejecución de los ensayos según ASTM C-642 y ASTM C-1585) tuvo un periodo de 60 días aproximadamente.

Para el análisis de los datos, obtenidos mediante los instrumentos de recojo de datos, se utilizó la hoja de cálculo Excel. Por medio del análisis se recurrió a tablas y gráficos para interpretar los resultados obtenidos de los ensayos.

III. ANALISIS Y RESULTADOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Cesar Vallejo, sede Lima Norte.

3.2. EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se desarrolló en las siguientes etapas:

Etapa 1: Selección de los materiales.

Etapa 2: Marco normativo de los ensayos.

Etapa 3: Investigación de las propiedades de los materiales.

Etapa 4: Diseño de mezclas.

Etapa 5: Ensayos al concreto fresco.

Etapa 6: Ensayos al concreto endurecido.

3.2.1. ETAPA 1: SELECCIÓN DE MATERIALES

3.2.1.1. Cemento

El cemento es Portland Tipo I marca Quisqueya. Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas gracias a que sus partículas son de mayor finura y contribuyen a la baja permeabilidad del concreto. Cumple con las siguientes especificaciones técnicas (NTP 334.009:2005 y ASTM C-150:2004)

3.2.1.2. Agregados

Los agregados, tanto grueso como fino, se obtuvieron de la Cantera Flor de Nieve, ubicada a la altura del Km. 40 – Lurín (Ver figura III, 1) en las coordenadas: Latitud: Sur 12°16'07" y Longitud: Oeste 76°53'05". Esta cantera provee de materiales agregados para la fabricación del concreto a la zona sur de Lima.



Figura III, 1: Extracción de agregados de la Cantera Flor de Nieve, ubicada a la altura del Km. 40 – Lurín. Fuente: Elaboración propia.

3.2.1.3. Agua

El agua utilizada tanto para la preparación como para el curado del concreto procedió de la red de agua potable de Sedapal – Lima.

3.2.1.4. Aditivo

El aditivo que se utilizó en los diseños de mezclas es **EUCO 537** (ver figura III, 2). Esta clase de aditivo, según ficha técnica (Ver anexo 4), corresponde al tipo G de la norma ASTM C 464 y su composición química es de Naftaleno Sulfonado. Euco 537 es comercializado en el Perú por la empresa Química Suiza.



Figura III, 2. Aditivo superplastificante Euco 537. Fuente: Elaboración propia

3.2.2. ETAPA 2: MARCO NORMATIVO DE LOS ENSAYOS

Los ensayos de laboratorio se realizaron en base a los procedimientos de las normas NTP y ASTM, y se dividieron en tres grupos: (Ver tabla III, 1)

- Ensayos de las propiedades físicas de los agregados grueso y fino;
- Ensayos al concreto en estado fresco; y los más importantes
- Ensayos al concreto en estado endurecido.

Tabla III, 1: Marco normativo de los ensayos de la investigación.

MARCO NORMATIVO DE LOS ENSAYOS		
ENSAYO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
ENSAYO	Norma NTP	Norma ASTM
Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.	NTP 400.022:2002	ASTM C-128
Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.	NTP 400.021:2002	ASTM C-127
Método de ensayo normalizado para determinar la densidad y los vacíos en los agregados.	NTP 400.017:2011	ASTM C-566
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	NTP 400.012:2001	ASTM C-136
ENSAYO AL CONCRETO EN ESTADO FRESCO		
ENSAYO	Norma NTP	Norma ASTM
Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.	NTP 339.035:2009	ASTM C-143
Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de	NTP 339.046:2008	ASTM C-138
Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).	NTP 339.184:2002	ASTM C-1064
ENSAYOS AL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO		
ENSAYO	Norma NTP	Norma ASTM
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en	NTP 339.034:2008	ASTM C-39
Ensayo para determinar la densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido	NTP 339.187:2004	ASTM C-642
Ensayo para determinar la velocidad de absorción capilar en concretos hidráulicos.		ASTM C-1585

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. ETAPA 3: INVESTIGACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

3.2.3.1. **Cemento.**- Ver ficha técnica del cemento Quisqueya tipo I.

3.2.3.2. **Agregados.**- Pasquel (1998, p.38) considera que las propiedades físicas de mayor importancia son la de peso específico, peso unitario, humedad, porosidad y la distribución volumétrica de las partículas (granulometría o gradación). Por ello, el análisis de las propiedades físicas de los agregados (grueso y fino) se realizó mediante los siguientes ensayos:

3.2.3.2.1. Peso específico y absorción

a. *En el agregado fino (arena):*



Paso 1: Remojar 5Kg de muestra durante 24 hrs.



Paso 2: Secar a temperatura ambiente y pesar la muestra.



Paso 3: Llenar en la probeta y medir el volumen desplazado.



Paso 4: Llevar la muestra al horno durante 24 hrs.



Paso 5: Pesar la muestra y calcular el peso específico y absorción.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del ensayo de absorción y peso específico se visualizaran en el Anexo 3.1 y 3.2.

b. En el agregado grueso (piedra):

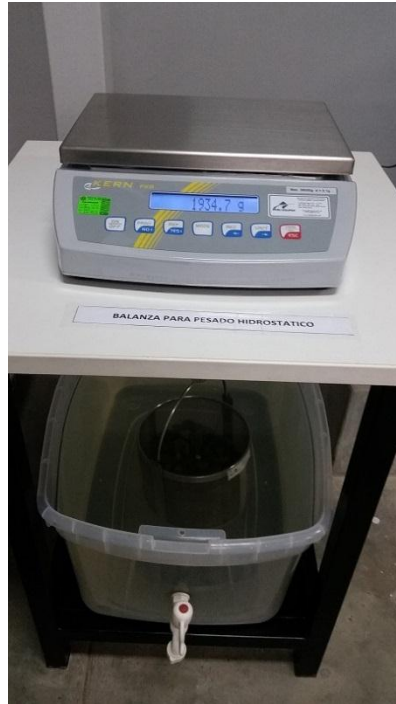


Paso 1: Remojar la muestra por 24 hrs.

Paso 2: Secar la muestra superficialmente



Paso 3: Pesar la muestra saturada



Paso 4: Sumergir la muestra en agua y medir el peso.



Paso 5: Secar la muestra en el horno por 24 hrs., pesar y calcular.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del ensayo de absorción y peso específico se visualizaran en el Anexo 3.1 y 3.2.

3.2.3.2.2. Peso unitario compactado y suelto

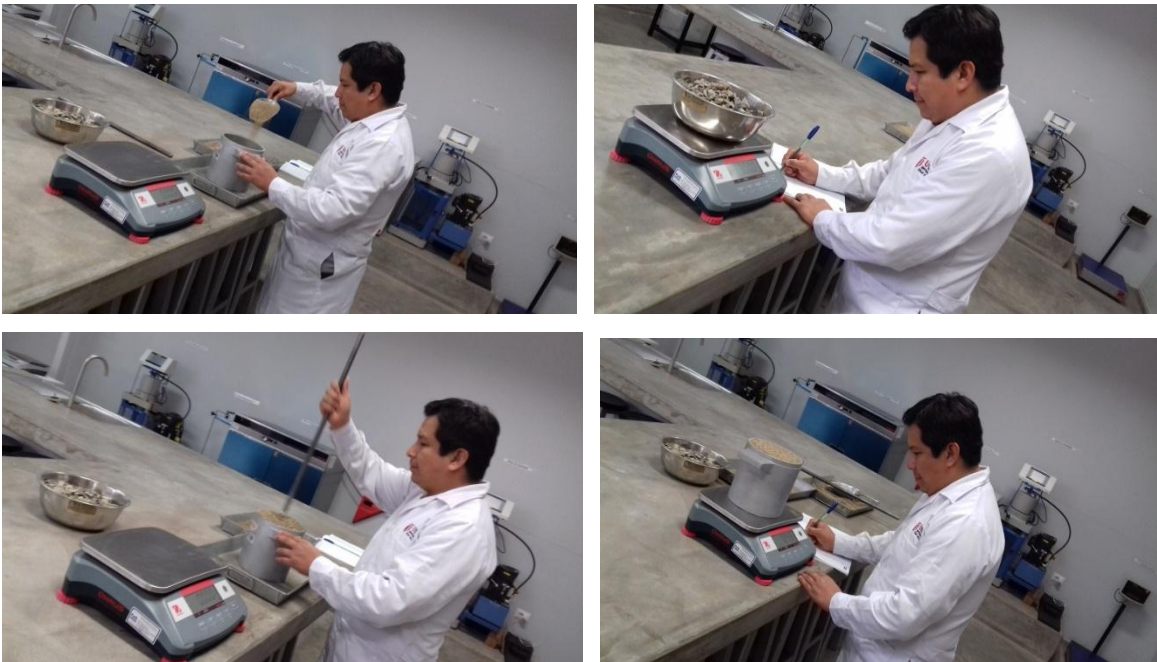


Figura III, 5: Ensayo peso unitario suelto y compactado de la arena y piedra.
Fuente: Elaboración propia

Los resultados del ensayo de absorción y peso específico se visualizaran en el Anexo 3.1 y 3.2.

3.2.3.2.3. Contenido de humedad

Los resultados del ensayo de absorción y peso específico se visualizaran en el Anexo 3.1 y 3.2.

3.2.3.2.4. Análisis granulométrico



Figura III, 6: Ensayo granulométrico de piedra y arena
Fuente: Elaboración propia

Los resultados del ensayo de absorción y peso específico se visualizaran en el Anexo 3.1 y 3.2.

3.2.4. ETAPA 4: DISEÑO DE MEZCLA

El primer diseño de mezcla es un punto de partida. Sobre este diseño teórico se hicieron correcciones debido a la variedad de agregados. Los diseños se realizaron en base al método ACI 211. Se elaboraron 5 diseños de mezclas según dosificaciones de aditivo *Euco 537* a 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 % del peso del cemento. (Ver del Anexo 3.3 al 3.7).

3.2.5. ETAPA 5: ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO

3.2.5.1. Asentamiento



Figura III, 7: Ensayo de asentamiento mediante el Cono de Abrams
Fuente: Elaboración propia

3.2.5.2. Temperatura



Figura III, 8: Ensayo para determinar la temperatura del concreto.
Fuente: Elaboración propia

3.2.5.3. Aire atrapado



Figura III, 9: Ensayo para determinar el Aire atrapado en el concreto
Fuente: Elaboración propia

3.2.5.4. Peso Unitario



Figura III, 10: Ensayo para determinar peso unitario
Fuente: Elaboración propia

Los resultados finales de los ensayos al concreto fresco se observan en los anexos 3.3 al 3.7. A continuación mostramos un cuadro resumen: (Ver tabla III, 2)

	SLUMP (pulg)	TEMPERATURA (°C)		AIRE %	PESO UNITARIO (Kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)
		AMBIENTE	MEZCLA			
Patrón	4	30.0	28.0	1.0	2354	1.00
Aditivo al 0.5%	4 3/4	31.0	30.0	1.3	2394	1.00
Aditivo al 1.0%	5 3/4	30.0	27.0	1.5	2395	1.00
Aditivo al 1.5%	7	31.0	28.0	1.7	2406	1.00
Aditivo al 2.0%	8	32.1	29.0	1.8	2415	1.00

Tabla III, 2: Resumen de resultados de ensayos al concreto fresco.
Fuente: Elaboración propia

3.2.6. ETAPA 6: ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO

3.2.6.1. Absorción, densidad y vacíos en el concreto.

Este ensayo se realizó según el procedimiento de la norma ASTM C 642-06 y consistió en el pesaje de los siguientes pasos:

Paso 1: Determinación del valor A: Peso seco



Figura III, 11: Secado en horno de la muestra a 100°C durante 24 hrs. y determinación del peso seco. Fuente: Elaboración propia.

Paso 2: Determinación del valor B: Peso saturado después de la inmersión.



Figura III, 12: Inmersión de la muestra en agua a temperatura de 21°C por 48 hrs. Luego se procede al secado y pesaje de la muestra. Fuente: Elaboración propia.

Paso 3: Determinación del valor C: Peso saturado después de la inmersión y hervido.



Figura III, 13: Inmersión y hervido de la muestra en agua durante 5 hrs. Luego se procede al secado natural y pesaje de la muestra. Fuente: Elaboración propia.

Paso 4: Determinación del valor D: Peso aparente sumergido.



Figura III, 14: Determinación de peso aparente en muestra sumergida. Fuente: Elaboración propia.

Luego, en función de los valores A, B, C y D, se procede a calcular la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto. (Ver norma ASTM C 642-06)

3.2.6.1. Velocidad de absorción capilar del concreto

Este ensayo se realizó según el procedimiento de la norma ASTM C 1585-04 y consistió en el pesaje de las muestras en función de la raíz cuadrada del tiempo ($\text{seg.}^{0.5}$). Las muestras que intervienen en el ensayo poseen los siguientes tratamientos y características físicas. (Ver figura III, 15)

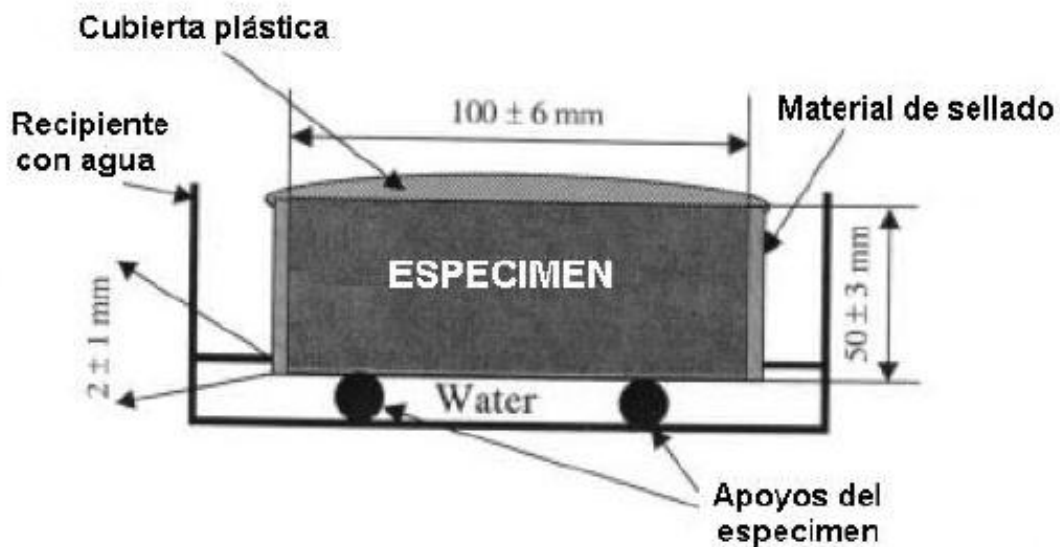


Figura III, 15: Tratamiento y características físicas de las muestras a ensayar.
Fuente: ASTM C1585-04.

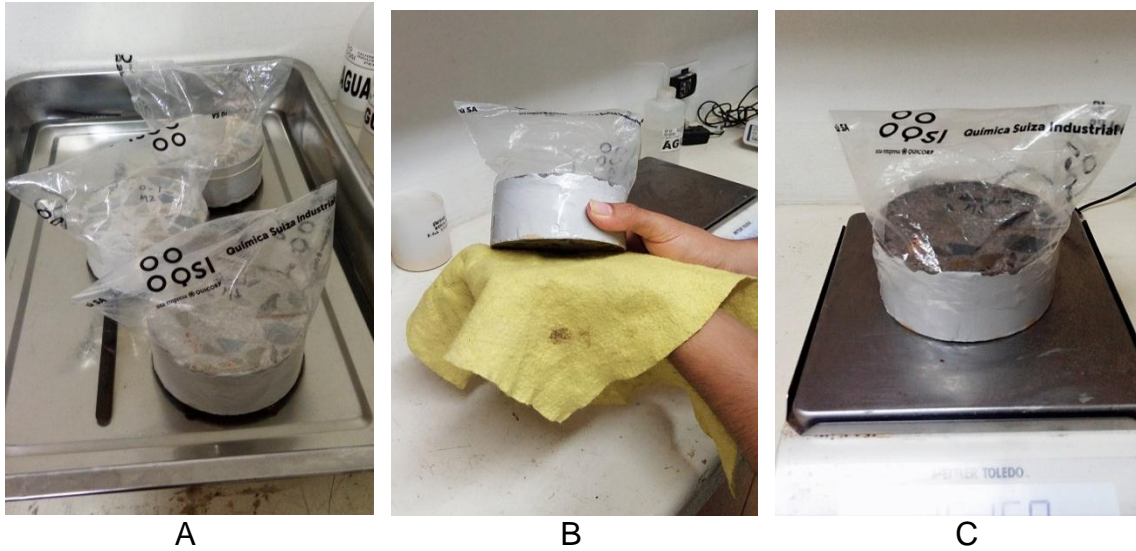


Figura III, 16: Procedimiento del ensayo según ASTM C1585-04. A) Muestra inmersa en agua a una altura de 1mm. B) Secado superficial de la muestra; y C) Peso de la muestra y registro del peso en función del tiempo.

Los valores de peso de la masa en los intervalos de tiempo mostrados se recopila en el siguiente formato: Ver figura III, 7.

ASTM C 1585 - 04

TABLE X1.1 Example of Data Collected and Calculations

Sample No. F-68		Cast Date: 3/2/99		Test Date: 3/14/00	
Sample Conditioning: Cast, steam cured, test face = top surface		Concrete Mixture: Standard mixture I			
Sample: Age 378 days		Age at coring: Unknown			
Mass of Conditioned disc: 750.5 g (prior to sealing sides)		Mass after sealing specimen: 761.8 g			
Diameter (mm): 101.6		Exposed Area: 8107 mm ²			
Thickness (mm): 50.8					
Water temp: 20.7°C					
Test Time		$\sqrt{\text{Time}}$ (s ^{1/2})	Mass (g)	Δ Mass (g)	Δ Mass/area/density of water = <i>l</i> (mm)
Days	s				
	0	0	761.83	0.00	0.0000
	60	8	762.45	0.62	0.0765
	300	17	762.46	0.63	0.0777
	600	24	762.48	0.65	0.0802
	1200	35	762.50	0.67	0.0826
	1800	42	762.57	0.74	0.0913
	3600	60	762.63	0.80	0.0987
	7200	85	762.68	0.85	0.1048
	10800	104	762.73	0.90	0.1110
	14400	120	762.77	0.94	0.1159
	18000	134	762.81	0.98	0.1209
	21600	147	762.82	0.99	0.1221
1	92220	304	763.05	1.22	0.1505
2	193200	440	763.12	1.29	0.1591
3	268500	518	763.15	1.32	0.1628
5	432000	657	763.31	1.48	0.1826
6	527580	726	763.39	1.56	0.1924
7	622200	789	763.45	1.62	0.1998
8	691200	831	763.5	1.67	0.2060

Figura III, 7: Ficha técnica de la norma ASTM C1585

3.3. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.3.1. Recopilación de información para analizar los efectos del aditivo superplastificante EUCO 357 en la porosidad o vacíos del concreto.

La información recopilada se realizó en base al ítem 2.1 de la *ficha de recolección de datos*. (Ver anexo 2.1). En el ítem 2.1 se estructuró en base al procedimiento de desarrollo del ensayo ASTM C642-04: “Ensayos de absorción, densidad y vacíos en el concreto endurecido”. La información que recoge este ítem recopiló los datos de diseño, datos físicos y datos de pesos según ensayo normado en el diseño patrón y en las diferentes dosificaciones del aditivo superplastificante. (Ver tabla III, 3)

Tabla III, 3: Datos recopilados en el ítem 2.1. según diseño de mezcla

DISEÑO 1										
Datos de diseño		Datos físicos				Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04				
Fecha:	26/06/2017		M 1-1	M 1-2	M 1-3	Peso		M 1-1	M 1-2	M 1-3
Tipo:	SIN ADITIVO	Diametro (cm)	10.2	10.4	10.4	A	Seco (g)	3774.9	3792.9	3776.6
A/C:	0.60	Altura (cm)	20.5	20.2	20.4	B	Saturado despues de inmersión (g)	3954.5	3964.5	3950.3
Edad:	28 DIAS	Volumen (cm3)	1674.3	1715.1	1732.1	C	Saturado despues de hervido (g)	3963.1	3975.5	3959.8
						D	Aparente sumergido (g)	2299.7	2320.1	2301.8
DISEÑO 2										
Datos de diseño		Datos físicos				Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04				
Fecha:	26/06/2017		M 2-1	M 2-2	M 2-3	Peso		M 2-1	M 2-2	M 2-3
Tipo:	ADITIVO 0.5%	Diametro (cm)	10.0	10.5	10.5	A	Seco (g)	3770.3	3785.6	3778.8
A/C:	0.60	Altura (cm)	20.5	20.2	20.0	B	Saturado despues de inmersión (g)	3940.2	3955.2	3948.8
Edad:	28 DIAS	Volumen (cm3)	1609.3	1748.2	1730.9	C	Saturado despues de hervido (g)	3946.8	3961.1	3951.9
						D	Aparente sumergido (g)	2293.2	2302.8	2297.5
DISEÑO 3										
Datos de diseño		Datos físicos				Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04				
Fecha:	03/07/2017		M 3-1	M 3-2	M 3-3	Peso		M 3-1	M 3-2	M 3-3
Tipo:	ADITIVO 1.0%	Diametro (cm)	10.5	10.4	10.5	A	Seco (g)	3843.4	3847.7	3839.8
A/C:	0.60	Altura (cm)	20.0	20.0	20.4	B	Saturado despues de inmersión (g)	3975.5	3977.2	3972.3
Edad:	28 DIAS	Volumen (cm3)	1730.9	1698.1	1765.5	C	Saturado despues de hervido (g)	3981.9	3983.5	3976.1
						D	Aparente sumergido (g)	2334.3	2333.9	2329.5
DISEÑO 4										
Datos de diseño		Datos físicos				Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04				
Fecha:	03/07/2017		M 4-1	M 4-2	M 4-3	Peso		M 4-1	M 4-2	M 4-3
Tipo:	ADITIVO 1.5%	Diametro (cm)	10.5	10.4	10.4	A	Seco (g)	3992.8	3979.6	3988.3
A/C:	0.60	Altura (cm)	20.5	20.6	20.5	B	Saturado despues de inmersión (g)	4113.2	4110.9	4113.9
Edad:	28 DIAS	Volumen (cm3)	1774.2	1749.1	1740.6	C	Saturado despues de hervido (g)	4109.6	4099.0	4111.1
						D	Aparente sumergido (g)	2401.3	2394.9	2390.5
DISEÑO 5										
Datos de diseño		Datos físicos				Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04				
Fecha:	03/07/2017		M 5-1	M 5-2	M 5-3	Peso		M 5-1	M 5-2	M 5-3
Tipo:	ADITIVO 2.0%	Diametro (cm)	10.2	10.4	10.4	A	Seco (g)	4071.4	4075.1	4086.8
A/C:	0.60	Altura (cm)	20.5	20.2	20.4	B	Saturado despues de inmersión (g)	4185.4	4188.4	4198.4
Edad:	28 DIAS	Volumen (cm3)	1674.3	1715.1	1732.1	C	Saturado despues de hervido (g)	4189.5	4192.9	4202.9
						D	Aparente sumergido (g)	2458.3	2460.9	2466.5

3.3.2. Recopilación de información para analizar los efectos del aditivo superplastificante EUCO 357 en la velocidad de absorción capilar del concreto.

La información recopilada se realizó en base al ítem 2.2 de la *ficha de recolección de datos* (ver anexo 2.1). El ítem 2.2 se estructuró en base al procedimiento de desarrollo de la norma ASTM C1585-06: “Ensayo para determinar la velocidad de absorción del concreto endurecido”. La información que recoge este ítem recopiló los datos de diseño, datos físicos y datos de pesos según ensayo normado en las diferentes relaciones a/c, con y sin superplastificante. (Ver Tabla III,4 a Tabla III, 8)

Tabla III, 4: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 1

DISEÑO 1											
Datos de diseño		Datos físicos			Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C 1585						
Fecha :	26/06/2017	Diametro (mm)	M 1-1	M 1-2	M 1-3	Tiempo de prueba		(T ^{1/2})	MASA (g)		
Tipo :	SIN ADITIVO		Dias	Segundos	M 1-1	M 1-2	M 1-3				
A/C :	0.60	Espesor (mm)	50.8	50.6	50.8		0	0	885.41	874.26	912.60
Edad :	28 DIAS	Area exp. (mm ²)	8044	8044	8107		60	8	890.76	879.53	917.57
		Area (m ²)	0.008	0.008	0.008		300	17	892.53	881.26	919.32
		Altura (m)	0.025	0.025	0.025		600	24	893.97	882.59	920.22
							1200	35	896.12	884.16	921.57
							1800	42	899.32	887.53	924.83
							3600	60	902.70	890.46	926.72
							7200	85	910.16	896.71	932.47
							10800	104	915.51	901.06	936.66
							14400	120	920.24	904.89	940.34
							18000	134	924.47	908.64	943.77
							21600	147	928.38	911.82	946.61
						1	92220	304	950.57	931.34	965.57
						2	193200	440	951.03	931.82	966.15
						3	268500	518	951.53	932.28	966.57
						5	432000	657	952.50	933.27	967.48
						6	527580	726	953.08	933.86	968.02
						7	622200	789	953.38	934.12	968.21
						8	691200	831	953.69	934.37	968.43

Tabla III, 5: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 2

DISEÑO 2											
Datos de diseño		Datos físicos			Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585						
Fecha :	26/06/2017	Diametro (mm)	M 2-1	M 2-2	M 2-3	Tiempo de prueba		(T ^{1/2})	MASA (g)		
Tipo :	ADITIVO 0.5%		Días	Segundos	M 2-1	M 2-2	M 2-3				
A/C :	0.60	101.0	101.3	101.2	0	0	915.72	925.47	938.87		
Edad :	28 DIAS	50.2	50.0	50.7	60	8	918.54	928.61	941.93		
		8012	8060	8044	300	17	919.84	930.32	943.18		
		0.008	0.008	0.008	600	24	920.74	931.15	944.11		
		0.025	0.025	0.025	1200	35	922.71	933.24	946.23		
					1800	42	925.63	935.98	949.02		
					3600	60	927.18	938.39	950.19		
					7200	85	931.49	942.98	954.92		
					10800	104	934.49	945.63	958.07		
					14400	120	936.89	947.97	960.76		
					18000	134	938.89	950.23	963.32		
					21600	147	940.70	951.95	965.31		
					1	92220	304	959.81	971.71	988.44	
					2	193200	440	961.10	974.02	990.92	
					3	268500	518	961.43	974.50	991.37	
					5	432000	657	962.14	975.35	992.37	
					6	527580	726	962.57	975.86	992.97	
					7	622200	789	962.73	976.05	993.25	
					8	691200	831	962.82	976.24	993.52	

Tabla III, 6: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 3

DISEÑO 3											
Datos de diseño		Datos físicos			Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585						
Fecha :	03/07/2017	Diametro (mm)	M 3-1	M 3-2	M 3-3	Tiempo de prueba		(T ^{1/2})	MASA (g)		
Tipo :	ADITIVO 1.0%		Días	Segundos	M 3-1	M 3-2	M 3-3				
A/C :	0.60	102.5	101.8	102.3	0	0	950.00	955.60	965.40		
Edad :	28 DIAS	50.8	50.5	50.4	60	8	951.99	957.70	967.70		
		8252	8139	8219	300	17	953.80	959.50	969.40		
		0.008	0.008	0.008	600	24	954.30	960.00	969.50		
		0.026	0.025	0.026	1200	35	955.70	961.40	971.40		
					1800	42	956.30	961.80	971.50		
					3600	60	959.10	964.60	974.70		
					7200	85	962.10	967.60	977.50		
					10800	104	964.30	969.60	979.70		
					14400	120	965.80	971.10	980.80		
					18000	134	968.50	974.00	983.80		
					21600	147	970.20	975.60	985.60		
					1	92220	304	989.10	994.60	1004.70	
					2	193200	440	996.20	1001.70	1011.50	
					3	268500	518	997.00	1002.80	1012.90	
					5	432000	657	998.00	1004.10	1014.10	
					6	527580	726	998.60	1004.30	1014.30	
					7	622200	789	998.90	1004.50	1014.60	
					8	691200	831	999.00	1004.80	1014.90	

Tabla III, 7: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 4

DISEÑO 4											
Datos de diseño		Datos físicos			Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C 1585						
Fecha :	03/07/2017	Diametro (mm)	M4-1	M4-2	M4-3	Tiempo de prueba		(T ^{1/2})	MASA (g)		
Tipo :	ADITIVO 1.5%		Dias	Segundos	M4-1	M4-2	M4-3				
A/C :	0.60			0	0	964.23	946.67	937.65			
Edad :	28 DIAS			60	8	966.24	948.77	939.43			
				300	17	968.18	950.68	941.26			
			600	24	968.71	951.10	941.82				
			1200	35	969.88	952.22	942.49				
			1800	42	970.66	953.17	943.06				
			3600	60	973.33	955.91	945.19				
			7200	85	976.79	959.01	948.29				
			10800	104	979.08	960.95	950.29				
			14400	120	981.13	962.60	951.95				
			18000	134	983.09	964.23	953.63				
			21600	147	984.66	965.48	954.90				
			1	92220	304	1003.21	980.11	969.01			
			2	193200	440	1010.81	985.52	977.50			
			3	268500	518	1011.58	996.24	977.44			
			5	432000	657	1012.52	986.95	978.29			
			6	527580	726	1013.08	987.37	978.80			
			7	622200	789	1013.30	987.77	979.00			
			8	691200	831	1013.48	987.82	979.15			

Tabla III, 8: Datos recopilados en el ítem 2.2. según diseño 5

DISEÑO 5											
Datos de diseño		Datos físicos			Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C 1585						
Fecha :	03/07/2017	Diametro (mm)	M5-1	M5-2	M5-3	Tiempo de prueba		(T ^{1/2})	MASA (g)		
Tipo :	ADITIVO 2.0%		Dias	Segundos	M5-1	M5-2	M5-3				
A/C :	0.60			0	0	980.20	970.50	983.50			
Edad :	28 DIAS			60	8	981.10	971.40	984.50			
				300	17	982.10	972.40	985.50			
			600	24	982.90	973.10	986.20				
			1200	35	985.20	975.30	988.60				
			1800	42	988.00	978.20	991.20				
			3600	60	989.50	979.80	992.90				
			7200	85	993.10	983.40	996.70				
			10800	104	997.20	987.30	1000.40				
			14400	120	999.90	990.30	1003.40				
			18000	134	1002.00	992.30	1005.20				
			21600	147	1004.20	994.30	1007.60				
			1	92220	304	1016.40	1006.90	1019.80			
			2	193200	440	1018.60	1008.70	1022.10			
			3	268500	518	1019.00	1009.30	1022.40			
			5	432000	657	1019.90	1010.30	1023.20			
			6	527580	726	1020.30	1010.60	1023.70			
			7	622200	789	1020.40	1010.80	1023.70			
			8	691200	831	1020.50	1011.00	1023.80			

3.3.3. Recopilación de información para analizar los efectos del aditivo superplastificante EUCO 357 en la porosidad capilar o efectiva del concreto.

En este punto la información que se requiere para establecer el efecto del superplastificante en la porosidad capilar del concreto se deriva del ítem 2.2 del *instrumento de recolección de datos*. En efecto, los datos recopilados anteriormente sirven para calcular el porcentaje de porosidad efectiva.

3.3. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se mencionaron en el acápite 3.2.3. ETAPA 3: INVESTIGACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

3.4. Análisis

3.4.1. Objetivo estratégico 1

Averiguar en qué porcentaje, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 537, reducirá la porosidad o vacíos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

3.4.1.1. Cálculos

En la Tabla III, 9 se realizó el cálculo para determinar el volumen de porosidad o vacíos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Los cálculos se efectuaron en función a los datos del peso de masa (A, B, C, y D). A su vez, estas medida de peso son los promedios obtenidos de la recolección de datos del acápite 3.3.1, de de la tabla III, 3.

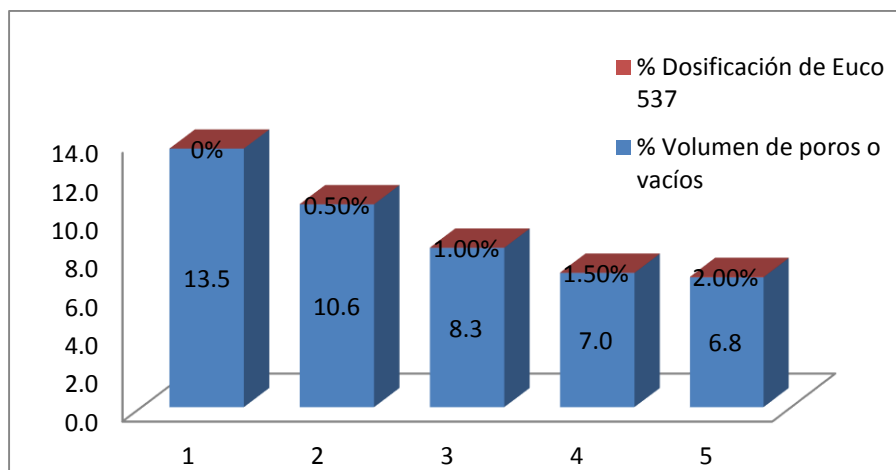
TABLA III, 9: Volumen de poros o vacíos en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según dosificación de Euco 537

	DOSIFICACION DE EUCO 537				
	0%	0.50%	1.00%	1.50%	2.00%
A Peso seco	3682.3	3778.2	3843.6	3986.9	4077.8
B Peso sat. después de la inmersión	3897.0	3948.1	3975.0	4112.7	4190.7
C Peso sat. después del hervido	3906.4	3953.3	3980.5	4106.6	4195.1
D Peso aparente sumergido	2243.6	2297.8	2332.6	2395.6	2461.9
P Densidad del agua	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Abs. después de la inmersión % $[(B-A)/A] \times 100$	5.8	4.5	3.4	3.2	2.8
Abs. después de la inmersión y hervido % $[(C-A)/A] \times 100$	6.1	4.6	3.6	3.0	2.9
G1 Densidad seca $[A/(C-D)] \times P$	2.214	2.282	2.332	2.330	2.353
Densidad después de la inmersión $[B/(C-D)] \times P$	2.344	2.385	2.412	2.404	2.418
Densidad después de la inmersión y hervido $[C/(C-D)] \times P$	2.349	2.388	2.415	2.400	2.420
G2 Densidad aparente $[A/(A-D)] \times P$	2.559	2.552	2.544	2.505	2.524
Vol. de poros permeables (huecos) % $(G2-G1)/G2 \times 100$	13.5	10.6	8.3	7.0	6.8

3.4.1.2. Resultados

En la figura III, 8 se visualiza la siguiente tendencia: a mayor dosificación de aditivo se genera una reducción del sistema poroso del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Los valores van desde 13.5% a 6.8%. Así mismo, se confirma que la densidad seca se incrementa conforme se emplea más porcentaje de aditivo. Esto demuestra que si el concreto es más compacto posee reducida permeabilidad.

Figura III, 8: Porcentaje de volumen de poros vs. Porcentaje de dosificación del aditivo superplastificante Euco 537 en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



3.4.2. Objetivo estratégico 2

Averiguar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 537 reducirá la absorción capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

3.4.2.1. Cálculos

En la Tabla III, 11 se realizó el cálculo para determinar el volumen de porosidad o vacíos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Los datos del peso de masa (A, B, C, y D) son los promedios obtenidos de la recolección de datos del acápite 3.3.1, de la tabla III, 1.

TABLA III, 10: CÁLCULO DE ABSORCIÓN, % POROSIDAD EFECTIVA Y VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ SIN ADITIVO

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M 1-1	M 1-2	M 1-3	PROMEDIO
Dímetro (mm)	101.2	101.2	101.6	101.3
Espesor (mm)	50.8	50.6	50.8	50.7
Área exp. (mm ²)	8044	8044	8107	8065
Área (m)	0.008	0.008	0.008	0.008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DIAS	SEGUNDOS		M 1-1	M 1-2	M 1-3	PROMEDIO				
	0	0	885.41	874.26	912.60	890.76	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	8	890.76	879.53	917.57	895.95	5.20	0.64	1.27	0.0832
	300	17	892.53	881.26	919.32	897.70	6.95	0.86	1.70	0.04973
	600	24	893.97	882.59	920.22	898.93	8.17	1.01	2.00	0.04136
	1200	35	896.12	884.16	921.57	900.62	9.86	1.22	2.41	0.03529
	1800	42	899.32	887.53	924.83	903.89	13.14	1.63	3.21	0.03839
	3600	60	902.70	890.46	926.72	906.63	15.87	1.97	3.88	0.03280
	7200	85	910.16	896.71	932.47	913.11	22.36	2.77	5.46	0.03267
	10800	104	915.51	901.06	936.66	917.74	26.99	3.35	6.60	0.03220
	14400	120	920.24	904.89	940.34	921.82	31.07	3.85	7.59	0.03210
	18000	134	924.47	908.64	943.77	925.63	34.87	4.32	8.52	0.03223
	21600	147	928.38	911.82	946.61	928.94	38.18	4.73	9.33	0.03221
1	92220	304	950.57	931.34	965.57	949.16	58.40	7.24	14.27	0.02385
2	193200	440	951.03	931.82	966.15	949.67	58.91	7.30	14.40	0.01662
3	268500	518	951.53	932.28	966.57	950.13	59.37	7.36	14.51	0.01421
5	432000	657	952.50	933.27	967.48	951.08	60.33	7.48	14.74	0.01138
6	527580	726	953.08	933.86	968.02	951.65	60.90	7.55	14.88	0.01040
7	622200	789	953.38	934.12	968.21	951.90	61.15	7.58	14.94	0.00961
8	691200	831	953.69	934.37	968.43	952.16	61.41	7.61	15.01	0.00916

FIGURA III, 19: GRÁFICO DE VELOCIDAD INICIAL Y SECUNDARIA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN EL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SIN ADITIVO

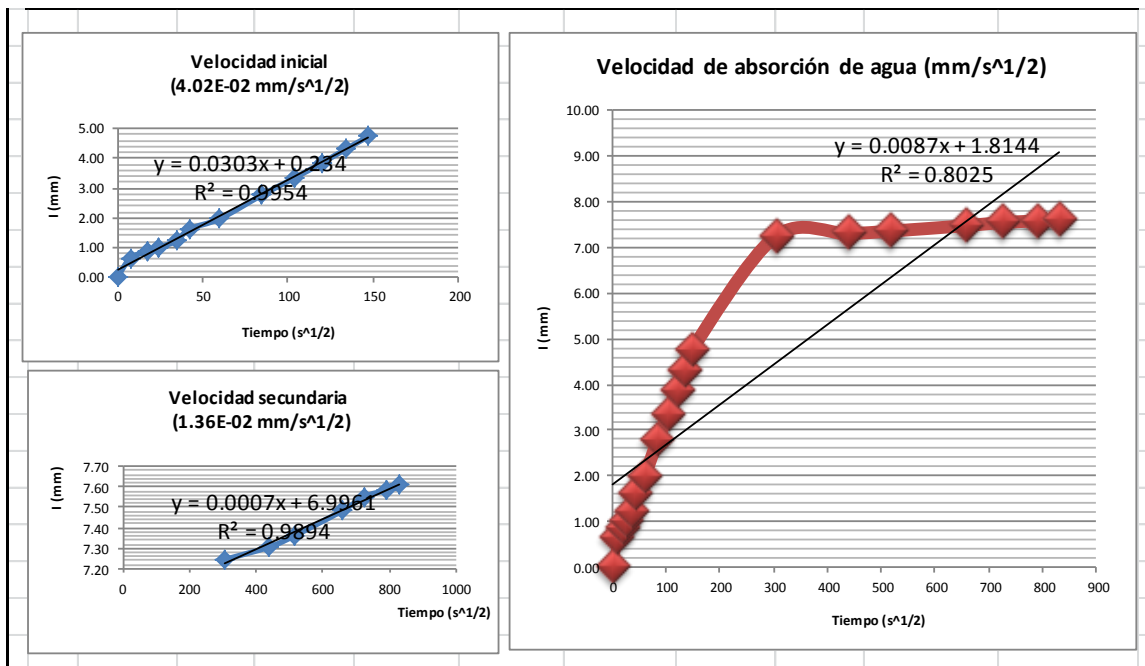


TABLA III, 11: CÁLCULO DE ABSORCIÓN, % POROSIDAD EFECTIVA Y VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ CON 0.5% DE ADITIVO

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M2-1	M2-2	M2-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	101.0	101.3	101.2	101.2
Espesor (mm)	50.2	50.0	50.7	50.3
Área exp. (mm ²)	8012	8060	8044	8038
Área (m)	0.008	0.008	0.008	0.008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	I (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DIAS	SEGUNDOS		M2-1	M2-2	M2-3	PROMEDIO				
	0	0	915.72	925.47	938.87	926.69	0.00	0.00	0.00	
	60	8	918.54	928.61	941.93	929.69	3.01	0.37	0.0483	
	300	17	919.84	930.32	943.18	931.11	4.43	0.55	0.03179	
	600	24	920.74	931.15	944.11	932.00	5.31	0.66	0.02699	
	1200	35	922.71	933.24	946.23	934.06	7.37	0.92	0.02648	
	1800	42	925.63	935.98	949.02	936.88	10.19	1.27	0.02988	
	3600	60	927.18	938.39	950.19	938.59	11.90	1.48	0.02467	
	7200	85	931.49	942.98	954.92	943.13	16.44	2.05	0.02411	
	10800	104	934.49	945.63	958.07	946.06	19.38	2.41	0.02320	
	14400	120	936.89	947.97	960.76	948.54	21.85	2.72	0.02266	
	18000	134	938.89	950.23	963.32	950.81	24.13	3.00	0.02237	
	21600	147	940.70	951.95	965.31	952.65	25.97	3.23	0.02198	
1	92220	304	959.81	971.71	988.44	973.32	46.63	5.80	0.01910	
2	193200	440	961.10	974.02	990.92	975.35	48.66	6.05	0.01377	
3	268500	518	961.43	974.50	991.37	975.77	49.08	6.11	0.01178	
5	432000	657	962.14	975.35	992.37	976.62	49.93	6.21	0.00945	
6	527580	726	962.57	975.86	992.97	977.13	50.45	6.28	0.00864	
7	622200	789	962.73	976.05	993.25	977.34	50.66	6.30	0.00799	
8	691200	831	962.82	976.24	993.52	977.53	50.84	6.32	0.00761	

FIGURA III, 20: GRÁFICO DE VELOCIDAD INICIAL Y SECUNDARIA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN EL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, CON 0.5% DE ADITIVO

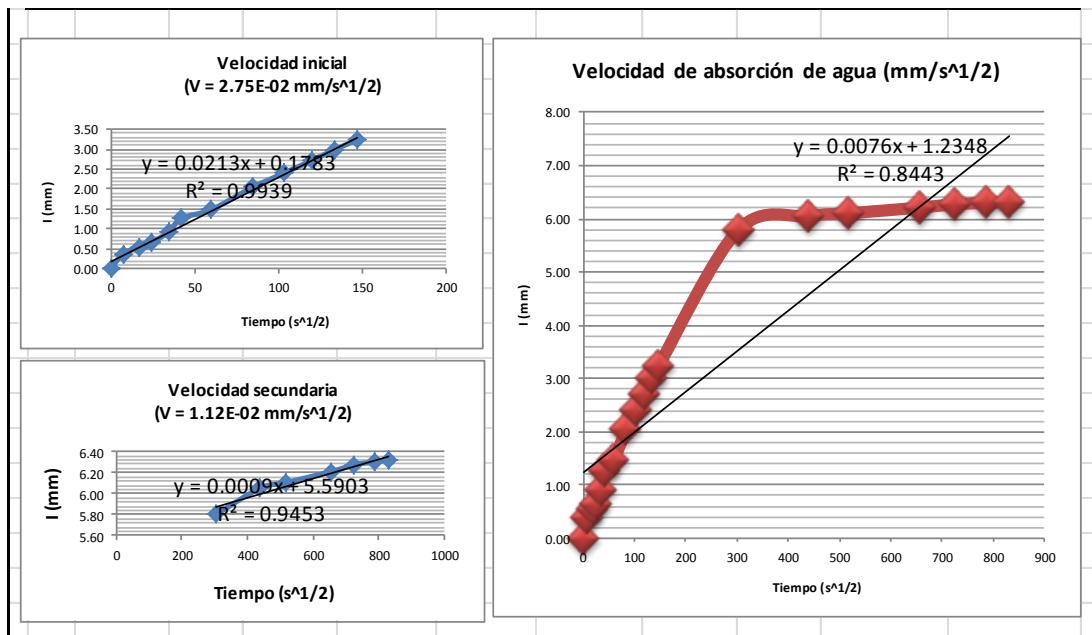


TABLA III, 12: CÁLCULO DE ABSORCIÓN, % POROSIDAD EFECTIVA Y VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ CON 1.0% DE ADITIVO

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M3-1	M3-2	M3-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	10.16	10.17	10.16	10.16
Espesor (mm)	50.8	50.7	50.4	50.6
Área exp. (mm ²)	8107	8123	8107	8113
Área (m)	0.008	0.008	0.008	0.008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	I (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DIAS	SEGUNDOS		M3-1	M3-2	M3-3	PROMEDIO				
	0	0	950.00	955.60	965.40	957.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	8	951.99	957.70	967.70	959.13	2.13	0.26	0.52	0.0339
	300	17	953.80	959.50	969.40	960.90	3.90	0.48	0.95	0.02776
	600	24	954.30	960.00	969.50	961.27	4.27	0.53	1.04	0.02147
	1200	35	955.70	961.40	971.40	962.83	5.83	0.72	1.42	0.02076
	1800	42	956.30	961.80	971.50	963.20	6.20	0.76	1.51	0.01801
	3600	60	959.10	964.60	974.70	966.13	9.13	1.13	2.22	0.01876
	7200	85	962.10	967.60	977.50	969.07	12.07	1.49	2.94	0.01753
	10800	104	964.30	969.60	979.70	971.20	14.20	1.75	3.46	0.01684
	14400	120	965.80	971.10	980.80	972.57	15.57	1.92	3.79	0.01599
	18000	134	968.50	974.00	983.80	975.43	18.43	2.27	4.49	0.01694
	21600	147	970.20	975.60	985.60	977.13	20.13	2.48	4.90	0.01689
1	92220	304	989.10	994.60	1004.70	996.13	39.13	4.82	9.53	0.01588
2	193200	440	996.20	1001.70	1011.50	1003.13	46.13	5.69	11.23	0.01294
3	268500	518	997.00	1002.80	1012.90	1004.23	47.23	5.82	11.50	0.01124
5	432000	657	998.00	1004.10	1014.10	1005.40	48.40	5.97	11.78	0.00908
6	527580	726	998.60	1004.30	1014.30	1005.73	48.73	6.01	11.86	0.00827
7	622200	789	998.90	1004.50	1014.60	1006.00	49.00	6.04	11.93	0.00766
8	691200	831	999.00	1004.80	1014.90	1006.23	49.23	6.07	11.99	0.00730

FIGURA III, 21: GRÁFICO DE VELOCIDAD INICIAL Y SECUNDARIA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN EL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, CON 1.0% DE ADITIVO

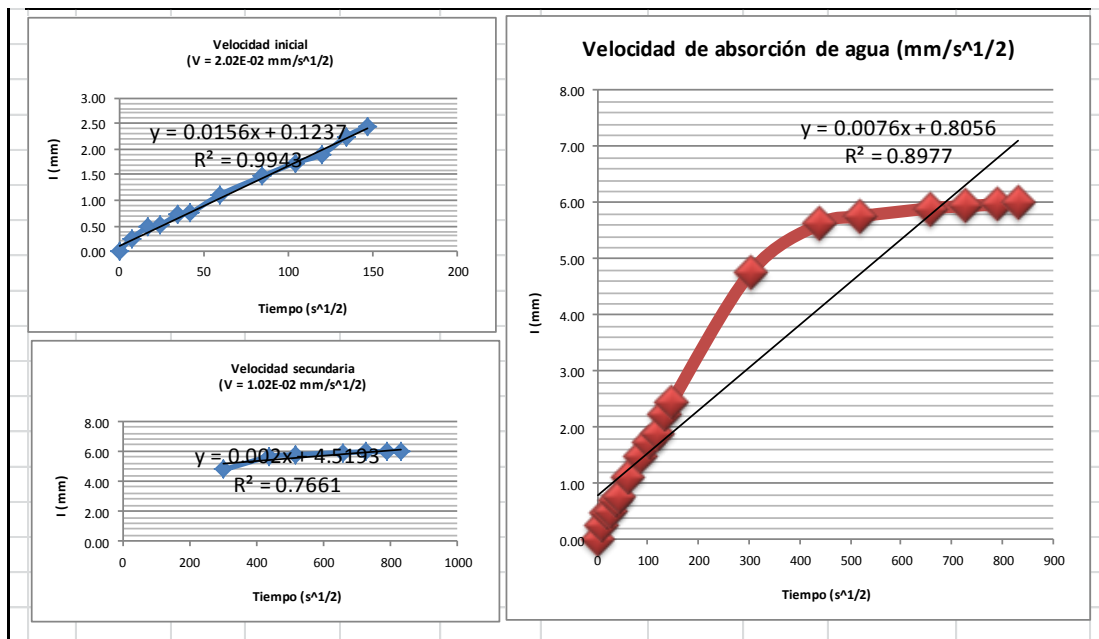


TABLA III, 13: CÁLCULO DE ABSORCIÓN, % POROSIDAD EFECTIVA Y VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ CON 1.5% DE ADITIVO

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M4-1	M4-2	M4-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	102.5	101.8	102.3	102.2
Espesor (mm)	50.8	50.5	50.4	50.6
Área exp. (mm ²)	8252	8139	8219	8203
Área (m)	0.008	0.008	0.008	0.008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DÍAS	SEGUNDOS		M4-1	M4-2	M4-3	PROMEDIO				
	0	0	964.23	946.67	937.65	949.52	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	8	966.24	948.77	939.43	951.48	1.96	0.24	0.47	0.0309
	300	17	968.18	950.68	941.26	953.37	3.86	0.47	0.93	0.02714
	600	24	968.71	951.10	941.82	953.88	4.36	0.53	1.05	0.02170
	1200	35	969.88	952.22	942.49	954.86	5.35	0.65	1.29	0.01881
	1800	42	970.66	953.17	943.06	955.63	6.11	0.75	1.47	0.01756
	3600	60	973.33	955.91	945.19	958.14	8.63	1.05	2.08	0.01753
	7200	85	976.79	959.01	948.29	961.36	11.85	1.44	2.86	0.01702
	10800	104	979.08	960.95	950.29	963.44	13.92	1.70	3.36	0.01633
	14400	120	981.13	962.60	951.95	965.23	15.71	1.92	3.79	0.01596
	18000	134	983.09	964.23	953.63	966.98	17.47	2.13	4.21	0.01587
	21600	147	984.66	965.48	954.90	968.35	18.83	2.30	4.54	0.01562
1	92220	304	1003.21	980.11	969.01	984.11	34.59	4.22	8.34	0.01389
2	193200	440	1010.81	985.52	977.50	991.28	41.76	5.09	10.07	0.01158
3	268500	518	1011.58	996.24	977.44	995.09	45.57	5.55	10.99	0.01072
5	432000	657	1012.52	986.95	978.29	992.59	43.07	5.25	10.38	0.00799
6	527580	726	1013.08	987.37	978.80	993.08	43.57	5.31	10.50	0.00731
7	622200	789	1013.30	987.77	979.00	993.36	43.84	5.34	10.57	0.00678
8	691200	831	1013.48	987.82	979.15	993.48	43.97	5.36	10.60	0.00645

FIGURA III, 22: GRÁFICO DE VELOCIDAD INICIAL Y SECUNDARIA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN EL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, CON 1.5% DE ADITIVO

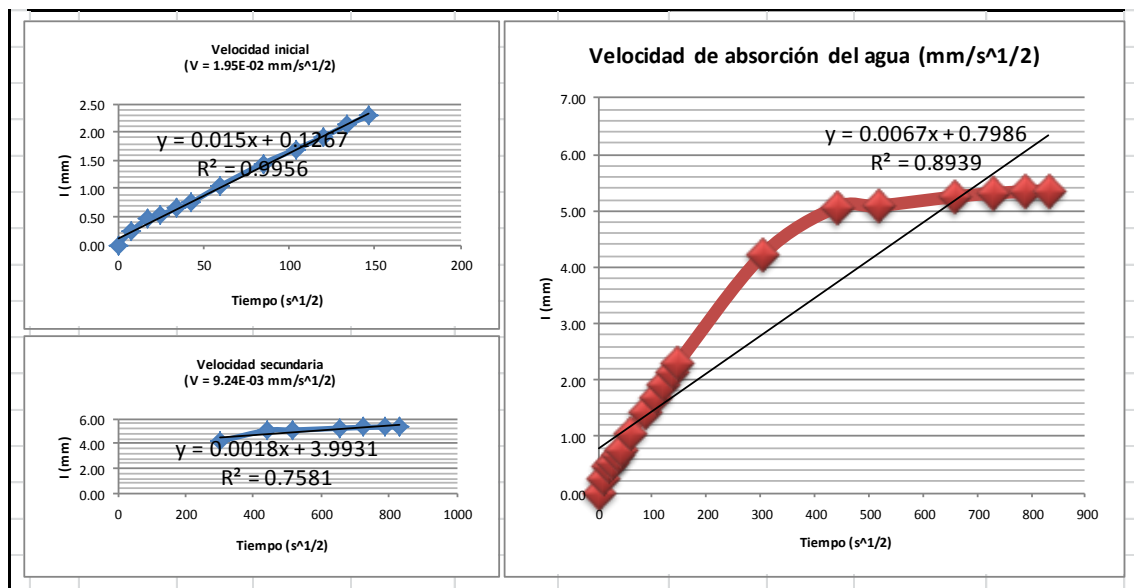
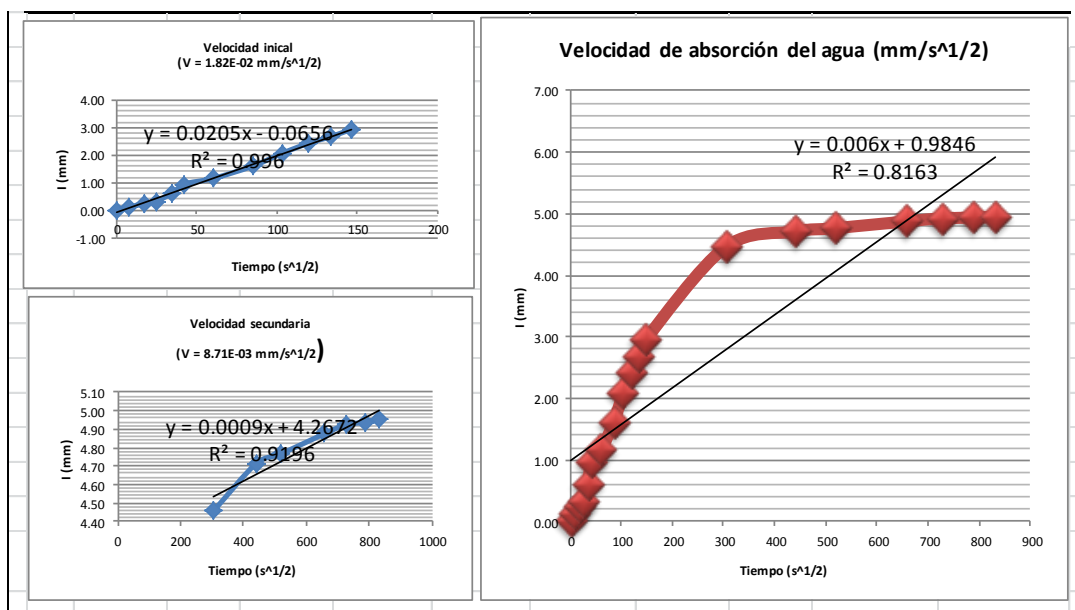


TABLA III, 14: CÁLCULO DE ABSORCIÓN, % POROSIDAD EFECTIVA Y VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ CON 2.0% DE ADITIVO

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M5-1	M5-2	M5-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	101.5	101.6	101.5	101.5
Espesor (mm)	50.7	50.8	50.4	50.6
Área exp. (mm ²)	8091	8107	8091	8097
Área (m)	0.008	0.008	0.008	0.008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	I (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DÍAS	SEGUNDOS		M5-1	M5-2	M5-3	PROMEDIO				
	0	0	980.20	970.50	983.50	978.07	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	8	981.10	971.40	984.50	979.00	0.93	0.12	0.23	0.0149
	300	17	982.10	972.40	985.50	980.00	1.93	0.24	0.47	0.01379
	600	24	982.90	973.10	986.20	980.73	2.67	0.33	0.65	0.01345
	1200	35	985.20	975.30	988.60	983.03	4.97	0.61	1.21	0.01771
	1800	42	988.00	978.20	991.20	985.80	7.73	0.96	1.89	0.02251
	3600	60	989.50	979.80	992.90	987.40	9.33	1.15	2.28	0.01921
	7200	85	993.10	983.40	996.70	991.07	13.00	1.61	3.17	0.01892
	10800	104	997.20	987.30	1000.40	994.97	16.90	2.09	4.12	0.02008
	14400	120	999.90	990.30	1003.40	997.87	19.80	2.45	4.83	0.02038
	18000	134	1002.00	992.30	1005.20	999.83	21.77	2.69	5.31	0.02004
	21600	147	1004.20	994.30	1007.60	1002.03	23.97	2.96	5.85	0.02014
1	92220	304	1016.40	1006.90	1019.80	1014.37	36.30	4.48	8.85	0.01476
2	193200	440	1018.60	1008.70	1022.10	1016.47	38.40	4.74	9.37	0.01079
3	268500	518	1019.00	1009.30	1022.40	1016.90	38.83	4.80	9.47	0.00926
5	432000	657	1019.90	1010.30	1023.20	1017.80	39.73	4.91	9.69	0.00747
6	527580	726	1020.30	1010.60	1023.70	1018.20	40.13	4.96	9.79	0.00682
7	622200	789	1020.40	1010.80	1023.70	1018.30	40.23	4.97	9.81	0.00630
8	691200	831	1020.50	1011.00	1023.80	1018.43	40.37	4.99	9.85	0.00600

FIGURA III, 23: GRÁFICO DE VELOCIDAD INICIAL Y SECUNDARIA DE ABSORCIÓN DE AGUA EN EL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, CON 2.0% DE ADITIVO



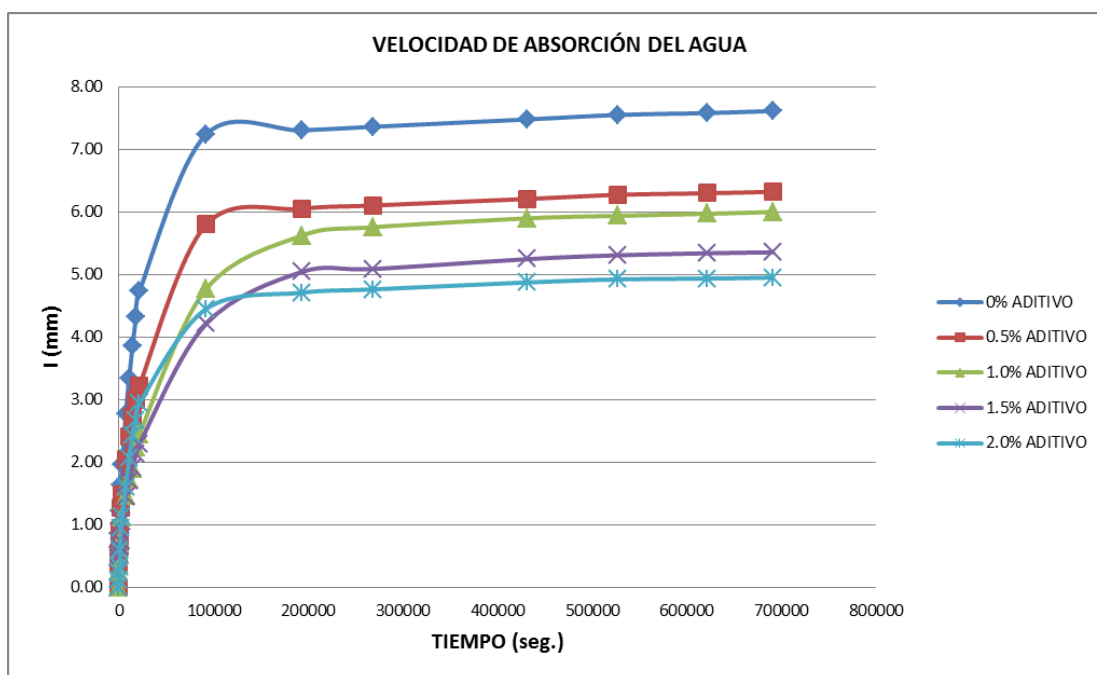
3.4.2.2. Resultados

En la Tabla III, 2 se realizó el cálculo para determinar el volumen de porosidad o vacíos del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Los datos del peso de masa (A, B, C, y D) son los promedios obtenidos de la recolección de datos del acápite 3.3.1, del cuadro III, 1.

TABLA III, 15: CUADRO RESUMEN SOBRE EL EFECTO DEL ADITIVO EUCO 537 EN LA ABSORCIÓN, POROSIDAD EFECTIVA, VELOCIDAD INICIAL Y SECUNDARIA DE ABSORCIÓN DEL AGUA EN EL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

DOSIFICACIÓN EUCO 537 (% en peso de cemento)	ABSORCIÓN (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD INICIAL DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})	VELOCIDAD SECUNDARIA DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
sin aditivo	7.61	15.01	4.02E-02	1.36E-02
0.50%	6.32	12.57	2.75E-02	1.12E-02
1.00%	6.07	11.99	2.02E-02	1.02E-02
1.50%	5.36	10.60	1.95E-02	9.24E-03
2.00%	4.99	9.85	1.82E-02	8.71E-03

FIGURA III, 24: GRÁFICO RESUMEN SOBRE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGUA EN EL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ A DIFERENTES DOSIFICACIONES DE EUCO 537



3.4.3. Objetivo estratégico 3

Indagar en qué porcentaje, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 reducirá la porosidad capilar o efectiva del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

3.4.3.1. Cálculos

Los cálculos para determinar el porcentaje de porosidad efectiva o capilar se realizaron en el acápite 3.4.2.1.

3.4.3.2. Resultados

Los resultados que se obtuvieron sobre el porcentaje de porosidad capilar en la masa del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ van desde 15.01% al 9.85%. Estos resultados afirman que a mayor aplicación del aditivo superplastificante EucO 537 reduce el porcentaje de porosidad efectiva.

3.4.4. Objetivo general

Determinar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 537 reducirá la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Lima - Perú, 2017.

3.4.3.1. Cálculos

Los cálculos para determinar el porcentaje de porosidad efectiva o capilar se realizaron en el acápite 3.4.2.1. Estos valores se determinaron en función del cociente entre la absorción I (mm) y el espesor de la muestra ensayada en mm.

3.4.3.2. Resultados

Los resultados que se obtuvieron sobre el porcentaje de porosidad capilar en la masa del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ van desde 15.01% al 9.85%. Estos resultados afirman que a mayor aplicación del aditivo superplastificante EUCO 537 reduce el porcentaje de porosidad efectiva.

IV. DISCUSIÓN

Las discusiones se formularon en función a los resultados obtenidos al analizar los objetivos (específicos y general) y las conclusiones de los antecedentes consultados

1. Según Díaz Vilca (2010, 173 pag.) en su investigación titulada “Correlación entre la porosidad y la resistencia del concreto” llego a la conclusión que según el grafico de volumen de vacío, el porcentaje de volumen de vacíos tiende a disminuir conforme aumentan los días de curado en un valor aproximado de 6% a 28 días de curado en un diseño de mezcla $a/c = 0.59$. Mientras que los resultados del presente estudio arrojaron que a la misma edad de curado y a una relación $a/c = 0.60$ se obtuvo un 13.5% sin aditivo y un 6.8% con aditivo al 2.0% del peso del cemento. Esta demostración evidencia que efectivamente los aditivos superplastificantes ayudan a reducir la porosidad del concreto.
2. Según Nevárez Argüello (2015, 69 pág.) en su investigación titulada “Análisis de absorción capilar de los hormigones expuestos al entorno marino, aplicado a los balnearios Crucita – San Jacinto – San Clemente, Manabí – Ecuador” llego a la conclusión que: con respecto a la velocidad de absorción, las muestra ensayadas, según ASTM C 1585, estuvieron por debajo del valor de $5 \times 10^{-2} \text{ mm/s}^{1/2}$; y con respecto a la porosidad capilar, los valores obtenidos estuvieron por debajo del 10%. Mientras que los resultados de la presente investigación obtuvieron bajos valores de velocidad de absorción (tanto inicial como secundaria) siendo el más alto $4.02 \times 10^{-2} \text{ mm/s}^{1/2}$ a $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ sin aditivo impermeabilizante. Pero el porcentaje de porosidad capilar arrojó valores muy altos, siendo el mínimo valor de 9.85% al 2% de aditivo superplastificante. Estos valores son referenciales con respecto al estudio realizado por Howland y Martin (2013, 12 pág.)

3. Según Carrasco López (2013, 85 pág.) en su investigación “Aditivo Hiperplastificante en absorción de humedad por capilaridad del hormigón” llegó a la conclusión que en la medida que se incrementa la dosificación del aditivo, se produce un aumento proporcional en la absorción de humedad por capilaridad en el concreto. Mientras que los resultados en la presente investigación mostraron lo contrario: A mayor dosificación del aditivo, respetando las indicaciones del fabricante, se genera una reducción de la absorción capilar.

V. CONCLUSIONES

1.- Se ha logrado determinar, en función a las dosificaciones establecidas por el fabricante, la adecuada aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 para reducir la permeabilidad capilar del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ tanto en sus variantes de porosidad capilar y velocidad de absorción capilar en Lima - Perú, 2017.

2.- El volumen de porosidad o vacíos en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ experimento una reducción de 13.5% a 6.8%. La aplicación del aditivo superplastificante generó en el concreto un mejor grado de hidratación del cemento y una reducción de la cantidad de agua en el diseño de mezcla, que a su vez contribuyo en una menor relación agua/cemento.

3.- La media de la velocidad inicial de absorción capilar del agua en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ experimento una reducción de $4.0\text{E-}02 \text{ mm/s}^{1/2}$ a $1.8\text{E-}02 \text{ mm/s}^{1/2}$. La ubicación de este valor está dentro del límite permisible por el Proyecto de reglamento argentino de estructuras de concreto CIRSOC 201-2005, que establece valores mínimos a $4 \text{ g/m}^2\text{*s}^{1/2}$.

4.- Los porcentajes de porosidad capilar o efectiva en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ experimentó una minimización de 15.0% a 9.8% a dosificación del 2% del superplastificante. Este valor no supera el límite permisible (menor a 10%) de la RED CURAR, centro de investigaciones del concreto en América Latina.

VI. RECOMENDACIONES

1.- Al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, tomar en cuenta los resultados y conclusiones de la presente investigación acerca de la reducción del porcentaje de porosidad o vacíos en el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. La finalidad es prevenir el deterioro de los elementos estructurales de las edificaciones ante el ingreso de agentes externos (agua, CO_2 , etc) debido a su alta permeabilidad.

2.- A los profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, que ante la posibilidad de reducir la cantidad de penetración de agua –a través de la red de poros capilares- en el concreto, usen aditivos superplastificantes en sus diseños y proyectos. La finalidad es mitigar las diferentes patologías que sufre el concreto armado expuesto a ambientes marinos.

3.- A los propietarios de viviendas, quienes se ven afectados por afloraciones de humedad en paredes y emplean altos costos por reparación y mantenimiento, evalúen la posibilidad de usar aditivos superplastificantes para reducir la tasa de absorción capilar de los concretos y morteros empleados en la construcción de viviendas y edificaciones en general.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ABANTO F.**, *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería*, San Marcos, 1ra edición, Lima – Perú, 2016, 312 pp.
ISBN: 978-9972-38-260-4.

- **AMERICAN CONCRETE INSTITUTE**, *Requisitos para concreto estructural y comentarios (ACI 318S-14)*, Farmington Hills, U.S.A., 2015, 587 pp.
ISBN: 978-0-87031-964-8.

- **ASCATE Diego y otros** en “Efecto de un aditivo impermeabilizante en la capilaridad de un mortero de cemento/arena en el norte del Perú”, artículo en Revista electrónica de la facultad de Ingeniería, UPN, 2013, 13 pp.

- **ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE CONCRETO**, *Tecnología del concreto: Materiales, propiedades y diseño de mezclas*, ASOCRETO, 3ra edición, Bogotá – Colombia, 2010, 228 pp.
ISBN: 978-958-8564-03-6.

- **ASTM C 1585-06**, Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-cement Concretes (Método de ensayo estándar para medir la tasa de absorción de agua para concretos hidráulicos-cemento), ASTM International, 2006.

- **ASTM C 642-04**, Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete (Método de prueba estándar para densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido), ASTM International, 2004.

- **BERNAL César**, *Metodología de la Investigación*, Pearson Educación, 3ra. Edición, Colombia, 2010, 106 pp.
ISBN: 978-958-699-128-5.

- **CARRASCO Sebastián**, en su tesis “Aditivo Hiperplastificante en absorción de humedad capilar del hormigón”, Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, 2013, 85 pp.

- **CEVALLOS Xavier**, en su tesis “Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad”, Facultad de Ingeniería, PUCE, Quito, 2012, 165 pp.

- **CIRSOC 201-2005**, Proyecto de reglamento argentino de estructuras de hormigón, INTI, Buenos Aires, (2005).

- **DODSON Vance**, *Concrete Admixtures*, Springer Science+Business Media, New York, 1990, 211 pp.
ISBN: 978-1-4757-4845-1 o ISBN: 978-1-4757-4843-7 (eBook)

- **DYER Th.**, *Concrete durability*, CRC Press, N.Y. – USA, 2014, 402 pp.
ISBN: 978-0-203-86211-7 (eBook – PDF)

- **GARAY L. y QUISPE C.**, en la tesis “Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (Reductor de agua de alto rango)”, Facultad de Ciencias e Ingeniería, PUCP, Lima, 2016, 98 pp.

- **HEARN N., DOUGLAS R., Y NOKKEN M.**, en *Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials STP 169D*, ASTM International, USA, 2006, pag. 238-239.

- **HERNANDEZ R. y otros**, Metodología de la investigación, Mc Graw Hill, 5ta edición, México, 2014.
ISBN: 978-607-15-0291-9, p. 39

- **HOWLAND J. y MARTÍN A.**, Estudio de la absorción capilar y la sorptividad de hormigones con áridos calizos cubanos, en *Materiales de Construcción Vol. 63*, pág. 515-527, 2013.
ISSN: 0465-2746 e ISSN: 1988-3226.

- **KOSMATKA S., KERKHOFF B., PANARESE W. y TANESI J.**, *Diseño y control de mezclas de concreto*, Portland Cement Association (PCA), Illinois–USA, 2004, 448 pp.
ISBN: 0-89312-233-5.

- **MAYA Esther**, Métodos y técnicas de investigación, UNAM, 1ra edición electrónica, México D.F., 2014, 89 pp.

ISBN: 978-97032-5432-3.

- **MAYTA Jhonatan**, en su tesis “Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo”, Facultad de Ingeniería Civil, UNCP, Huancayo, 2014, 283 pp.

- **METHA P. y MONTEIRO P.**, Concrete. Microstructure, Properties, and Materials, Third edition, McGraw-Hill, USA, 2006, 659 pp.

ISBN: 0-07-146289-9 e-Book.

- **NEVILLE A. y BROOKS J.**, *Tecnología del concreto*, Trillas, 1ra edición, México D.F., 1998, 328 pp.

ISBN: 0-582-98859-4.

- **NEVILLE A. y BROOKS J.**, *Concrete technology*, Pearson, Second edition, Malaysia, 2010, 442 pp.

ISBN: 978-0-273-73219-8.

- **NEVILLE A. M.**, Properties of Concrete, 5th edition, Pearson, London-England, 2011, 586 pp.

ISBN: 978-0-273-75580-7

- **NEVÁREZ Nelson**, en su tesis “Análisis de absorción capilar de los hormigones expuestos al entorno marino, aplicado en los balnearios Crucita - San Jacinto – San Clemente, Manabí – Ecuador”, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, 2015, 69 pp.

- **ÑAUPAS Humberto y otros**, Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis, 4ª Edición, Ediciones de la U, Bogotá, 2014, 538 pp.

ISBN: 978-958-762-188-4.

- **OSEDA D., GONZALES A., RAMIREZ F., y GAVE J.**, ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?, UNH, 1ra edición, Huancavelica - Perú, 2011, 219 pp.
ISBN: 978-612-46019-0-3.

- **OTTAZZI Gianfranco**, Diseño de concreto armado, Asociación Capitulo Peruano del Instituto Americano del Concreto, 2da edición, Lima - Perú, 278 pp.
ISBN: 978-612-45252-0-9,

- **PASQUEL E.**, *Tópicos de tecnología del concreto*, Consejo Nacional de Colegios de Ingenieros del Perú, Lima- Perú, 2da edición, 1998, 379 pp.

- **RAMACHANDRAN V.S.**, *Concrete Admixtures Handbook*, 2nd ed., Noyes Publications, United States of America, 1995, 1153 pp.
ISBN: 0-8155-1373-9

- **RICHARDSON M.**, *Fundamentals of durable reinforced concrete*, Spon Press, 1ra edición, 2002, 260 pp.
ISBN: 0-203-22319-5 Master e-book ISBN.

- **RIVVA LOPEZ E.**, *Naturaleza y materiales del concreto*, Capitulo peruano ACI, Lima- Perú, 2000, 287 pp.

- **RIVVA E.**, *Ataques al concreto*, Concreto tomo IV, Fondo editorial ICG, 3ra edición, Lima – Perú, 2014, 300 pp. Hecho del depósito legal en la Biblioteca Nacional del Peru N° 2014-06813.

- **RIVVA E.**, *Diseño de mezclas*, Concreto tomo II, Fondo editorial ICG, 2da edición, Lima – Perú, 2014, 208 pp. Hecho del depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-06426.

- **SANCHEZ DE GUZMAN D.**, *Tecnología del concreto y el mortero*, Pontificia Universidad Javeriana, 5ta edición, Santafé de Bogotá – Colombia, 2001, 349 pp.
ISBN: 978-9-58924-704-4.

- **VALDERRAMA M., Santiago**, Paso para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta, San Marcos, 2da edición, Lima-Perú, 2013, 469 pp.

ISBN: 978-612-302-878-7.

- **WADDELL, J. y DOBROWOLSKY, J.**, *Manual de la construcción con concreto*, Tomo I, Traducción: Ing. Hernán Pérez Castellanos, McGraw-Hill, 3ra edición, 1997, 425 pp.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿En qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 reducirá la permeabilidad capilar del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 537 reducirá la permeabilidad capilar del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL: La adecuada aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 reducirá la permeabilidad capilar del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Efecto del aditivo superplastificante.</p>	<p>Reductor de agua</p>	<p>Porcentaje de hidratación del cemento</p>	<p>Método: DEDUCTIVO El método científico está compuesto por una serie de etapas que deben seguirse en forma ordenada y rigurosa. A través de este método, el investigador puede observar un fenómeno interesante y explicar lo observado, permitiéndole ser ordenado, analítico, reflexivo, creativo y productivo. (Maya, 2014, p. 13)</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: 1- ¿En qué porcentaje, los efectos de la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 disminuirá la porosidad o vacíos del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017?</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICO: 1- Averiguar en qué porcentaje, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357, disminuirá la porosidad o vacíos del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017.</p>	<p>HIPOTESIS ESPECÍFICO: 1- El adecuado uso del aditivo superplastificante EUCO 357 disminuirá la porosidad del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017.</p>		<p>Incrementa las resistencias</p>	<p>Reduce la relación a/c</p>	<p>Tipo: APLICADA Según Maya (2014, p. 17) existen tres tipos fundamentales de investigación: Básica, aplicada y tecnológica. La investigación aplicada, que es la que se empleó en el presente estudio, depende de los avances de la investigación básica, buscando la aplicación y consecuencias prácticas, sobre todo a nivel tecnológico de los conocimientos. Lleva a la práctica los resultados de la investigación básica.</p>
<p>2.- ¿En qué medida, los efectos de la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 minimizará la absorción capilar del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017?</p>	<p>2.- Averiguar en qué medida, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 minimizará la absorción capilar del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017.</p>	<p>2.- La apropiada aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 minimizará la velocidad de absorción capilar del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017.</p>		<p>VARIABLE DEPENDIENTE: Permeabilidad capilar del concreto</p>	<p>Porosidad o vacíos del concreto endurecido</p>	<p>Porcentaje o índice de porosidad</p>
<p>3.- ¿En qué porcentaje, los efectos de la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 reducirá la porosidad capilar o efectiva del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017?</p>	<p>3.- Indagar en qué porcentaje, la aplicación del aditivo superplastificante EUCO 357 reducirá la porosidad capilar o efectiva del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017.</p>	<p>3.- El correcto empleo del aditivo superplastificante EUCO 357 reducirá la porosidad efectiva del concreto f'c = 210 Kg/cm2 en Lima - Perú, 2017</p>	<p>Absorción capilar del concreto endurecido</p>		<p>Velocidad o tasa de absorción capilar del concreto</p>	<p>Diseño.- CUASITEXPERIMENTAL Según Oseda et al. (2011, p. 99-111) el diseño es plan, proyecto, guía, estrategia u organización esquemática a seguir en una investigación. Toda estructura de un diseño posee flexibilidad de acuerdo a los fines y objetivos que se pretende determinar en la investigación. Los diseños pueden ser experimentales y no-experimentales. El diseño experimental es el que sintonizó con la presente investigación debido a que "la variable independiente (causa) es manipulable, mediante la experimentación, para observar si la variable dependiente (efecto) varía o no. Es decir, la variable independiente se manipula y la variable dependiente se controla, o se mide".</p>
			<p>Porosidad capilar o efectiva del concreto endurecido</p>		<p>Cantidad de penetración de agua al concreto</p>	

ANEXO 2:

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

(FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS Y FICHA TÉCNICA DE ANÁLISIS DE
DATOS SEGÚN NORMA ASTM C-642 Y ASTM C-1585)

ANEXO 2.1: INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
TÍTULO :		"Efecto del aditivo superplastificante en la permeabilidad capilar del concreto en Pamplona Alta, San Juan de Miraflores, Lima-Perú, 2017."										
AUTOR :		Rubén Alipio Sánchez Elliott					FECHA :					
I. INFORMACIÓN GENERAL:												
1. Ubicación geográfica de la zona de estudio												
REGIÓN:	PROVINCIA:			DISTRITO:			LUGAR:					
COORDENADAS UTM					ALTITUD (m.s.n.m.)							
II INFORMACIÓN TÉCNICA:												
2.1 Dato para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto endurecido (ASTM C642-06 / NTP 339.187)												
2.1.1. Datos de diseño		2.1.2. Datos físicos				2.1.3. Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04						
Fecha :			M-1	M-2	M-3	Peso		M-1	M-2	M-3		
Tipo :		Diametro (cm)				A	Seco (g)					
A/C :		Altura (cm)				B	Saturado despues de inmersión (g)					
Edad :		Volumen (cm3)				C	Saturado despues de hervido (g)					
						D	Aparente sumergido (g)					
2.2 Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)												
2.2.1. Datos de diseño		2.2.2. Datos físicos				2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C 1585						
Fecha :			M-1	M-2	M-3	Tiempo de prueba		$(T^{\wedge}V^2)$		MASA (g)		
Tipo :		Diametro (mm)				Dias	Segundos			M-1	M-2	M-3
A/C :		Espesor (mm)					0	0				
Edad :		Area exp. (mm2)					60	8				
		Area (m2)					300	17				
		Altura (m)					600	24				
							1200	35				
							1800	42				
							3600	60				
							7200	85				
							10800	104				
							14400	120				
							18000	134				
							21600	147				
						1	92220	304				
						2	193200	440				
						3	268500	518				
						5	432000	657				
						6	527580	726				
						7	622200	789				
						8	691200	831				

ANEXO 2.2: INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

III. PANEL FOTOGRÁFICO:

--	--	--	--

IV. DATOS DEL EXPERTO:

NOMBRES		CENTRO LAB.		FIRMA:
APELLIDOS		CARGO		
CIP N°		E-MAIL		
TEL/CEL		FECHA		

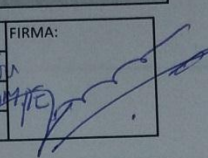
V. EVALUACIÓN DEL EXPERTO:

	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN
I.	INFORMACIÓN GENERAL		
	1.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	10	
II.	INFORMACIÓN TÉCNICA		
	2.1. Datos para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto (ASTM C642-06)		
	2.1.1. Datos de diseño del espécimen	10	
	2.1.2. Datos físicos del espécimen	10	
	2.1.3. Datos de pesos según ensayo ASTM C 642-06	20	
	2.2. Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)		
	2.2.1. Datos de diseño del espécimen	10	
	2.2.2. Datos físicos del espécimen	10	
	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585	20	
III.	PANEL FOTOGRÁFICO	10	
	TOTAL	100	

ANEXO 2.4: EVALUACIÓN DEL PRIMER EXPERTO


III. PANEL FOTOGRÁFICO:

IV. DATOS DEL EXPERTO:

NOMBRES	RAFAEL CASTRO M.	CENTRO LAB.	GRUPO Y MONTERO	FIRMA:
APellidos	CASTRO MALARIN	CARGO	JEFE DE PRODUCCIÓN	
CIP N°	83487	E-MAIL	RCASTRO@GEMINUM.COM	
TEL/CEL	987 596761	FECHA	29/05/17	

V. EVALUACIÓN DEL EXPERTO:

	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN
I.	INFORMACIÓN GENERAL		
	1.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	10	10
II.	INFORMACIÓN TÉCNICA		
	2.1. Datos para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto (ASTM C642-06)		
	2.1.1. Datos de diseño del espécimen	10	10
	2.1.2. Datos físicos del espécimen	10	10
	2.1.3. Datos de pesos según ensayo ASTM C 642-06	20	20
	2.2. Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)		
	2.2.1. Datos de diseño del espécimen	10	10
	2.2.2. Datos físicos del espécimen	10	10
	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585	20	20
III.	PANEL FOTOGRÁFICO	10	10
	TOTAL	100	100.



RAFAEL CASTRO MALARIN
 ING. JEFE DE CAMPO
 PROYECTO 1047 - HOTEL ALOFT MIRAFLORES
 QUITO S.A.

ANEXO 2.5: EVALUACIÓN DEL SEGUNDO EXPERTO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO :	"Efecto del aditivo superplastificante en la permeabilidad capilar del concreto en Pamplona Alta, San Juan de Miraflores, Lima-Perú, 2017."	
AUTOR :	Rubén Alipio Sánchez Elliott	FECHA :

I. INFORMACIÓN GENERAL:

1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LUGAR:
COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)	

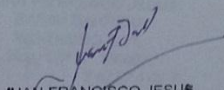
II. INFORMACIÓN TÉCNICA:

2.1 Dato para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto endurecido (ASTM C642-06 / NTP 339.187)

2.1.1. Datos de diseño	2.1.2. Datos físicos	2.1.3. Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04
Fecha :	M-1 M-2 M-3	Peso M-1 M-2 M-3
Tipo :	Diametro (cm)	A Seco (g)
A/C :	Altura (cm)	B Saturado despues de inmersión (g)
Edad :	Volumen (cm3)	C Saturado despues de hervido (g)
		D Aparente sumergido (g)

2.2 Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)

2.2.1. Datos de diseño	2.2.2. Datos físicos	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585
Fecha :	M-1 M-2 M-3	Tiempo de prueba MASA (g)
Tipo :	Diametro (mm)	Dias Segundos (T ^M /2) M-1 M-2 M-3
A/C :	Espesor (mm)	0 0
Edad :	Area exp. (mm ²)	60 8
	Area (m ²)	300 17
	Altura (m)	600 24
		1200 35
		1800 42
		3600 60
		7200 85
		10800 104
		14400 120
		18000 134
		21600 147
		1 92220 304
		2 193200 440
		3 268500 518
		5 432000 657
		6 527580 726
		7 622200 789
		8 691200 831


JUAN FRANCISCO JESUS BAZAN BARRERA
 INGENIERO CIVIL
 Rég. CIP N° 160697
 29/5/2013

ANEXO 2.6: EVALUACIÓN DEL SEGUNDO EXPERTO

III. PANEL FOTOGRÁFICO:

--	--	--	--

IV. DATOS DEL EXPERTO:

NOMBRES	Juan Francisco Jesus	CENTRO LAB.	GJM S.A	FIRMA: <i>Juan Bazan</i>
APELLIDOS	Bazan Barrera	CARGO	Jeefe Calidad Capa	
CIP N°	160697	E-MAIL	juan.bazan@gjm.com.pe	
TEL/CEL	990 281 666	FECHA	29/05/2017	

V. EVALUACIÓN DEL EXPERTO:

	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN
I.	INFORMACIÓN GENERAL		
	1.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	10	10
II.	INFORMACIÓN TÉCNICA		
	2.1. Datos para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto (ASTM C642-06)		
	2.1.1. Datos de diseño del espécimen	10	10
	2.1.2. Datos físicos del espécimen	10	10
	2.1.3. Datos de pesos según ensayo ASTM C 642-06	20	20
	2.2. Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)		
	2.2.1. Datos de diseño del espécimen	10	10
	2.2.2. Datos físicos del espécimen	10	10
	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585	20	20
III.	PANEL FOTOGRÁFICO	10	10
	TOTAL	100	100

Juan Bazan
**JUAN FRANCISCO JESUS
 BAZAN BARRERA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CJP N° 160697
 29/5/2017**

ANEXO 2.7: EVALUACIÓN DEL TERCER EXPERTO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO :	"Efecto del aditivo superplastificante en la permeabilidad capilar del concreto en Pamplona Alta, San Juan de Miraflores, Lima-Perú, 2017."	
AUTOR :	Rubén Alipio Sánchez Elliott	FECHA :

I. INFORMACIÓN GENERAL:

1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:	LUGAR:
COORDENADAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)	

II. INFORMACIÓN TÉCNICA:

2.1 Dato para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto endurecido (ASTM C642-06 / NTP 339.187)

2.1.1. Datos de diseño	2.1.2. Datos físicos	2.1.3. Datos de pesos, según ensayo ASTM C-642-04
Fecha :	M-1 M-2 M-3	Peso M-1 M-2 M-3
Tipo :	Diametro (cm)	A Seco (g)
A/C :	Altura (cm)	B Saturado despues de Inmersión (g)
Edad :	Volumen (cm3)	C Saturado despues de hervido (g)
		D Aparente sumergido (g)

2.2 Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)

2.2.1. Datos de diseño	2.2.2. Datos físicos	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585
Fecha :	M-1 M-2 M-3	Tiempo de prueba (T ^M /2) MASA (g)
Tipo :	Diametro (mm)	Dias Segundos M-1 M-2 M-3
A/C :	Espesor (mm)	0 0
Edad :	Area exp. (mm2)	60 8
	Area (m2)	300 17
	Altura (m)	600 24
		1200 35
		1800 42
		3600 60
		7200 85
		10800 104
		14400 120
		18000 134
		21600 147
		1 92220 304
		2 193200 440
		3 268500 518
		5 432000 657
		6 527580 726
		7 622200 789
		8 691200 831

ANEXO 2.8: EVALUACIÓN DEL TERCER EXPERTO

III. PANEL FOTOGRÁFICO:

--	--	--	--

IV. DATOS DEL EXPERTO:

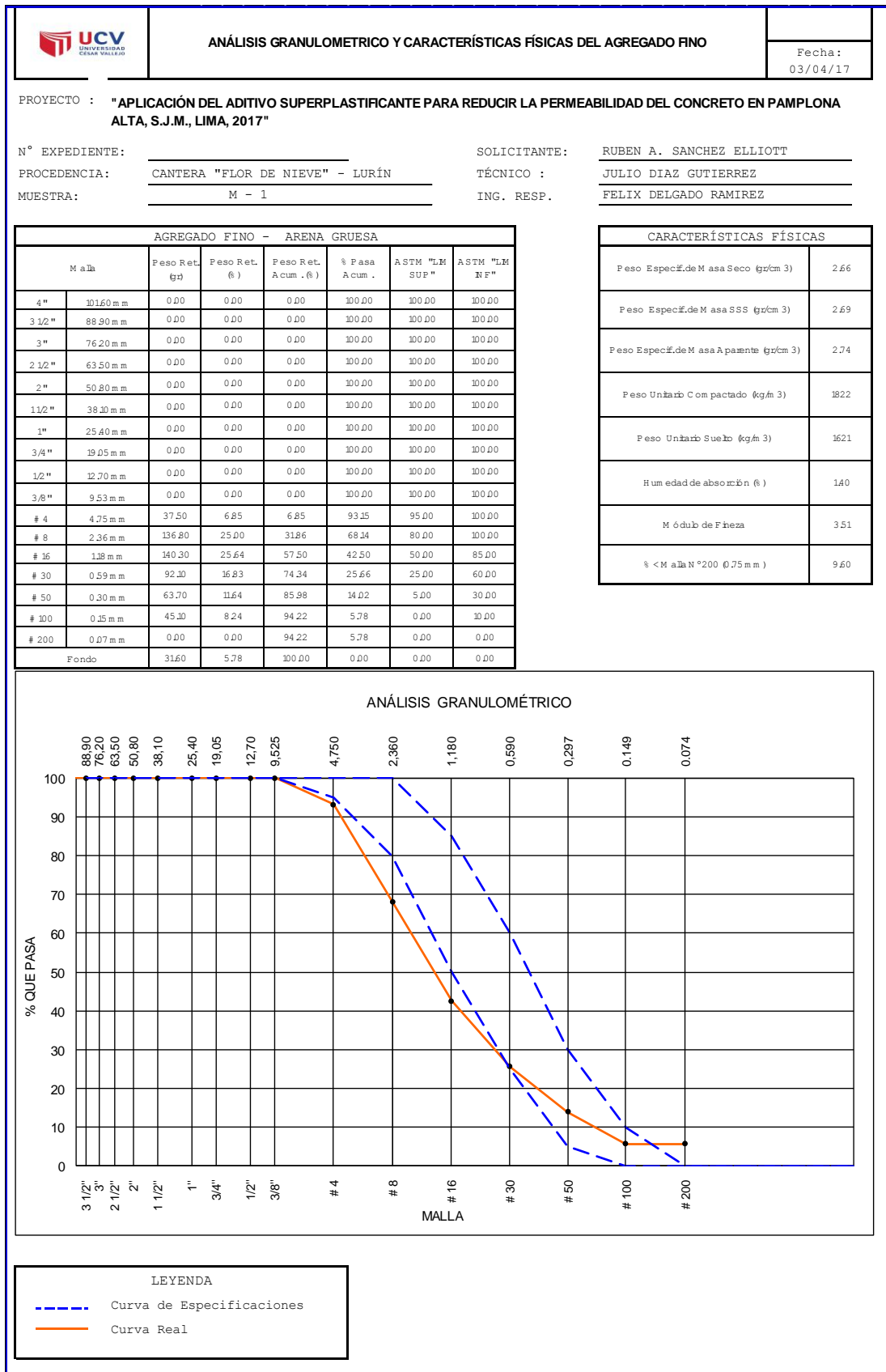
NOMBRES	HUGO MARTIN	CENTRO LAB.	GCAR INF. CIVILES	FIRMA:
APELLIDOS	ALVARADO ROBLES	CARGO	ING. SUPERVISOR	
CIP N°	123299	E-MAIL	ALVARADO035@HOTMAIL.COM	
TEL/CEL	976-164-485	FECHA	30 JUNIO 2017	

V. EVALUACIÓN DEL EXPERTO:

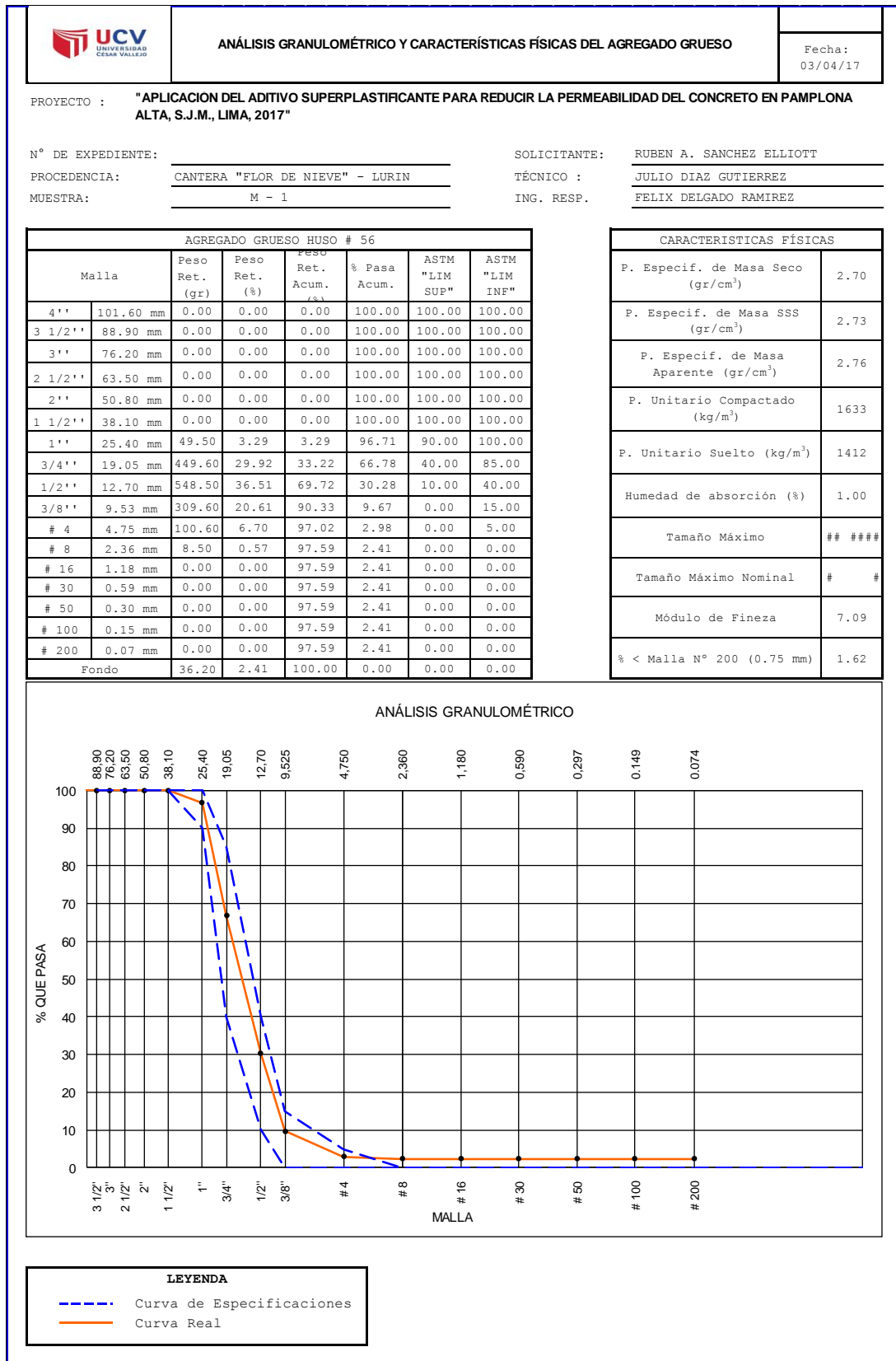
	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	CALIFICACIÓN
I.	INFORMACIÓN GENERAL		
	1.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	10	9
II.	INFORMACIÓN TÉCNICA		
	2.1. Datos para determinar la Densidad, Absorción y Vacíos en el concreto (ASTM C642-06)		
	2.1.1. Datos de diseño del espécimen	10	9
	2.1.2. Datos físicos del espécimen	10	10
	2.1.3. Datos de pesos según ensayo ASTM C 642-06	20	20
	2.2. Datos para determinar la Absorción, Porosidad efectiva y Velocidad de absorción del concreto endurecido (ASTM C1585-04)		
	2.2.1. Datos de diseño del espécimen	10	9
	2.2.2. Datos físicos del espécimen	10	10
	2.2.3. Datos de pesos según tiempo de ensayo ASTM C1585	20	20
III.	PANEL FOTOGRÁFICO	10	10
	TOTAL	100	97

ANEXO 3:
ENSAYOS DE AGREGADOS Y DISEÑO DE MEZCLAS


ANEXO N° 3.1: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO




ANEXO N° 3.2: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO




ANEXO 3.3. DISEÑO DE MEZCLAS, RELACIÓN A/C = 0.60 SIN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 537

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO							
		PROYECTO: "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm², LIMA, 2017"							
Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	Patrón						
Técnico :	Julio Diaz G.	Relación a/c :	0.60						
Ing. Resp. :	Felix Delgado R.	Relación AF:AG	45 - 55						
Fecha :	26/05/2017	Vol. Prueba (m ³)	0.0350						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA									
M.F. Arena	3.51	Vol. Agreg.	0.67	Cemento	380	Kg			
M.F. Piedra#56	7.09	Arena	45 %						
M.F. Global	5.48	Piedra 56	55 %	Aditivo					
		Agregados	100 %	Euco 537 =	0	% =	0	g	
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			380	0.1206	380	13.30	Kg
Agua	S.J.M.	1000			228	0.2280	227	7.95	Kg
Arena	Cantera	2660	2.10	1.40	768	0.2887	784	27.44	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0.50	1.00	952	0.3527	957	33.50	Kg
Aire					1.00%	0.0100			
TOTAL						1.0000	2348		
TEMPERATURA (°C)		SLUMP		% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)	
AMBIENTE	MEZCLA	(pulg)							
30.0	28.0	4		1.0	2348	2354	1.0		


ANEXO 3.4. DISEÑO DE MEZCLAS, RELACIÓN A/C = 0.60 CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 537 AL 0.5%

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO							
		PROYECTO: "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2, LIMA, 2017"							
Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	1, con aditivo						
Técnico :	Julio Diaz G.	Relación a/c :	0.60						
Ing. Resp. :	Felix Delgado R.	Relación AF:AG	45 - 55						
Fecha :	26/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0.0350						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA									
M.F. Arena	3.51	Vol. Agreg.	0.68		Cemento	342 Kg			
M.F. Piedra#56	7.09	Arena	45 %		Aditivo	Euco 537 = 0.5 % = 1.71 Kg			
M.F. Global	5.48	Piedra 56	55 %						
		Agregados	100 %						
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			342	0.1086	342	11.97	Kg
Agua	S.J.M.	1000			205	0.2050	204	7.14	Kg
Arena	Cantera	2660	2.10	1.40	808	0.3038	825	28.88	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0.50	1.00	1002	0.3713	1007	35.24	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			1.71	0.0014	1.71	59.85	g
Aire					1.00%	0.0100			
TOTAL						1.0001	2380		
TEMPERATURA (°C)		SLUMP		% de Aire	P.U. Teórico (kg/m³)	P.U. Real (kg/m³)	RENDIMIENTO (m³)	REDUCCION DE AGUA (%)	
AMBIENTE	MEZCLA	(pulg)							
31.0	30.0	4 3/4		1.3	2380	2394	1.0	10.0	


ANEXO 3.5. DISEÑO DE MEZCLAS, RELACIÓN A/C = 0.60 CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 537 AL 1.0%

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO							
		PROYECTO: "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2, LIMA, 2017"							
Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	2, con aditivo						
Técnico :	Julio Díaz G.	Relación a/c :	0.60						
Ing. Resp. :	Felix Delgado R.	Relación AF:AG	45 - 55						
Fecha :	30/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0.0350						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA									
M.F. Arena	3.51	Vol. Agreg.	0.68		Cemento	342 Kg			
M.F. Piedra#56	7.09	Arena	45	%					
M.F. Global	5.48	Piedra 56	55	%	Aditivo				
		Agregados	100	%	Euco 537 =	1.0	%	=	3.32 Kg
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			332	0.1054	332	11.62	Kg
Agua	S.J.M.	1000			199	0.1990	198	6.93	Kg
Arena	Cantera	2660	2.10	1.40	818	0.3074	835	29.22	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0.50	1.00	1014	0.3756	1019	35.66	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			3.32	0.0027	3.32	116.20	g
Aire					1.00%	0.0100			
TOTAL						1.0001	2387		
TEMPERATURA (°C)		SLUMP		% de Aire	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO	REDUCCION DE AGUA	
AMBIENTE	MEZCLA	(pulg)			(kg/m ³)	(kg/m ³)	(m ³)	(%)	
30.0	27.0	5 3/4		1.5	2387	2395	1.0	13.0	

ANEXO 3.6. DISEÑO DE MEZCLAS, RELACIÓN A/C = 0.60 CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 537 AL 1.5%

		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO							
		PROYECTO: "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2, LIMA, 2017"							
Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	3, con aditivo						
Técnico :	Julio Diaz G.	Relación a/c :	0.60						
Ing. Resp. :	Felix Delgado R.	Relación AF:AG	45 - 55						
Fecha :	30/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0.0350						
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA									
M.F. Arena	3.51	Vol. Agreg.	0.69		Cemento	342 Kg			
M.F. Piedra#56	7.09	Arena	45	%					
M.F. Global	5.48	Piedra 56	55	%	Aditivo				
		Agregados	100	%	Euco 537 =	1.5	% =	4.80 Kg	
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			320	0.1016	320	11.20	Kg
Agua	S.J.M.	1000			192	0.1920	191	6.69	Kg
Arena	Cantera	2660	2.10	1.40	828	0.3116	845	29.58	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0.50	1.00	1028	0.3808	1033	36.16	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			4.8	0.004	4.8	168.00	g
Aire					1.00%	0.0100			
TOTAL						1.0000	2394		
TEMPERATURA (°C)		SLUMP		% de Aire	P.U. Teórico (kg/m³)	P.U. Real (kg/m³)	RENDIMIENTO (m³)	REDUCCION DE AGUA (%)	
AMBIENTE	MEZCLA	(pulg)							
31.0	28.0	7		1.7	2394	2416	1.0	16.0	

ANEXO 3.7. DISEÑO DE MEZCLAS, RELACIÓN A/C = 0.60 CON ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EUCO 537 AL 2.0%

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO								
PROYECTO: "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm2, LIMA, 2017"										
Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.			Diseño :	4, con aditivo					
Técnico :	Julio Diaz G.			Relación a/c :	0.60					
Ing. Resp. :	Felix Delgado R.			Relación AF:AG	45 - 55					
Fecha :	30/05/2017			Vol. Prueba (m3)	0.0350					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA										
M.F. Arena	3.51		Vol. Agreg.	0.70		Cemento	305 Kg			
M.F. Piedra#56	7.09		Arena	45 %						
M.F. Global	5.48		Piedra 56	55 %		Aditivo				
			Agregados	100 %		Euco 537 =	2.0	% =	6.10	Kg
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA		
								DOSIFICACIÓN	UND	
Cemento	Quisqueya I	3150			305	0.0968	305	10.68	Kg	
Agua	S.J.M.	1000			183	0.1830	182	6.37	Kg	
Arena	Cantera	2660	2.10	1.40	844	0.3173	862	30.17	Kg	
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0.50	1.00	1047	0.3878	1052	36.82	Kg	
Aditivo	Euco 537	1200			6.1	0.0051	6.1	213.50	g	
Aire					1.00%	0.0100				
TOTAL						1.0000	2407			
TEMPERATURA (°C)		SLUMP		% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)		
AMBIENTE	MEZCLA	(pulg)								
32.1	29.0	8		1.8	2407	2415	1.0	20.0		

ANEXO 4:

**VALIDEZ DE ENSAYOS EN LABORATORIO DE MATERIALES DE LA
UNIVERSIDAD CESAR VALEJO, SEDE LIMA NORTE**

PROYECTO : APLICACION DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f_c = 210$ Kg/cm² EN LIMA - PERÚ, 2017

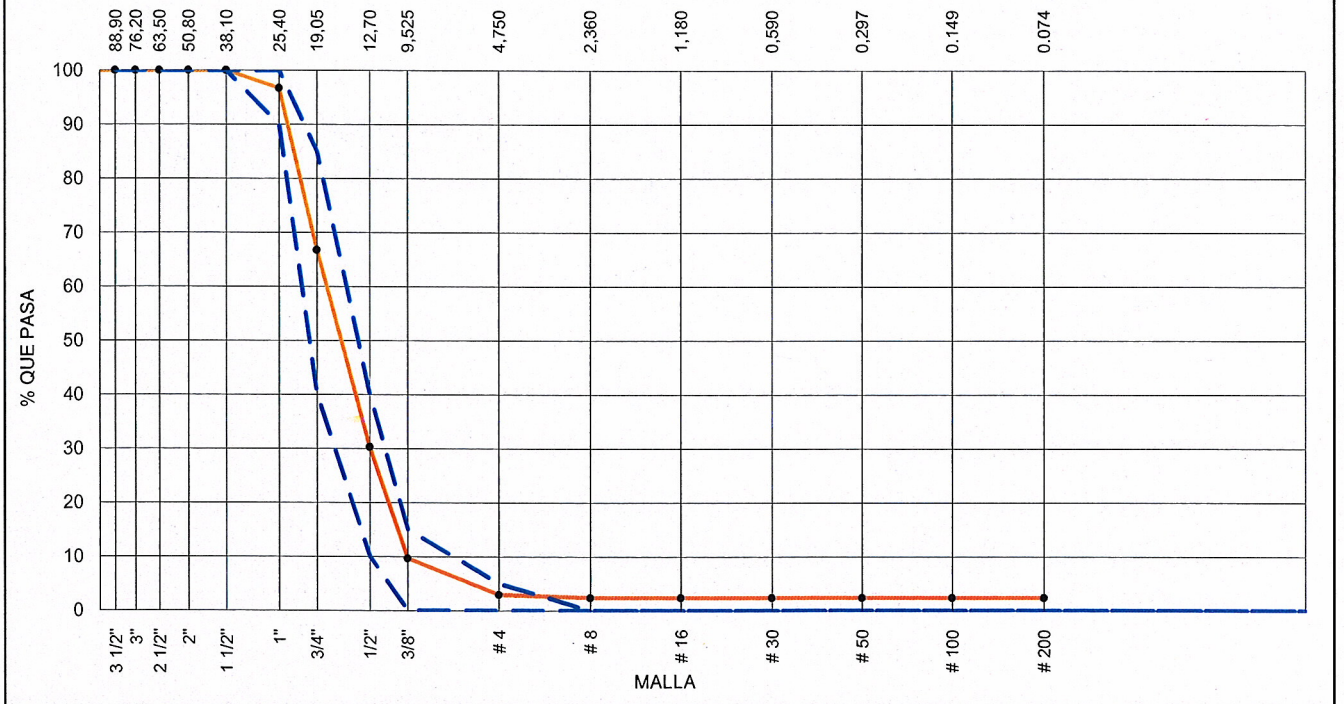
N° DE EXPEDIENTE: _____
 PROCEDENCIA: CANTERA "FLOR DE NIEVE" - LURIN
 MUESTRA: M - 1

SOLICITANTE: RUBEN A. SANCHEZ ELLIOTT
 TÉCNICO : JULIO DIAZ GUTIERREZ
 ING. RESP. MARGARITA BOZA

AGREGADO GRUESO HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	49,50	3,29	3,29	96,71	90,00	100,00
3/4"	19,05 mm	449,60	29,92	33,22	66,78	40,00	85,00
1/2"	12,70 mm	548,50	36,51	69,72	30,28	10,00	40,00
3/8"	9,53 mm	309,60	20,61	90,33	9,67	0,00	15,00
# 4	4,75 mm	100,60	6,70	97,02	2,98	0,00	5,00
# 8	2,36 mm	8,50	0,57	97,59	2,41	0,00	0,00
# 16	1,18 mm	0,00	0,00	97,59	2,41	0,00	0,00
# 30	0,59 mm	0,00	0,00	97,59	2,41	0,00	0,00
# 50	0,30 mm	0,00	0,00	97,59	2,41	0,00	0,00
# 100	0,15 mm	0,00	0,00	97,59	2,41	0,00	0,00
# 200	0,07 mm	0,00	0,00	97,59	2,41	0,00	0,00
Fondo		36,20	2,41	100,00	0,00	0,00	0,00


CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2,70
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2,73
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2,76
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1633
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1412
Humedad de absorción (%)	1,00
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"
Módulo de Fineza	7,09
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	1,62

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



LEYENDA
 - - - - - Curva de Especificaciones
 ———— Curva Real

Ing. MARGARITA BOZA *Boza* Tec. JULIO DIAZ G.

Propio

 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LIMA
 Margarita Boza Olavechea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500

PROYECTO : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210$ Kg/cm² EN LIMA - PERÚ, 2017"

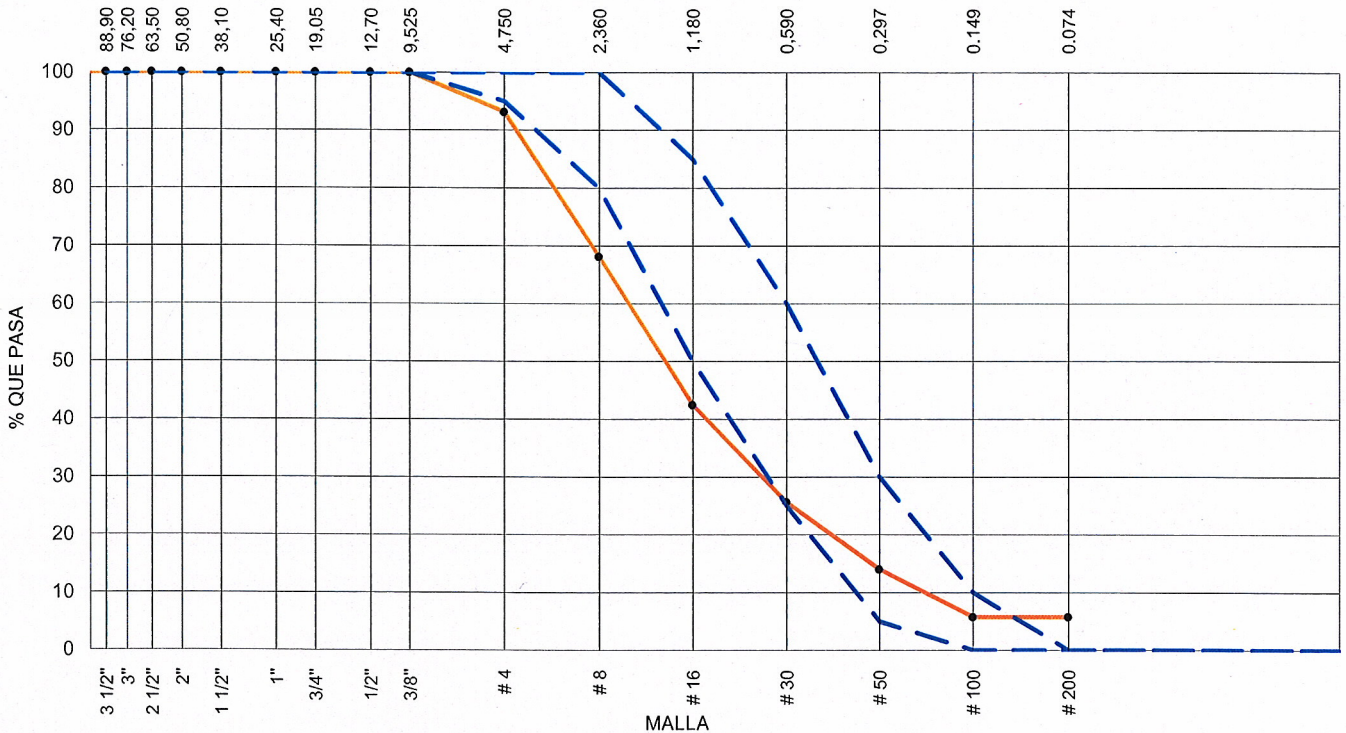
N° EXPEDIENTE: _____
 PROCEDENCIA: CANTERA "FLOR DE NIEVE" - LURÍN
 MUESTRA: M - 1

SOLICITANTE: RUBEN A. SANCHEZ ELLIOTT
 TÉCNICO : JULIO DIAZ GUTIERREZ
 ING. RESP. MARGARITA BOZA

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4''	101,60 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3 1/2''	88,90 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3''	76,20 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2 1/2''	63,50 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2''	50,80 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1 1/2''	38,10 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1''	25,40 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/4''	19,05 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1/2''	12,70 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/8''	9,53 mm	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	37,50	6,85	93,15	95,00	100,00
# 8	2,36 mm	136,80	25,00	31,86	68,14	80,00
# 16	1,18 mm	140,30	25,64	57,50	42,50	50,00
# 30	0,59 mm	92,10	16,83	74,34	25,66	25,00
# 50	0,30 mm	63,70	11,64	85,98	14,02	5,00
# 100	0,15 mm	45,10	8,24	94,22	5,78	0,00
# 200	0,07 mm	0,00	0,00	94,22	5,78	0,00
Fondo		31,60	5,78	100,00	0,00	0,00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Peso Especif. de Masa Seco (gr/cm ³)	2,66
Peso Especif. de Masa SSS (gr/cm ³)	2,69
Peso Especif. de Masa Aparente (gr/cm ³)	2,74
Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	1822
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1621
Humedad de absorción (%)	1,40
Módulo de Fineza	3,51
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	9,60

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



LEYENDA

- Curva de Especificaciones
- Curva Real



Tec. Julio Diaz G.



ASTM C 642-06: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm², LIMA, 2017"

Solicitante : Rubén A. Sánchez E.

Diseño : 1 y 2

Técnico : Julio Díaz Gutierrez

Relación a/c : 0,60

Ing. Resp. : Margarita Boza

Fecha inicio : 26/06/2017

DISEÑO 1 : Relación a/c = 0.60, 0% aditivo		EDAD: 28 DÍAS			
		M1-1	M1-2	M1-1	PROMEDIO
A	Peso seco	3686,3	3683,8	3676,8	3682,3
B	Peso sat. después de la inmersión	3905,9	3895,1	3890,1	3897,0
C	Peso sat. después del hervido	3914,7	3903,5	3901,1	3906,4
D	Peso aparente sumergido	2249,8	2242,4	2238,5	2243,6
P	Densidad del agua	1,0	1,0	1,0	1,0
	Abs. después de la inmersión % $[(B-A)/A] \times 100$	6,0	5,7	5,8	5,8
	Abs. después de la inmersión y hervido % $[(C-A)/A] \times 100$	6,2	6,0	6,1	6,1
G1	Densidad seca $[A/(C-D)] \times P$	2,214	2,218	2,211	2,214
	Densidad después de la inmersión $[B/(C-D)] \times P$	2,346	2,345	2,340	2,344
	Densidad después de la inmersión y hervido $[C/(C-D)] \times P$	2,351	2,350	2,346	2,349
G2	Densidad aparente $[A/(A-D)] \times P$	2,566	2,556	2,556	2,559
	Vol. de poros permeables (huecos) % $(G2-G1)/G2 \times 100$	13,7	13,2	13,5	13,5

DISEÑO 2 : Relación a/c = 0.60, 0.5% aditivo		EDAD: 28 DÍAS			
		M2-1	M2-2	M2-1	PROMEDIO
A	Peso seco	3770,3	3785,6	3778,8	3778,2
B	Peso sat. después de la inmersión	3940,2	3955,2	3948,8	3948,1
C	Peso sat. después del hervido	3946,8	3961,1	3951,9	3953,3
D	Peso aparente sumergido	2293,2	2302,8	2297,5	2297,8
P	Densidad del agua	1,0	1,0	1,0	1,0
	Abs. después de la inmersión % $[(B-A)/A] \times 100$	4,5	4,5	4,5	4,5
	Abs. después de la inmersión y hervido % $[(C-A)/A] \times 100$	4,7	4,6	4,6	4,6
G1	Densidad seca $[A/(C-D)] \times P$	2,280	2,283	2,284	2,282
	Densidad después de la inmersión $[B/(C-D)] \times P$	2,383	2,385	2,387	2,385
	Densidad después de la inmersión y hervido $[C/(C-D)] \times P$	2,387	2,389	2,389	2,388
G2	Densidad aparente $[A/(A-D)] \times P$	2,553	2,553	2,551	2,552
	Vol. de poros permeables (huecos) % $(G2-G1)/G2 \times 100$	10,7	10,6	10,5	10,6

Margarita Boza Olachea

 Ing. Margarita Boza

 CIP. 80500

Tec. Julio Díaz Gutierrez



ASTM C 642-06: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm², LIMA, 2017"

Solicitante : Rubén A. Sánchez E.

Diseño : 3 y 4

Técnico : Julio Díaz Gutierrez

Relación a/c : 0,60

Ing. Resp. : Margarita Boza

Fecha inicio : 26/06/2017

DISEÑO 3 : Relación a/c = 0.60, 1.0% aditivo		EDAD: 28 DÍAS			
		M3-1	M3-2	M3-1	PROMEDIO
A	Peso seco	3843,4	3847,7	3839,8	3843,6
B	Peso sat. después de la inmersión	3975,5	3977,2	3972,3	3975,0
C	Peso sat. después del hervido	3981,9	3983,5	3976,1	3980,5
D	Peso aparente sumergido	2334,3	2333,9	2329,5	2332,6
P	Densidad del agua	1,0	1,0	1,0	1,0
	Abs. después de la inmersión % $[(B-A)/A] \times 100$	3,4	3,4	3,4	3,4
	Abs. después de la inmersión y hervido % $[(C-A)/A] \times 100$	3,6	3,5	3,6	3,6
G1	Densidad seca $[A/(C-D)] \times P$	2,333	2,333	2,332	2,332
	Densidad después de la inmersión $[B/(C-D)] \times P$	2,413	2,411	2,412	2,412
	Densidad después de la inmersión y hervido $[C/(C-D)] \times P$	2,417	2,415	2,415	2,415
G2	Densidad aparente $[A/(A-D)] \times P$	2,547	2,542	2,542	2,544
	Vol. de poros permeables (huecos) % $(G2-G1)/G2 \times 100$	8,4	8,2	8,3	8,3

DISEÑO 4 : Relación a/c = 0.60, 1.5% aditivo		EDAD: 28 DÍAS			
		M4-1	M4-2	M4-1	PROMEDIO
A	Peso seco	3992,8	3979,6	3988,3	3986,9
B	Peso sat. después de la inmersión	4113,2	4110,9	4113,9	4112,7
C	Peso sat. después del hervido	4109,6	4099,0	4111,1	4106,6
D	Peso aparente sumergido	2401,3	2394,9	2390,5	2395,6
P	Densidad del agua	1,0	1,0	1,0	1,0
	Abs. después de la inmersión % $[(B-A)/A] \times 100$	3,0	3,3	3,2	3,2
	Abs. después de la inmersión y hervido % $[(C-A)/A] \times 100$	2,9	3,0	3,1	3,0
G1	Densidad seca $[A/(C-D)] \times P$	2,337	2,335	2,318	2,330
	Densidad después de la inmersión $[B/(C-D)] \times P$	2,408	2,412	2,391	2,404
	Densidad después de la inmersión y hervido $[C/(C-D)] \times P$	2,406	2,405	2,389	2,400
G2	Densidad aparente $[A/(A-D)] \times P$	2,509	2,511	2,496	2,505
	Vol. de poros permeables (huecos) % $(G2-G1)/G2 \times 100$	6,8	7,0	7,1	7,0



Margarita Boza Olacoea
Ing. Margarita Boza Olacoea
CIP. 80500

Julio Díaz Gutierrez

Tec. Julio Díaz Gutierrez



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	Patrón
Técnico :	Julio Diaz G.	Relación a/c :	0,60
Ing. Resp. :	Margarita Boza	Relación AF:AG :	45 - 55
Fecha :	26/05/2017	Vol. Prueba (m3) :	0,0350

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3,51	Vol. Agreg.	0,67	Cemento	380	Kg	
M.F. Piedra# 56	7,09	Arena	45	%			
M.F. Global	5,48	Piedra 56	55	%			
		Agregados	100	%			
		Aditivo					
		Euco 537 =	0	%	=	0	g

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			380	0,1206	380	13,30	Kg
Agua	S.J.M.	1000			228	0,2280	227	7,95	Kg
Arena	Cantera	2660	2,10	1,40	768	0,2887	784	27,44	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0,50	1,00	952	0,3527	957	33,50	Kg
Aire					1,00%	0,0100			
TOTAL						1,0000	2348		

TEMPERATURA (°C)		SLUMP (pulg)	% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)
AMBIENTE	MEZCLA						
30,0	28,0	4	1,0	2348	2354	1,0	



Tec. Julio Diaz Gutierrez



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	1, con aditivo
Técnico :	Julio Díaz G.	Relación a/c :	0,60
Ing. Resp. :	Margarita Boza	Relación AF:AG	45 - 55
Fecha :	26/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0,0350

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3,51	Vol. Agreg.	0,68	Cemento	342	Kg	
M.F. Piedra# 56	7,09	Arena	45	%			
M.F. Global	5,48	Piedra 56	55	%			
		Agregados	100	%			
		Aditivo					
		Euco 537 =	0,5	%	=	1,71	Kg

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			342	0,1086	342	11,97	Kg
Agua	S.J.M.	1000			205	0,2050	204	7,14	Kg
Arena	Cantera	2660	2,10	1,40	808	0,3038	825	28,88	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0,50	1,00	1002	0,3713	1007	35,24	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			1,71	0,0014	1,71	59,85	g
Aire					1,00%	0,0100			
TOTAL						1,0001	2380		

TEMPERATURA (°C)		SLUMP (pulg)	% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)
AMBIENTE	MEZCLA						
31,0	30,0	4 3/4	1,3	2380	2394	1,0	10,0



Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500
Ing. Margarita Boza

Julio Díaz

Tec. Julio Díaz Gutierrez



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	2, con aditivo
Técnico :	Julio Diaz G.	Relación a/c :	0,60
Ing. Resp. :	Margarita Boza	Relación AF:AG	45 - 55
Fecha :	30/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0,0350

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3,51	Vol. Agreg.	0,68	Cemento	342	Kg
M.F. Piedra# 56	7,09	Arena	45			%
M.F. Global	5,48	Piedra 56	55	Aditivo		
		Agregados	100	Euco 537 =	1,0	% = 3,32 Kg

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			332	0,1054	332	11,62	Kg
Agua	S.J.M.	1000			199	0,1990	198	6,93	Kg
Arena	Cantera	2660	2,10	1,40	818	0,3074	835	29,22	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0,50	1,00	1014	0,3756	1019	35,66	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			3,32	0,0027	3,32	116,20	g
Aire					1,00%	0,0100			
TOTAL						1,0001	2387		

TEMPERATURA (°C)		SLUMP (pulg)	% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)
AMBIENTE	MEZCLA						
30,0	27,0	5 3/4	1,5	2387	2395	1,0	13,0



Boza
Margarita Boza Olachea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500
 Ing. Margarita Boza

Diaz
 Tec. Julio Diaz Gutierrez



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

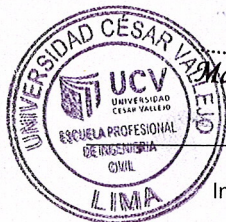
Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	3, con aditivo
Técnico :	Julio Díaz G.	Relación a/c :	0,60
Ing. Resp. :	Margarita Boza	Relación AF:AG	45 - 55
Fecha :	30/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0,0350

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3,51	Vol. Agreg.	0,69	Cemento	342	Kg
M.F. Piedra# 56	7,09	Arena	45	%		
M.F. Global	5,48	Piedra 56	55	%	Aditivo	
		Agregados	100	%	Euco 537 =	1,5
					% =	4,80
						Kg

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			320	0,1016	320	11,20	Kg
Agua	S.J.M.	1000			192	0,1920	191	6,69	Kg
Arena	Cantera	2660	2,10	1,40	828	0,3116	845	29,58	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0,50	1,00	1028	0,3808	1033	36,16	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			4,8	0,004	4,8	168,00	g
Aire					1,00%	0,0100			
TOTAL						1,0000	2394		

TEMPERATURA (°C)		SLUMP (pulg)	% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)
AMBIENTE	MEZCLA						
31,0	28,0	7	1,7	2394	2416	1,0	16,0



Margarita Boza Olachea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500
Ing. Margarita Boza

Julio Díaz

Tec. Julio Díaz Gutierrez



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PEREMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante :	Ruben A. Sánchez E.	Diseño :	4, con aditivo
Técnico :	Julio Díaz G.	Relación a/c :	0,60
Ing. Resp. :	Margarita Boza	Relación AF:AG	45 - 55
Fecha :	30/05/2017	Vol. Prueba (m3)	0,0350

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	3,51		Vol. Agreg.	0,70		Cemento	305	Kg		
M.F. Piedra# 56	7,09		Arena	45	%					
M.F. Global	5,48		Piedra 56	55	%	Aditivo				
			Agregados	100	%	Euco 537 =	2,0	% =	6,10	Kg

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP. Kg/m3	HUM. %	ABS. %	PESO SECO Kg	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
								DOSIFICACIÓN	UND
Cemento	Quisqueya I	3150			305	0,0968	305	10,68	Kg
Agua	S.J.M.	1000			183	0,1830	182	6,37	Kg
Arena	Cantera	2660	2,10	1,40	844	0,3173	862	30,17	Kg
Piedra 56	Flor de Nieve	2700	0,50	1,00	1047	0,3878	1052	36,82	Kg
Aditivo	Euco 537	1200			6,1	0,0051	6,1	213,50	g
Aire					1,00%	0,0100			
TOTAL						1,0000	2407		

TEMPERATURA (°C)		SLUMP (pulg)	% de Aire	P.U. Teórico (kg/m ³)	P.U. Real (kg/m ³)	RENDIMIENTO (m ³)	REDUCCION DE AGUA (%)
AMBIENTE	MEZCLA						
32,1	29,0	8	1,8	2407	2415	1,0	20,0

Margarita Boza Olaechea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500
 Ing. Margarita Boza

Tec. Julio Díaz Gutierrez



ENSAYO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETOS (ASTM C 1585-04)

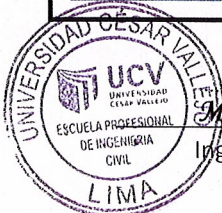
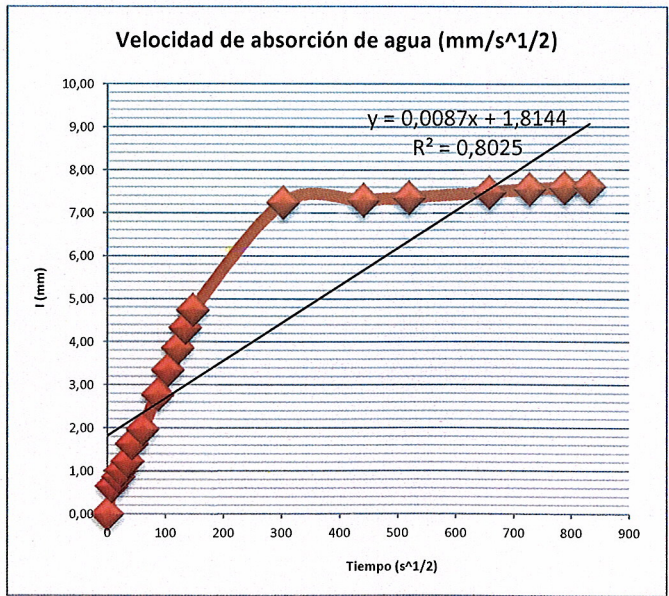
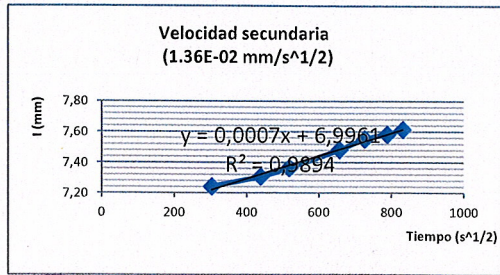
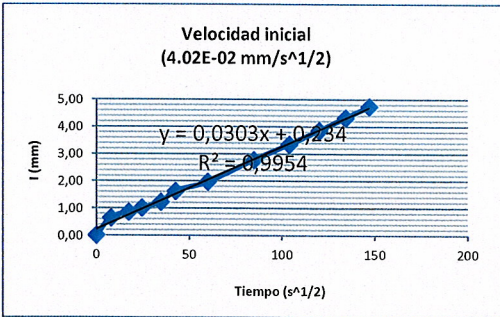
PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante : Rubén A. Sánchez E.
 Técnico : Julio Diaz Gutierrez
 Ing. Resp. : Margarita Boza

Diseño : 1, patrón, 0% aditivo
 Relación a/c : 0,60
 Fecha : 26/06/2017

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M1-1	M1-2	M1-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	101,2	101,2	101,6	101,3
Espesor (mm)	50,8	50,6	50,8	50,7
Área exp. (mm ²)	8044	8044	8107	8065
Área (m)	0,008	0,008	0,008	0,008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCION (mm/s ^{1/2})
DIAS	SEGUNDOS		M1-1	M1-2	M1-3	PROMEDIO				
	0	0	885,41	874,26	912,60	890,76	0,00	0,00	0,00	0,00
	60	8	890,76	879,53	917,57	895,95	5,20	0,64	1,27	0,0832
	300	17	892,53	881,26	919,32	897,70	6,95	0,86	1,70	0,04973
	600	24	893,97	882,59	920,22	898,93	8,17	1,01	2,00	0,04136
	1200	35	896,12	884,16	921,57	900,62	9,86	1,22	2,41	0,03529
	1800	42	899,32	887,53	924,83	903,89	13,14	1,63	3,21	0,03839
	3600	60	902,70	890,46	926,72	906,63	15,87	1,97	3,88	0,03280
	7200	85	910,16	896,71	932,47	913,11	22,36	2,77	5,46	0,03267
	10800	104	915,51	901,06	936,66	917,74	26,99	3,35	6,60	0,03220
	14400	120	920,24	904,89	940,34	921,82	31,07	3,85	7,59	0,03210
	18000	134	924,47	908,64	943,77	925,63	34,87	4,32	8,52	0,03223
	21600	147	928,38	911,82	946,61	928,94	38,18	4,73	9,33	0,03221
1	92220	304	950,57	931,34	965,57	949,16	58,40	7,24	14,27	0,02385
2	193200	440	951,03	931,82	966,15	949,67	58,91	7,30	14,40	0,01662
3	268500	518	951,53	932,28	966,57	950,13	59,37	7,36	14,51	0,01421
5	432000	657	952,50	933,27	967,48	951,08	60,33	7,48	14,74	0,01138
6	527580	726	953,08	933,86	968,02	951,65	60,90	7,55	14,88	0,01040
7	622200	789	953,38	934,12	968,21	951,90	61,15	7,58	14,94	0,00961
8	691200	831	953,69	934,37	968,43	952,16	61,41	7,61	15,01	0,00916



Margarita Boza
 Margarita Boza Olavechea
 Ing. INGENIERA BOZA
 CIP. 80500

Julio Diaz
 Tec. Julio Diaz Gutierrez



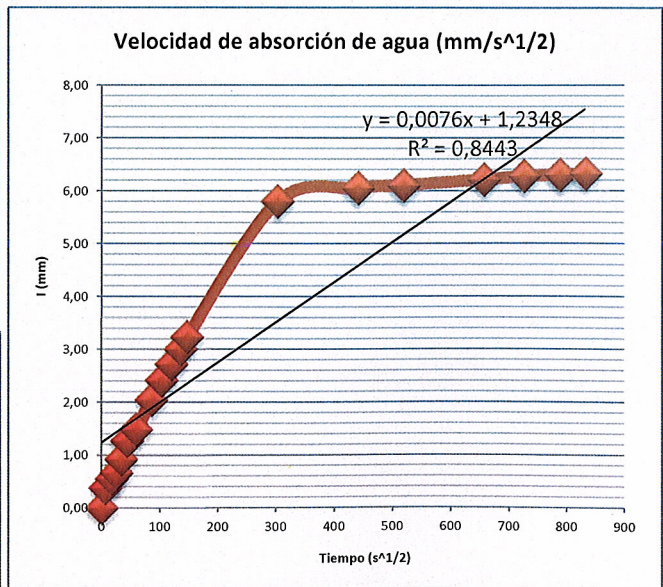
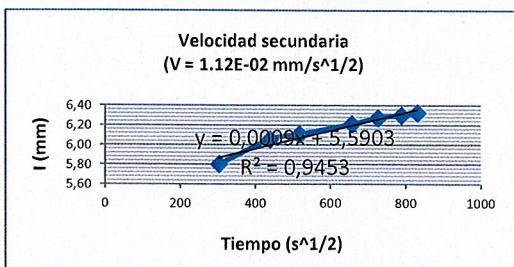
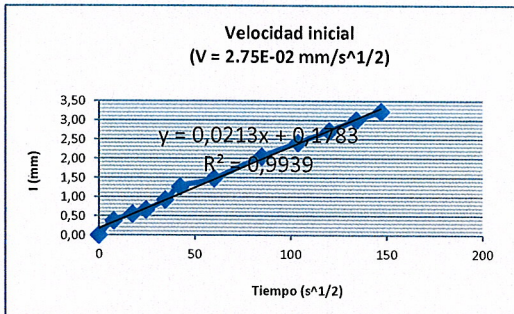
ENSAYO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETOS (ASTM C 1585-04)

PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm², LIMA, 2017"

Solicitante :	Rubén A. Sánchez E.	Diseño :	2, con 0.5% aditivo
Técnico :	Julio Díaz Gutierrez	Relación a/c :	0,60
Ing. Resp. :	Margarita Boza	Fecha inicio :	26/06/2017

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M2-1	M2-2	M2-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	101,0	101,3	101,2	101,2
Espesor (mm)	50,2	50,0	50,7	50,3
Área exp. (mm ²)	8012	8060	8044	8038
Área (m)	0,008	0,008	0,008	0,008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DIAS	SEGUNDOS		M2-1	M2-2	M2-3	PROMEDIO				
	0	0	915,72	925,47	938,87	926,69	0,00	0,00	0,00	0,00
	60	8	918,54	928,61	941,93	929,69	3,01	0,37	0,74	0,0483
	300	17	919,84	930,32	943,18	931,11	4,43	0,55	1,09	0,03179
	600	24	920,74	931,15	944,11	932,00	5,31	0,66	1,31	0,02699
	1200	35	922,71	933,24	946,23	934,06	7,37	0,92	1,82	0,02648
	1800	42	925,63	935,98	949,02	936,88	10,19	1,27	2,52	0,02988
	3600	60	927,18	938,39	950,19	938,59	11,90	1,48	2,94	0,02467
	7200	85	931,49	942,98	954,92	943,13	16,44	2,05	4,07	0,02411
	10800	104	934,49	945,63	958,07	946,06	19,38	2,41	4,79	0,02320
	14400	120	936,89	947,97	960,76	948,54	21,85	2,72	5,40	0,02266
	18000	134	938,89	950,23	963,32	950,81	24,13	3,00	5,97	0,02237
	21600	147	940,70	951,95	965,31	952,65	25,97	3,23	6,42	0,02198
1	92220	304	959,81	971,71	988,44	973,32	46,63	5,80	11,53	0,01910
2	193200	440	961,10	974,02	990,92	975,35	48,66	6,05	12,03	0,01377
3	268500	518	961,43	974,50	991,37	975,77	49,08	6,11	12,14	0,01178
5	432000	657	962,14	975,35	992,37	976,62	49,93	6,21	12,35	0,00945
6	527580	726	962,57	975,86	992,97	977,13	50,45	6,28	12,48	0,00864
7	622200	789	962,73	976,05	993,25	977,34	50,66	6,30	12,53	0,00799
8	691200	831	962,82	976,24	993,52	977,53	50,84	6,32	12,57	0,00761



Margarita Boza
Ing. Margarita Boza Olachea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500

Julio Díaz Gutierrez
Tec. Julio Díaz Gutierrez



ENSAYO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETOS (ASTM C 1585-04)

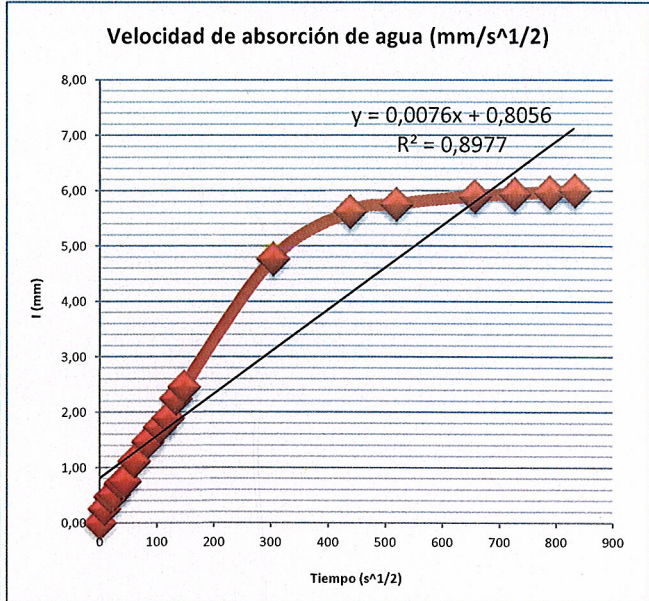
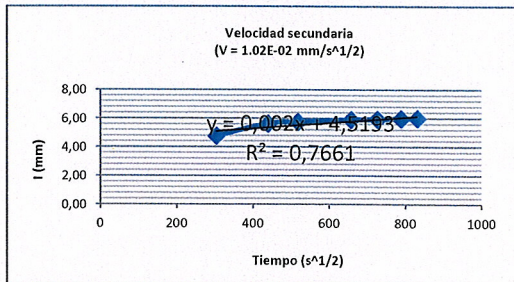
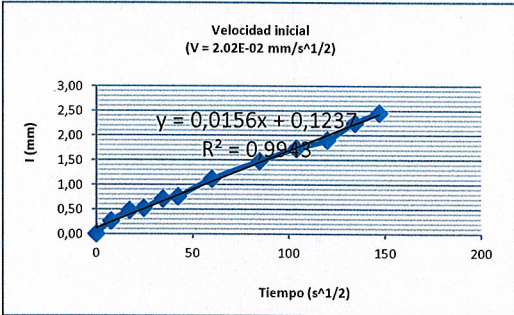
PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO f'c = 210 Kg/cm², LIMA, 2017"

Solicitante : Rubén A. Sánchez E.
 Técnico : Julio Diaz Gutierrez
 Ing. Resp. : Margarita Boza

Diseño : 3, con 1.0% aditivo
 Relación a/c : 0,60
 Fecha : 26/06/2017

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M3-1	M3-2	M3-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	101,6	101,7	101,6	101,6
Espesor (mm)	50,8	50,7	50,4	50,6
Área exp. (mm ²)	8107	8123	8107	8113
Área (m)	0,008	0,008	0,008	0,008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DIAS	SEGUNDOS		M3-1	M3-2	M3-3	PROMEDIO				
	0	0	950,00	955,60	965,40	957,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	60	8	951,99	957,70	967,70	959,13	2,13	0,26	0,52	0,0339
	300	17	953,80	959,50	969,40	960,90	3,90	0,48	0,95	0,02776
	600	24	954,30	960,00	969,50	961,27	4,27	0,53	1,04	0,02147
	1200	35	955,70	961,40	971,40	962,83	5,83	0,72	1,42	0,02076
	1800	42	956,30	961,80	971,50	963,20	6,20	0,76	1,51	0,01801
	3600	60	959,10	964,60	974,70	966,13	9,13	1,13	2,22	0,01876
	7200	85	962,10	967,60	977,50	969,07	12,07	1,49	2,94	0,01753
	10800	104	964,30	969,60	979,70	971,20	14,20	1,75	3,46	0,01684
	14400	120	965,80	971,10	980,80	972,57	15,57	1,92	3,79	0,01599
	18000	134	968,50	974,00	983,80	975,43	18,43	2,27	4,49	0,01694
	21600	147	970,20	975,60	985,60	977,13	20,13	2,48	4,90	0,01689
1	92220	304	989,10	994,60	1004,70	996,13	39,13	4,82	9,53	0,01588
2	193200	440	996,20	1001,70	1011,50	1003,13	46,13	5,69	11,23	0,01294
3	268500	518	997,00	1002,80	1012,90	1004,23	47,23	5,82	11,50	0,01124
5	432000	657	998,00	1004,10	1014,10	1005,40	48,40	5,97	11,78	0,00908
6	527580	726	998,60	1004,30	1014,30	1005,73	48,73	6,01	11,86	0,00827
7	622200	789	998,90	1004,50	1014,60	1006,00	49,00	6,04	11,93	0,00766
8	691200	831	999,00	1004,80	1014,90	1006,23	49,23	6,07	11,99	0,00730



Margarita Boza
 Ing. Margarita Boza Olaechea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500

Julio Diaz Gutierrez
 Tec. Julio Diaz Gutierrez



ENSAYO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETOS (ASTM C 1585-04)

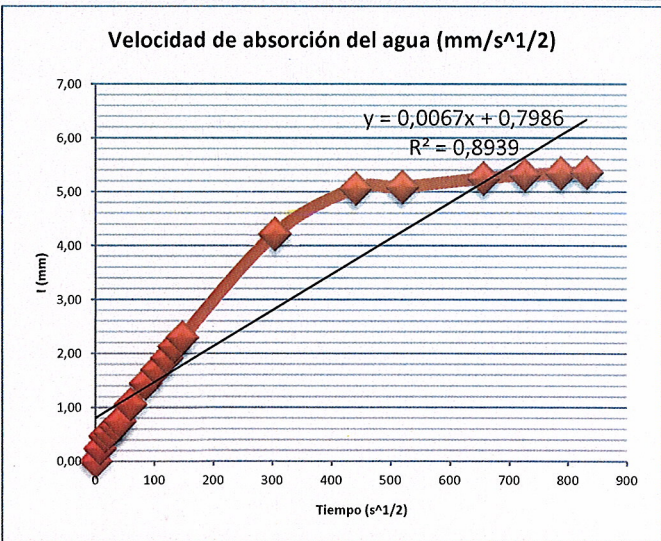
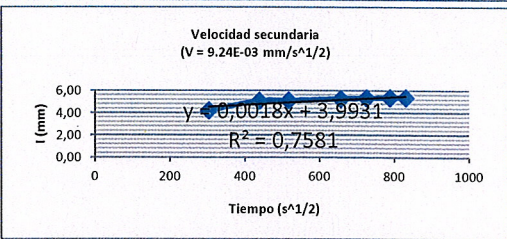
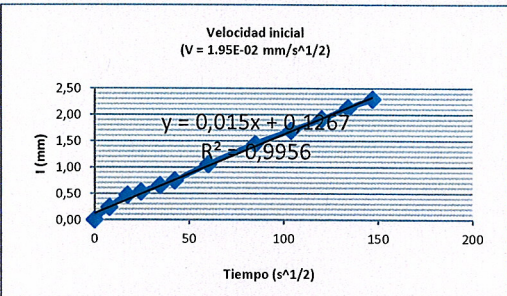
PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante : Rubén A. Sánchez E.
 Técnico : Julio Díaz Gutierrez
 Ing. Resp. : Margarita Boza

Diseño : 4, con 1.5% aditivo
 Relación a/c : 0,60
 Fecha : 03/07/2017

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M4-1	M4-2	M4-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	102,5	101,8	102,3	102,2
Espesor (mm)	50,8	50,5	50,4	50,6
Área exp. (mm ²)	8252	8139	8219	8203
Área (m)	0,008	0,008	0,008	0,008

TIEMPO DEL ENSAYO		($s^{1/2}$)	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/ $s^{1/2}$)
DÍAS	SEGUNDOS		M4-1	M4-2	M4-3	PROMEDIO				
	0	0	964,23	946,67	937,65	949,52	0,00	0,00	0,00	0,00
	60	8	966,24	948,77	939,43	951,48	1,96	0,24	0,47	0,0309
	300	17	968,18	950,68	941,26	953,37	3,86	0,47	0,93	0,02714
	600	24	968,71	951,10	941,82	953,88	4,36	0,53	1,05	0,02170
	1200	35	969,88	952,22	942,49	954,86	5,35	0,65	1,29	0,01881
	1800	42	970,66	953,17	943,06	955,63	6,11	0,75	1,47	0,01756
	3600	60	973,33	955,91	945,19	958,14	8,63	1,05	2,08	0,01753
	7200	85	976,79	959,01	948,29	961,36	11,85	1,44	2,86	0,01702
	10800	104	979,08	960,95	950,29	963,44	13,92	1,70	3,36	0,01633
	14400	120	981,13	962,60	951,95	965,23	15,71	1,92	3,79	0,01596
	18000	134	983,09	964,23	953,63	966,98	17,47	2,13	4,21	0,01587
	21600	147	984,66	965,48	954,90	968,35	18,83	2,30	4,54	0,01562
1	92220	304	1003,21	980,11	969,01	984,11	34,59	4,22	8,34	0,01389
2	193200	440	1010,81	985,52	977,50	991,28	41,76	5,09	10,07	0,01158
3	268500	518	1011,58	996,24	977,44	995,09	45,57	5,55	10,99	0,01072
5	432000	657	1012,52	986,95	978,29	992,59	43,07	5,25	10,38	0,00799
6	527580	726	1013,08	987,37	978,80	993,08	43,57	5,31	10,50	0,00731
7	622200	789	1013,30	987,77	979,00	993,36	43,84	5,34	10,57	0,00678
8	691200	831	1013,48	987,82	979,15	993,48	43,97	5,36	10,60	0,00645



Margarita Boza
 Ing. Margarita Boza
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500

Julio Díaz
 Tec. Julio Díaz Gutierrez



ENSAYO PARA MEDIR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETOS (ASTM C 1585-04)

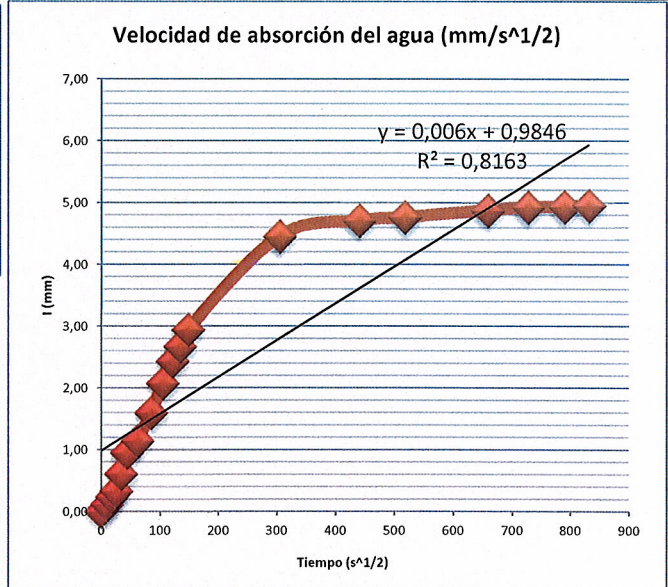
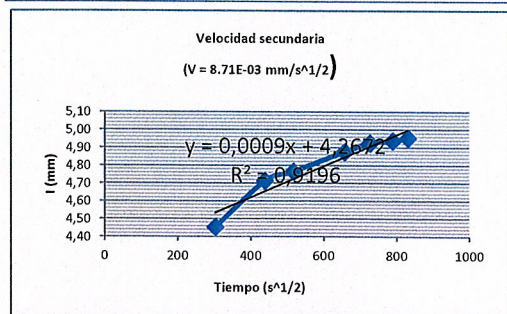
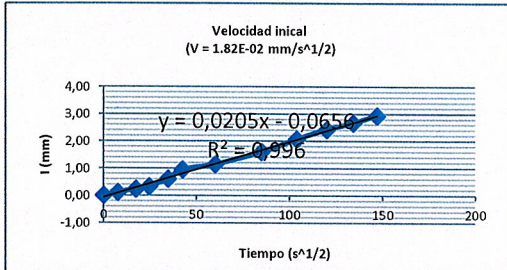
PROYECTO TESIS : "APLICACIÓN DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA REDUCIR LA PERMEABILIDAD CAPILAR DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, LIMA, 2017"

Solicitante : Rubén A. Sánchez E.
 Técnico : Julio Díaz Gutierrez
 Ing. Resp. : Margarita Boza

Diseño : 5, con 2.0% aditivo
 Relación a/c : 0,60
 Fecha : 03/07/2017

DATOS DE ESPECÍMENES				
	M5-1	M5-2	M5-3	PROMEDIO
Diametro (mm)	101,5	101,6	101,5	101,5
Espesor (mm)	50,7	50,8	50,4	50,6
Área exp. (mm ²)	8091	8107	8091	8097
Área (m)	0,008	0,008	0,008	0,008

TIEMPO DEL ENSAYO		(s ^{1/2})	MASA (g)				Δ MASA (g)	l (mm)	POROSIDAD EFECTIVA (%)	VELOCIDAD DE ABSORCIÓN (mm/s ^{1/2})
DÍAS	SEGUNDOS		M5-1	M5-2	M5-3	PROMEDIO				
	0	0	980,20	970,50	983,50	978,07	0,00	0,00	0,00	0,00
	60	8	981,10	971,40	984,50	979,00	0,93	0,12	0,23	0,0149
	300	17	982,10	972,40	985,50	980,00	1,93	0,24	0,47	0,01379
	600	24	982,90	973,10	986,20	980,73	2,67	0,33	0,65	0,01345
	1200	35	985,20	975,30	988,60	983,03	4,97	0,61	1,21	0,01771
	1800	42	988,00	978,20	991,20	985,80	7,73	0,96	1,89	0,02251
	3600	60	989,50	979,80	992,90	987,40	9,33	1,15	2,28	0,01921
	7200	85	993,10	983,40	996,70	991,07	13,00	1,61	3,17	0,01892
	10800	104	997,20	987,30	1000,40	994,97	16,90	2,09	4,12	0,02008
	14400	120	999,90	990,30	1003,40	997,87	19,80	2,45	4,83	0,02038
	18000	134	1002,00	992,30	1005,20	999,83	21,77	2,69	5,31	0,02004
	21600	147	1004,20	994,30	1007,60	1002,03	23,97	2,96	5,85	0,02014
1	92220	304	1016,40	1006,90	1019,80	1014,37	36,30	4,48	8,85	0,01476
2	193200	440	1018,60	1008,70	1022,10	1016,47	38,40	4,74	9,37	0,01079
3	268500	518	1019,00	1009,30	1022,40	1016,90	38,83	4,80	9,47	0,00926
5	432000	657	1019,90	1010,30	1023,20	1017,80	39,73	4,91	9,69	0,00747
6	527580	726	1020,30	1010,60	1023,70	1018,20	40,13	4,96	9,79	0,00682
7	622200	789	1020,40	1010,80	1023,70	1018,30	40,23	4,97	9,81	0,00630
8	691200	831	1020,50	1011,00	1023,80	1018,43	40,37	4,99	9,85	0,00600



Margarita Boza Olachea
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500

Julio Díaz Gutierrez
 Tec. Julio Díaz Gutierrez