



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante
por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas,
Lima- Perú 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Gutiérrez Figueroa, Ernesto (ORCID: 0000-0002-3382-655X)

ASESOR:

Mgtr. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: 0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado, a mi padre Modesto Gutiérrez, mi madre Luisa Figueroa y mis hermanos por todo el apoyo brindado, y a todas las personas quienes confiaron en mí para cumplir con esta meta; amigos y compañeros de quienes obtuve un permanente apoyo durante todo el período de estudio.

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Universidad César Vallejo y a los docentes por sus enseñanzas, los cuales nos ayudaron a culminar nuestra formación como profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y Operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimiento:	15
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN	31
VI. CONCLUSIONES	34
VII.RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	
ANEXO	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de ensayo de granulometría del agregado fino.....	17
Tabla 2. Resultado de ensayo de peso unitario de agregado fino	18
Tabla 3. Resultado de ensayo granulométrico de agregado grueso.....	19
Tabla 4. Resultado de ensayo de peso unitario de agregado grueso.....	20
Tabla 5. Resultado de diseño de hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	21
Tabla 6. Resistencia a la compresión en función al tiempo de curado 7 y 28 días	23
Tabla 7. Ritmo de absorción inicial y secundario en el concreto (mm/s) edad 7 y 28 días	26
Tabla 8. Reducción del ritmo de absorción inicial y secundario edad 7 y 28 días	27
Tabla 9. Resultado de volumen de vacíos de concreto edad 28 días.....	29
Tabla 11. Matriz de operacionalización de variables	42
Tabla 12. Matriz de consistencia	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de porosidad.....	8
Figura 2. Resistencia a la compresión de especímenes edad 7 y 28 días	23
Figura 3. Ritmo de absorción de concreto patrón edad 7 días	25
Figura 4. Ritmo de absorción de concreto con imp. Por cristalización edad 7 días	25
Figura 5. Ritmo de absorción de concreto con residuo plástico PVC edad 7 días	25
Figura 6. Porcentaje de volumen de poros permeables edad 28 días.....	30
Figura 7. Pulverización de PVC.....	47
Figura 8. PVC pulverizado.....	47
Figura 9. PVC polvo tamizado con tamiz número 40.....	47
Figura 10. Impermeabilizante por cristalización y residuo plástico PVC	48
Figura 11. Slump de concreto con impermeabilizante por cristalización.....	48
Figura 12. Slump de concreto con residuo plástico PVC.....	48
Figura 13. Especímenes patrón y con adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico PVC 4 x 8 pulg.	49
Figura 14. Ensayo de resistencia a la compresión concreto patrón edad 7 días	49
Figura 15. Ensayo de resistencia a la compresión concreto con impermeabilizante por cristalización edad 7 días	50
Figura 16. Ensayo de resistencia a la compresión concreto con residuo plástico PVC edad 7 días.....	50
Figura 17. Probeta recubierta con cinta adhesiva y el peso seco de la probeta edad 7 días	51
Figura 18. Recipiente de plástico con apoyos apropiados probeta sumergida edad 7 días	51
Figura 19. Peso de la probeta sumergida edad 7 días	51

RESUMEN

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, la cual propone analizar la permeabilidad del concreto con el uso de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico PVC en estructuras hidráulicas. Los objetivos de esta investigación son: Determinar evaporación e hidratación del concreto, porosidad del concreto y determinar la resistencia a la compresión. Para lograr los objetivos mencionados se diseñó concreto $f'c = 2010 \text{ kg/cm}^2$ y se elaboró 60 especímenes cilíndricos de 4 x 8 Pulg, con adición de 0%, 2.5% y 5% impermeabilizante por cristalización y residuo plástico PVC. Los resultados obtenidos con respecto al porcentaje de ritmo de absorción capilar con impermeabilizante por cristalización en 5% hasta 41% y residuo plástico en 12% hasta 42%, tienen una reducción de absorción con respecto al concreto patrón y concreto con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización reduce el ritmo de absorción en 4% hasta 25%, concreto con adición 2,5% de residuo plástico en 6% hasta 23% con respecto al concreto patrón, el incremento de resistencia con adición 5% de residuo plástico en 10% hasta 11%, con adición 5% de impermeabilizante por cristalización en 8% hasta 10% con respecto al concreto patrón y con adición 2.5% de residuo plástico en 2% hasta 5%, con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización en 2% hasta 6% con respecto al concreto patrón y el porcentaje de reducción de volumen de vacíos, concreto con adición 2,5% de impermeabilizante por cristalización en 3.6%, concreto con adición 2.5% de residuo plástico en 3.7% y concreto con adición 5% impermeabilizante por cristalización en 3.3%, concreto con adición 5% residuo plástico en 3.5%, que tienen menor volumen de poros permeables con respecto al concreto patrón en 4.0% edad 28 días.

Palabras claves: Permeabilidad, residuo plástico. Impermeabilizante por cristalización, polvo PVC, absorción capilar.

ABSTRACT

This research has a quantitative approach, which proposes to analyze the permeability of concrete with the use of waterproofing by crystallization and PVC plastic residue in hydraulic structures. The objectives of this research are: Determine evaporation and hydration of concrete, porosity of concrete and determine resistance to compression. To achieve the aforementioned objectives, concrete was designed $f'_c = 2010 \text{ kg / cm}^2$ and 60 cylindrical specimens of 4 x 8 Inch were made, with the addition of 0%, 2.5% and 5% waterproofing by crystallization and PVC plastic residue. The results obtained with respect to the percentage of capillary absorption rate with waterproofing by crystallization in 5% to 41% and plastic residue in 12% to 42%, have an absorption reduction with respect to standard concrete and concrete with 2.5% addition of waterproofing by crystallization, reduce the absorption rate by 4% to 25%, concrete with the addition of 2.5% of plastic residue by 6% to 23% with respect to the standard concrete, the increase in resistance with the addition of 5% of plastic residue by 10% up to 11%, with addition of 5% of waterproofing by crystallization in 8% to 10% with respect to the standard concrete and with addition of 2.5% of plastic residue in 2% to 5%, with addition of 2.5% of waterproofing by crystallization in 2% up to 6% with respect to concrete and the percentage of void volume reduction, concrete with addition 2.5% of waterproofing by crystallization in 3.6%, concrete with addition of 2.5% of plastic residue in 3.7% and concrete with addition of 5% impedance 3.3% crystallization waterproofing, concrete with addition of 5% plastic residue in 3.5%, which have a lower volume of permeable pores compared to standard concrete in 4.0% age 28 days.

Keywords: Permeability, plastic residue. Crystallization waterproofing, PVC powder, capillary absorption

I. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene por objetivo analizar la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en las estructuras hidráulicas. Esta investigación está centrada en estructuras hidráulicas asignadas para contener el agua como: tanques elevados, reservorios, cisternas de agua y la utilización de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico, ya que las estructuras presentan filtraciones y disminución de agua debido a fisuras y sistema de poros existentes en su matriz. El concreto es uno de los elementos más usados en el desarrollo y mejor puede ser preparado en planta de cementera o en el lugar de trabajo. Debe presentar la cantidad de propiedades a mezclar para obtener un concreto adecuado. Además, el concreto debe cumplir los requisitos tanto en estado fresco como en estado endurecido. En estructuras hidráulicas el material más razonable para su desarrollo es el hormigón; siendo una de sus propiedades afectadas por su oposición la baja porosidad y asimilación entre otras. Uno de los inconvenientes del concreto es que tiende a fisurarse y/o agrietarse debido a diferentes factores. Se describe la problemática con relación a esta investigación, bajo el entorno global, nacional y local: la alta permeabilidad destruye al mortero; en general las estructuras están en contacto con la humedad, sulfatos, ácidos y cloruros del ambiente; estas estructuras están expuestas a la actividad del agua, por ejemplo, cisternas, tanques, piscinas, canales de sistema de agua, presas (ACI212.3R-10, 2010).

El concreto sufre numerosos daños por ejemplo daños mecánicos, físicos y químicos que causan fisuras en el concreto como el sulfato, cloruro y las condiciones de introducción que influyen en la vida del concreto (Ajay kumar, 2018, p. 1). La infiltración ascendente se basa en la migración del agua del terreno en los muros a través de red de permeable de los materiales usados en la obra, este tipo de infiltración es más significativo en el deterioro de la estructura. La lluvia es uno de los agentes de humidificación en los exteriores de la pared (Delgado, 2020, p. 19). En Chile la construcción del edificio Magallanes en la localidad de Punta Arenas, se hallan varios elementos desencadenantes de patologías del hormigón. Elementos climáticos, incluido la brisa, que puede obtener a una rapidez de hasta 30 km/h, niebla, que llega a una recurrencia de

hasta el 71%, aguacero, que llega alrededor 42 mm, los cuales repercuten, por ejemplo, fisuras, ruptura, grietas, eflorescencia. Las patologías más extremas en el inmueble Magallanes son: brisa, fisuras y corrosión (Chávez y Unquén, 2011, p. 93). La observación de campo es un instrumento fundamental para distinguir las patologías en presas de concreto, aunque la ratificación exploratoria es obligatoria fueron estudiados 15 presas con patologías de fallas y remoción de bloques cercana a la contigua (Blanco, 2018, p. 12). Los agentes meteorológicos han mostrado científicamente que el ambiente y las situaciones de exposición son partes externas que están directamente comprometidas con el debilitamiento del concreto (Carretero, 2019, p. 8). El reservorio elevado de Tacalá- Piura elevada en su completa estructura muestra fisuramiento, grietas, donde la localidad influenciada por las patologías es 64.10%, como lo indica el tramo idealizado, además tiene un 90% de fisuras como una patología extraordinaria (Vértiz, 2018, p. 2).

El canal del sistema de agua de aldea de Asay entre las progresivas 0+000 al 1+000 del distrito de Huarachudo, localidad del Marañón, departamento Huánuco, mide que el desglose habla del 17.12% de las patologías del canal, por otra parte, presenta diversas patologías, por ejemplo: agrietamientos, fisuras, descascaramiento, afloración, elevación de, vegetación, impacto, sello de junta, y afloramiento en 53.53% de patologías (Quispe, 2016, p. 9).

La investigación se abordó bajo el siguiente: problema general: ¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la reducción de la permeabilidad del concreto en estructuras hidráulicas, Lima Perú 2020?, se proponen los siguientes problemas específicos: a) ¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas, Lima Perú 2020?, b) ¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la resistencia a la compresión del concreto en estructuras hidráulicas, Lima Perú 2020?, c) ¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la porosidad de concreto en estructuras hidráulicas de concreto, Lima Perú 2020?. Una vez delimitado el problema, se procedió a formular la. Justificación Técnica: En estructuras hidráulicas hay diferentes avances de tecnologías planeadas para la impermeabilización del

concreto. Con el presente estudio tendremos la opción de disminuir la permeabilidad con la aplicación de una sustancia impermeabilizante por cristalización y residuo plástico. Al disminuir la penetrabilidad del concreto tendremos la opción de reducir los gastos de reparación y mantenimiento y por lo tanto incrementaremos la durabilidad y vida útil de la estructura. La sustancia añadida impermeabilizante por cristalización y residuo plástico responde con el agua en el concreto, formando cristales a través de la red de poros. Justificación social: dar a conocer el incremento de resistencia, maleabilidad, disminuir la permeabilidad con la utilización de sustancia añadida y poner en uso en la parte del desarrollo del sector construcción.

Objetivo general: Analizar la permeabilidad del concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico para reducir la permeabilidad de concreto en las estructuras hidráulicas, con esta premisa se enunciaron los siguientes objetivos específicos: a) Determinar la permeabilidad del concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad del concreto en estructuras hidráulicas, b) Determinar la influencia de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la resistencia a la compresión de concreto en estructuras hidráulicas y c) Determinar la permeabilidad del concreto con la adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la porosidad del concreto en las estructuras hidráulicas.

Se establecieron como hipótesis general: La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la reducción de la permeabilidad del concreto en estructuras hidráulicas, y como hipótesis específicos: a) La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad en estructuras hidráulicas, b) La adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto en estructuras hidráulicas, y c) La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la porosidad de concreto en estructuras hidráulicas.

II. MARCO TEÓRICO

Para Cargua (2017), en la investigación del *análisis comparativo de impermeabilidad del hormigón mediante estudio experimental de aditivos por cristalización*. Tuvo como objetivo de investigación. Comprobar los niveles de recubrimiento e impermeabilidad utilizando membrana interna y externa en concreto. Fue un estudio de enfoque cuantitativo, experimental. La población de estudio fueron los agregados de la cantera extraída. La muestra fue las probetas hechas con hormigón de resistencia de 280 kg/cm² con sustancias impermeabilizantes de membrana interna y membrana externa. Los instrumentos empleados fueron. Técnica de recolección de datos, observación continua, hoja de información, equipos de laboratorio, herramientas manuales. Los ensayos realizados fueron: ensayo de permeabilidad de método bajo presión, la prueba de torrent a los edades de 7 y 28 días con adición de 2% de impermeabilizante por cristalización para membrana interna. Tuvo un resultado favorable su longitud de penetración de agua llegó a los 16.7 y 15.5 mm muy aceptable. Se concluyó que al contrastar los dos tipos de sustancias de impermeabilización por cristalización de membrana interna y el de membrana externa, se pudo evaluar que el aditivo de membrana interna tiene una impermeabilización más profunda de infiltración, como lo demuestra la escala de permeabilidad considerando una normalidad se descubrió que tenían una baja permeabilidad.

Para Leyva y Orbegoso (2019), en su investigación titulada. *“Estudio comparativo de los aditivos hidrófugos, por cristalización y bloqueadores de poros en la permeabilidad de morteros de cemento tipo I”*. Tuvo como objetivo de investigación. Realizar una investigación comparativa de tres grupos de aditivos impermeabilizantes: Hidrófugos (Sika-1 en Polvo), Bloqueadores de poros (Sika-100 Impermeable) y por cristalización (Sika-WT-200P). Fue un estudio de enfoque cuantitativo, experimental. La población fue todos los morteros con relación de 1/4 de cemento. La muestra fue 18 probetas de sustancia por Cristalización (Sika WT-200P), con % en Peso sustancia por cantidad de Cemento de 1.0 %. Los instrumentos empleados fueron. Ficha de experimentación, hoja de información, cámara fotográfica, equipos de ensayo de laboratorio. Los principales resultados fueron. Ensayo de grado de absorción de

agua en 11.20% con adición de cristalización con respecto al concreto patrón en 14.37%. En el ensayo de índice de poros permeables obtuvo un menor índice de poros en 14,15% con adición de cristalización con respecto al concreto patrón en 21.53%. Se concluyó que. La sustancia por cristalización utilizada para el mortero es la que proporciona la mejor disminución en la retención de agua, el volumen de vacíos porosos, capilaridad y la permeabilidad en lugar de las mezclas de morteros de control (concreto tradicional).

Para Bolat y Erkus (2014), en su artículo de investigación titulado “*uso de polvo de cloruro de polivinilo (PVC) y gránulos como reemplazo agregado en mezclas de hormigón*”. Tuvo como objetivo de estudio reducir la contaminación ambiental y aumentar el rendimiento y economía del hormigón. Fue un estudio de enfoque cuantitativo, experimental. Los instrumentos empleados fueron información bibliográfica y equipos de laboratorio herramientas manuales. Los ensayos realizados fueron: resistencia a la compresión, absorción capilar, resistencia a la abrasión con adición de polvo de PVC entre 0 y 0,25 mm en un porcentaje de 10%, 20% y 30% a la edad 7 y 28 días. Los principales resultados obtenidos fueron: resistencia a la compresión reduce en 10% a 17.3%, absorción capilar es menor que la mezcla de referencia en 0.0027 mm, resistencia a la abrasión aumenta en 10% y el resultado de ensayo del espacio poroso permeable indican que mientras la proporción de PVC aumenta, el espacio permeable disminuye en 8%. Concluyendo que este estudio demuestra que es posible utilizar residuos plásticos en situaciones donde la resistencia al agua capilar siempre que no haya reducciones significativas en resistencia a la compresión.

Para Rodríguez (2015), en su investigación titulada “*Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil*”. Tuvo como objetivo de investigación. Verificar la efectividad de la sustancia impermeabilizante por cristalización para el concreto en Guayaquil, en contraste a los procedimientos habituales para la impermeabilización externa. Fue un estudio de enfoque cuantitativo, experimental. La población de estudio fue, los bloques utilizados para la prueba de absorción y tiempo de cristalización. La muestra fue los bloques con aditivos, 7 probetas con concreto simple y 6 probetas de recubrimiento impermeable externo y 3 incorporado la sustancia por cristalización. Los instrumentos empleados fueron. Informaciones bibliográficas,

visitas a los lugares donde se presentó filtraciones, equipos de laboratorio, herramientas manuales. Los ensayos realizados fueron: ensayo de absorción con 1% y 5% de adición de impermeabilizante por cristalización con 7 y 28 días de curado, resistencia a la compresión. Los resultados fueron. Ensayo de absorción se obtuvo una disminución de 23.37% y tuvo un incremento de resistencia a la compresión en 232.0 a 232.01 kg/cm². Se concluyó que. Se han ilustrado, los beneficios de una impermeabilización externa disminuyen la humedad, la presencia de hongos, filtraciones, durabilidad confiable y prácticamente no necesita ningún mantenimiento.

Para Icaza (2019), en su investigación titulada “*determinación y evaluación de la permeabilidad de los concretos con diferentes relaciones a/c, diferentes tipos de cemento y aditivo impermeabilizante sika 1 en la ciudad de Arequipa*”. Tuvo como objetivo de investigación. Definir y evaluar la penetrabilidad del hormigón con diversas proporciones a/c, diferentes tipos de cemento y sustancias impermeabilizantes SIKA I. Fue un estudio de enfoque cuantitativo, experimental. La población de estudio fue la cantera la poderosa de donde se extrajo los agregados. La muestra fue. Las probetas añadidas con sustancia sika. Los instrumentos empleados fueron. Equipos de ensayos de laboratorio, ficha de experimentación, hojas de información. Los ensayos realizados fueron: resistencia a la compresión con 3, 7 y 28 días de curado, ensayo de permeabilidad al agua bajo presión a los 28 días de curado. Los resultados fueron. Resistencia a la compresión tuvo un resultado de 239 a 334 kg/cm², el ensayo de permeabilidad tuvo un resultado de 20 mm a 25 mm. Se concluyó que. El desempeño de los diversos diseños de mezclas ensayos de permeabilidad de agua bajo presión, con cemento tipo IP tiene mayor influencia que los cementos tipo HE y tipo I en las mezclas tradicionales la penetración de agua disminuye.

Para Barreda y Cahuata (2018), en su investigación titulada “*Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidráulicas de concreto armado*”. Tuvo como objetivo de investigación comprobar la reducción de la permeabilidad del hormigón con la utilización de un aditivo impermeabilizante por cristalización. Fue un estudio de enfoque cuantitativo experimental. La población fue las

probetas confeccionadas con impermeabilizante por cristalización con relación agua/cemento 0.40, 0.45, los instrumentos utilizados fueron: Equipos de ensayos de laboratorio, ficha de experimentación, hojas de información. Los ensayos realizados fueron asentamiento, peso específico de hormigón fresco, resistencia a la compresión, absorción capilar, absorción y porosidad con edades de 3, 7, 28 días. Los resultados fueron: resistencia a la compresión tuvo un resultado de 238.8 a 253.4 kg/cm². El ensayo de absorción capilar tuvo un resultado de 5.07 mm a 4.20 mm, Índice de poros en 6.04% a 5.55%, penetración de agua en 26 mm a 16 mm. Se concluyó que en la absorción capilar tiende a reducir el ritmo de absorción, que el aditivo por cristalización tiene una mayor reducción de porosidad, en la resistencia a la compresión mejora en un 4,6%.

El presente estudio de investigación, utiliza teorías vinculadas al tema, y se consolida en el marco teórico discreto a continuación.

Definición de variable dependiente de la investigación. Permeabilidad del concreto. La permeabilidad se refiere al movimiento de un líquido en presencia de un desnivel de fuerza como es el que tiene lugar en las estructuras de retención de agua. La filtración se mide sobre métodos saturados. En la relación del concreto conviene estar saturado para lograr medir la permeabilidad que se precisa en término de m/s (Hermida, 2014, p. 7). Se considera que una estructura es impermeable para el agua en el caso de que evite que el agua pase de una cara a otra el componente que se ofrece como límite para el evitar la entrada de humedad; ya sea que se trate de un muro, una losa o algún otro tipo de componente estructural que esté en fricción con la humedad. Detallamos los conceptos de durabilidad, porosidad y permeabilidad del concreto; ideas que están relacionadas al caracterizar una estructura con una permeabilidad baja, media o alta. Durabilidad del concreto: Está directamente relacionada con la no pérdida de las propiedades. La forma de mejorar la durabilidad del hormigón es corregir la estructura de permeabilidad del hormigón el menudo de los poros y cuanto más homogénea sea su distribución es excelente la durabilidad (Zhang y Liu, 2020, p. 10). La durabilidad es un factor clave, en lo que respecta a un conjunto de propiedades de rendimiento técnico, sino también en la sostenibilidad y la colisión ambiental de la obra (Aguirre y Robayo, 2020, p. 4) Es entonces cuando la permeabilidad del concreto es aplicable con respecto a

su resistencia, ya que si un concreto tiene una alta porosidad se vuelve indefenso frente a los ataques químicos en su matriz y significativamente más dañinos e significativos los ataques químicos sobre el refuerzo de acero en su interior.

Porosidad del concreto: Durante el proceso de fraguado del concreto, debido a los procedimientos de exudación, asentamiento e hidratación del concreto; es que hay espacio para el desarrollo de porosidad del concreto. Se clasifica por porosidad: Porosidad abierta, es la que se identifica con los poros asociados con el exterior. Porosidad permeable una parte de la porosidad abierta que se compara con los poros interconectados, la entrada de agua en el concreto. En la figura 1 describe los tipos de poros que pueden existir en una matriz cementante, deduciendo para esta situación que la porosidad depende de la porosidad permeable.

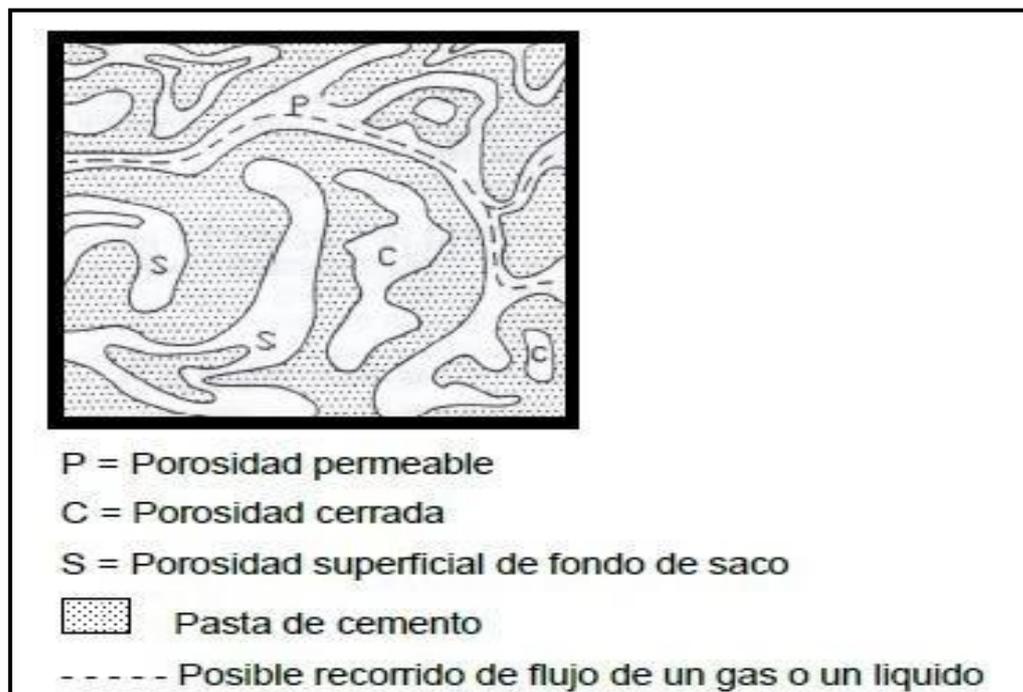


Figura 1. Tipos de porosidad.

Fuente: (Gómez, 2008, p. 41)

Permeabilidad del concreto: es su capacidad para oponerse la entrada de líquidos a través de su estructura y esta obstrucción es una capacidad inmediata de la porosidad del material que se identifica directamente con la homogeneidad de la mezcla. Las estructuras que están en contacto inmutable con el agua o están en control de agua, la penetrabilidad del concreto es responsable de garantizar la durabilidad y actividad correcta de las estructuras de concreto.

Existen algunos sistemas de infiltración de agua al concreto, los principales son: la filtración capilar y la inserción de agua bajo tensión hidrostática.

Filtración capilar: dado que el hormigón es un material permeable y tiene un sistema de poros en su interior, podemos decir que la absorción capilar es más rápida que la infiltración de agua bajo tensión; sin embargo, las estructuras son muy inermes a la formación de fisuras debido a efecto externa, contracción por deshidratación o exposición a lugares adversos (Belleghem, 2016, p. 2).

Infiltración de agua bajo presión: para solicitar que una estructura está sumergida en presión, debe tenerse en cuenta que una de las caras de la estructura está sumergida y la otra se libera de ella, para decidir la porosidad del concreto, por entrada de agua, se completaron cálculos que influyen el flujo por el que pasa la estructura en un tiempo determinado la profundidad de la infiltración de agua en el hormigón y el coeficiente de penetrabilidad son parámetros utilizados para organizar el hormigón como hormigón de porosidad baja, media o alta.

Factores que afectan la penetrabilidad: en términos prácticos, hay algunos factores que afectan la porosidad del concreto desde su fase de preparación, transporte y disposición. Porosidad, Curado del concreto. Proporción agua/cemento en concreto alude a la medida del agua por unidad de cemento que forman la pasta, las investigaciones que se han ejecutado manifiestan que solo el 25% del volumen de líquido se usa para hidratar el hormigón y el resto se disipa dejando espacios libres que influyen en la calidad del concreto. Porosidad: En el concreto endurecido ocurre como resultado del control a la hora de fijar los poros a gran escala, el agua de mezcla que se controla en el procedimiento de hidratación, poros estrechos y los poros de gel. Son los que más impactan la penetrabilidad, debido a su tamaño y usabilidad.

Curado del concreto: Es un elemento principal que influye en la penetrabilidad del concreto es la restauración, cuando el concreto se haya fraguado, es indispensable remojarlo para que el concreto continúe con su procedimiento de hidratación dentro del concreto, cuanto más esté en contacto con el agua más prominente será su oposición y dureza. Mecanismos de transporte en el interior del concreto: Una estructura sólida impulsada por presión se coloca en servicio y está en contacto perpetuo con el agua. Absorción capilar: Es el mecanismo de transporte de agua más acelerado que se origina en el exterior y atraviesa por

los poros estrechos hacia el matriz del hormigón, hay dos clases de poros: poros abiertos que se hallan interconectados con cada uno interior y el exterior y poros ciegos que no se hallan conectados (Jiang, 2019, p. 2). Permeabilidad: también se le llama infiltración de agua a través de presión hidrostática, la capacidad de concreto armado para ingresar en un grado más prominente o menor por red de poros formados en su interior por la actividad de presión hidrostática en su superficie. Transporte de agua en mortero. Los procedimientos de transporte esquivo en el caso de los materiales cementosos son difusión, absorción capilar y permeación, con distinta conducción, cargas responsables como desnivel de fuerza o aglutinación (Mengel, 2019, P. 3).

Ataque de cloruro: La interacción del hormigón con cloruros y sulfatos en el mar, el agua del mar inhibe una alta aglutinación de cloruros y agrupación de sulfatos casi 19,090 ppm de cloruro y 2233 ppm sulfato generando crecimiento destructivo y disminución de la unión entre la pasta y cementos que encamina a la pérdida de resistencia (Mahmoud Y Elsayed, 2016, p. 2). El deterioro del concreto debido al ataque de sulfato puede atribuirse a la difusividad de los iones, la solubilidad (Geowen, 2018, p. 2).

Floración: La eflorescencia es una apariencia blanquecina en ciertas áreas del concreto debido a la forma en que se drena el hidróxido de calcio. En el momento en que se une con dióxido de carbono del ambiente, deja una reserva de carbonato de calcio. Esto puede evitarse controlando la porosidad del concreto manteniendo una distancia estratégica de la pérdida de hidróxido de calcio.

Fisuras y Grietas en el Concreto: Las fisuras y grietas se identifican firmemente entre sí y se usan con frecuencia de manera equivalente, debe asegurarse de que haya un contraste perceptible entre una fisura y una grieta. Fisura es cualquier abertura no controlada que influye solo en el exterior del componente.

Identificación de Las grietas y fisuramientos en el hormigón las grietas y problemas en el hormigón tienen diferentes fuentes, dentro de las cuales podemos influir: las fisuras estructurales, fisuras que comienzan en la condición plástica del concreto y fisuras en estado endurecido.

Fisuras en Estado Plástico: Podemos determinar los tipos de complejidades en la condición plástica de concreto: Fisuración por contracción plástica. Fisuración por expansión de los agregados. Las fisuras que causan mayor daño al concreto en su etapa plástica son las de retracción plástica. Fisuración por contracción

plástica: Es el tipo de fisuras debido al cambio volumétrico en el concreto provocado por una combinación de variables, por ejemplo, la humedad, temperatura ambiente, temperatura del concreto y la velocidad del viento; esta combinación de componentes hace que el concreto sufra contracciones en la superficie presentada debido a la rápida disminución del agua superficial del concreto.

Definición conceptual de variable independiente de la investigación. Impermeabilizante por cristalización. El impermeabilizante por cristalización, se usa generalmente para la impermeabilización de tanques y reservorios para agua potable. Este aditivo es exento de cloruro, resistente a altas presiones hidrostáticas, cierra fisuras posteriores de hasta 0,4 (Schomburg, 2014, p. 1). Aditivos impermeabilizantes: Está diseñada para construcciones, estructuras hidráulicas que se hallan en fricción con el agua, la mezcla cristalina se basa en portland cemento, grava de cuarzo y un preparado de productos químicos activos (Pazderka, 2016, p. 1). La introducción de estas sustancias para el concreto se encuentra en estructuras y emulsiones de polvo y fluidos. Este surtido de sustancias añadidas se utiliza además para prevenir o disminuir la presencia de eflorescencias para reducir el riesgo de deterioro del acero, carbonatación.

Las sustancias impermeabilizantes adicionales se utilizan en hormigón que entran en fricción con el agua y en estructuras que contienen fluidos, como piscinas, estructuras recubiertas, túneles, presas, puentes, tabiques de contención. Estos aditivos añadidos incrementan la vida eficiente del hormigón fortificado. La junta directiva de ACI 212-10 "Aditivos para Concreto", clasifica los aditivos en su Capítulo 15 "Aditivos de disminuir de la permeabilidad" se clasifican en dos subcategorías: sustancias que aíslan el agua de la lluvia, el desarrollo capilar. Sustancias para estructuras que están sujetas a un desnivel de presión. Indicar, sustancias para estabilizar la retención capilar y sustancias para aislar el pazo de agua a través de la porosidad. Impermeabilizante, aquafin-ic (integracoat): es el resultado de la última innovación más reciente en una sustancia basada en mortero que se infiltra para impermeabilizar estructuras resistentes, recientes o antiguas, hechas de hormigón o módulos de hormigón. Resiste la fuerza hidrostática sin enmarcar un límite y deja que el gas se escape.

Aplicaciones comunes: Estructuras impermeables en el área externa o interna. Para utilizar en establecimientos, subterráneos muros, cisternas de servicios públicos. Estanques de agua (potable o no potable), estanques de aguas residuales, lavaderos, pozos de personas, peceras, estructuras de estacionamiento. No intoxica, consistentemente dinámico. El aditivo Impermeabilizante se usa básicamente en el concreto como sustancia impermeabilizante y altamente eficiente, es un reductor de filtración completo que desempeña bajo la norma ASTM C 494. Es eficiente aumentar la compacidad del mortero, tiene un fin positivo en la microestructura de la pasta de cemento. (Matar y Barhoun, 2020, P. 7).

Definición de variable independiente: Residuos plásticos como aditivos para mejorar la permeabilidad del concreto. Son reciclados mediante procedimientos parecidos a los de su elaboración original. Aprovechando su comportamiento los cambios de temperatura, logran ser llevados por calentamiento a su fase elasto-plástica y en estos términos lograr una distinta forma. Mediante enfriamiento, estos residuos llegan a su estado sólido guardando la forma obtenida en el estado elasto-plástico (Ramírez, 2019, p. 26). Procedimiento de residuos plásticos para usar como aditivo. Es fundamental que estos materiales estén en ambiente libre de rayos de sol para impedir la pérdida de sus propiedades. La resistencia, durabilidad y la descomposición del material. Primeramente, reciclar y limpiar las materias orgánicas y los fragmentos contaminantes. La pulverización de residuos plásticos empleado para el proceso de esta investigación fue, cloruro de polivinilo (PVC), se pulverizó con el uso de amoladora eléctrica y luego fue tamizado en el laboratorio con el tamiz número 40 ver la figura 7, 8, 9, 10. Se usará como impermeabilizante para reducir la permeabilidad de hormigón. Las propiedades determinadas son resistencia a la compresión, absorción capilar y porosidad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Abanto refiere que la investigación aplicada tiene por objetivo la solución de dilemas prácticos. El objetivo de ejecutar aportes al conocimiento es secundario (Abanto, 2014, p. 21).

De acuerdo con el concepto de (Abanto, 2014, p. 21), el tipo de presente investigación es aplicada. Por qué se utilizan los conocimientos alcanzados en el proceso de la práctica. Soluciones de dilemas prácticos.

Nivel de investigación: Según Hernández las investigaciones explicativas van más allá de la delineación de estudios o de entidad de enlaces entre conocimientos, se concentra en revelar por qué ocurre un fenómeno y en qué aspectos se manifiesta o porque se relacionan dos o más variables (Hernández, 2014. p. 128).

La investigación de acuerdo con el concepto de (Hernández, 2014, p. 128), tiene un nivel explicativo porque se busca demostrar la relación de dos variables la permeabilidad de concreto en las estructuras hidráulicas mediante el uso de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico.

Diseño de investigación: es experimental, porque se muestra a través de una maniobra de una variable experimental.

Según Abanto la investigación experimental examina los enlaces causales empleando la técnica experimental con el fin de ajustar los fenómenos. Se estipula en la maniobra activa y el control metódico. Se designa a áreas temáticas susceptibles de maniobra y cálculo (Abanto, 2014, p. 21).

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Dependiente.

Borja, hace referencia a que es el resultado o impacto producido por la actividad de la variable independiente. Se la representa con la letra “y”. Por lo tanto, pueden definir la relación $y = f(x)$ (Borja, 2012, p. 23).

La variable “y” de la investigación es: permeabilidad del concreto.

Variable Independiente.

Según Borja, es la variable que crea el efecto o es la razón de la variable dependiente. Se la representa con la letra “x” (Borja, 2012, p. 23).

La Variable “x” de la investigación es: Impermeabilizante por cristalización y residuo plástico.

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Ñaupas, la población es el conjunto de individuos, hazañas, acontecimientos que se van a indagar con distinta metodología (Ñaupas, 2014, P. 246).

La población: De la presente investigación son las probetas o especímenes elaborados con hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con y sin la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico.

Muestra: En cada relación de agua/ cemento se deben elaborar y curar por lo menos tres especímenes cilíndricos por cada ensayo en días de curado del concreto estipulado en standard practice for making and curing test specimens in the laboratory (ASTM C 192M). Los especímenes se ensayan a los 28 días o al tiempo curado planteado para demostrar $f'c$ (E060, 2009, p. 42). De acuerdo con la norma técnica de edificaciones E060, la muestra mínima elaborada es de tres especímenes para cada tipo de ensayo, se elaboran para 7 y 28 días para ensayos de resistencia a la compresión, absorción capilar y porosidad en total 60 especímenes.

Muestreo: según Hernández, las muestras no probabilístico el proceso no es mecánica ni se establece en procedimientos de probabilidad, si no que se somete al procedimiento de toma de decisión del analista, las muestras elegidas se someten a otros criterios de observación (Hernández, 2014, p. 209). Según el concepto de (Hernández, 2014, p. 209). La presente investigación determina muestreo no probabilístico por criterio, la elección de muestra se realiza de forma directa por el investigador, considerando los objetivos del estudio.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recopilación de apuntes es la observación continua ya que como se va analizar la permeabilidad del concreto mediante el ensayo de absorción capilar, porosidad y resistencia a la compresión los datos serán tomado inmediatamente de los resultados que la prueba emita. Los instrumentos que se usarán para la recolección de datos serán fichas de observación donde se va anotarse todas las propiedades de preparación de las probetas, total de días de fraguado el factor de permeabilidad entre otros. Se aplicaron los protocolos determinados por ACI, ASTM y NTP ensayo de absorción capilar ASTM C 1585, porosidad norma ASTM C 642 y resistencia a la compresión Norma ASTM C 39 / NTP 339.034-1.

Validez y confiabilidad: los instrumentos usados en esta investigación son validados por las normas estandarizadas ACI, NTP, ASTM, para el ensayo de absorción capilar, porosidad y resistencia a la compresión algunas fichas son validados por los especialistas.

3.5. Procedimiento:

Son los siguientes: Estudio de materiales (agregado fino, grueso y aditivo impermeabilizante por cristalización y residuo plástico). Diseño de concreto habitual para resistencia de $f'c$: 210 kg/cm², preparación de concreto patrón, preparación de mezcla con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico para resistencia de $f'c$: 210 kg/cm². Prueba en concreto fresco (slump, temperatura y tiempo de fraguado). Preparación de probetas cilíndricas 4 x 8 Pulg. Curado de probetas 7 y 28 días. Ensayo en concreto seco (resistencia a la compresión, absorción capilar y porosidad de concreto, con adición de

impermeabilizante por cristalización y residuo plástico, análisis de resultado y conclusión.

3.6. Método de análisis de datos

Se ejecuta el análisis con enfoque en la hipótesis, se explora los resultados por método de pruebas según los protocolos, los instrumentos es de destacada confiabilidad que facilitan almacenar los datos sin cambiarlo, se recogen los resultados emitidos en las pruebas de resistencia a la compresión, absorción capilar, porosidad de hormigón y resistencia a la compresión para determinar la eficiencia de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico con respecto al masa del cemento. El procesamiento de los resultados del laboratorio fue con el programa Microsoft Excel. Las sumas fueron demostradas como información de manera gráfica, cuadros, o resúmenes.

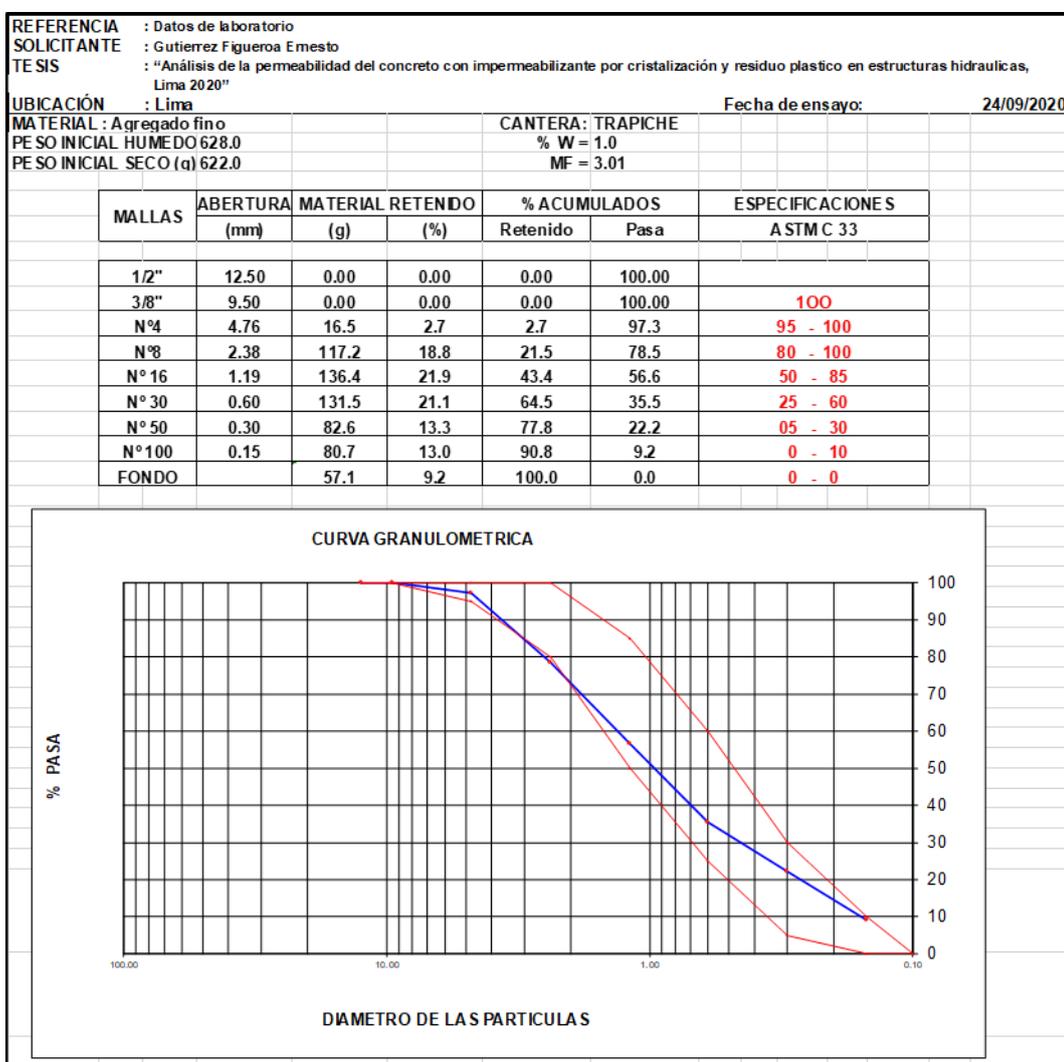
3.7. Aspectos éticos

Para la presente investigación se ha adquirido información de otros autores, teniendo en cuenta la fuente procedente. Para ejecutar las pruebas convenientes, se ejecutó de acuerdo con las normas ASTM, ACI, NTP. Se ejecuta este estudio con el objetivo de preservar el medio ambiente reutilizando los residuos plásticos para evitar la contaminación al medio ambiente. Los resultados del estudio son auténticos, se demuestra tal cual arroje la investigación. Responsabilidad social.

IV. RESULTADOS

Granulometría de agregado fino. Es la clasificación de dimensión de partículas de un agregado según lo establecido por análisis de tamices estipulado con la norma ASTM C 136. El agregado se tanea dentro de los márgenes establecidos por la norma NTP 400.012 o ASTM C 33. El espesor de partícula escogida es primeramente equivalente con valores suspendidos en las mallas. Se sugiere para el agregado las siguientes mallas granulométricos de 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100. En la tabla 1, se demuestra la prueba efectuada de granulometría del agregado fino.

Tabla 1. Resultado de ensayo de granulometría del agregado fino



Fuente: Elaboración propia.

Módulo de finura. Es la adición de proporciones acumuladas suspendidos en las mallas normalizadas, fraccionadas entre 100. Estas series normalizadas son

mallas, que tiene cada uno el doble de dimensiones, según la norma ASTM N° 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8”, hasta la malla más ancho, como se establece en la norma NTP 400. 011. El módulo de fineza se estima para el agregado fino más agregado grueso. Las diferencias más o menos de 0.2 en el módulo de fineza puede ser una causa de rechazo. Se sugiere que su valor sea entre 2.3 y 3.1 donde un valor más alto muestra una serie más gruesa.

Peso unitario. Es el peso del agregado que se necesita para llenar un cubo con una unidad de espesor establecida, señalar la masa neta del agregado en el cubo, dividida por su espesor, constituye el peso unitario para uno u otra serie de compactación, establecida en kg/m³. El peso unitario obedece a la serie de compactación del agregado y de la cooperación de formas y dimensiones de las partículas. Según la norma NTP 400. 017 consiste de dos maneras, suelto y compacto, se muestra los resultados de ensayo de peso unitario en la tabla 2.

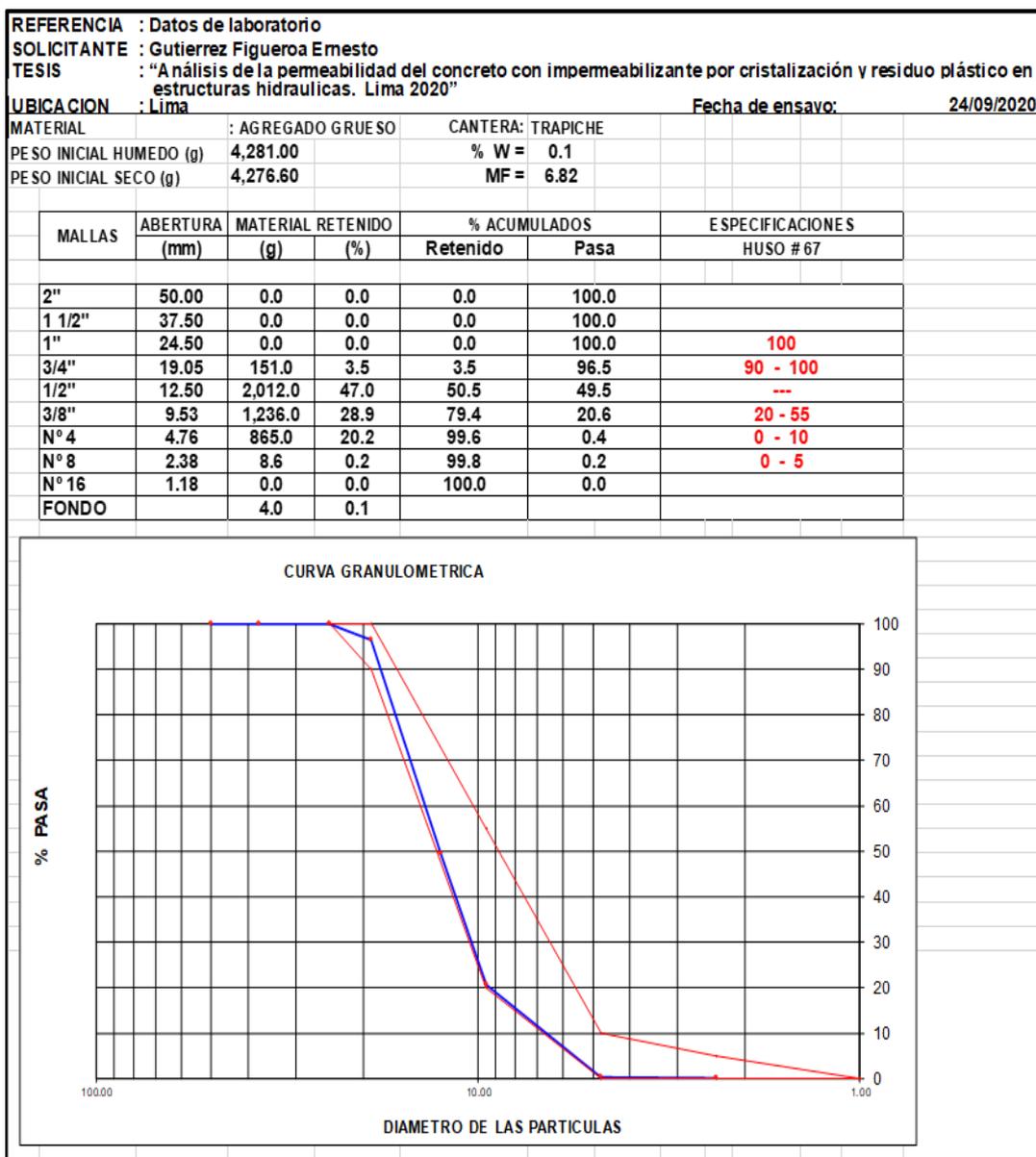
Tabla 2. Resultado de ensayo de peso unitario de agregado fino

REFERENCIA : Datos de laboratorio						
SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto						
TE S I S : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"						
UBICACIÓN : Lima				Fecha de ensayo: 24/09/2020		
MATERIAL : AGREGADO FINO			CANTERA : TRAPICHE			
MUESTRA N°						M - 1 M - 2 M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6431	6428	6442	
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363	
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4068	4065	4079	
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760	
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.474	1.473	1.478	
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.475			
MUESTRA N°						M - 1 M - 2 M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7296	7298	7305	
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363	
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4933	4935	4942	
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760	
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.787	1.788	1.791	
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.789			

Fuente: Elaboración propia.

Análisis granulométrico de agregado grueso. Se determina como la distribución de espesor de sus partículas. Esta granulometría se comprueba pasando una muestra específica de agregados a través de tamices establecidos, por diámetro de mayor a menor, como la malla de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16 bajo la norma ASTM C 136. En la tabla 3 se muestra el resultado del ensayo granulométrico de agregado grueso.

Tabla 3. Resultado de ensayo granulométrico de agregado grueso



Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario de agregado grueso. Similar al ensayo de agregado fino, es el peso del agregado elemental para llenar un cubo con una unidad de dimensiones establecidas, es decir especificar la masa neta agregado en el

cubo, fraccionada entre su masa, definido en kg/m³, el valor del peso unitario para agregados estándares oscila entre 1,500 y 1,700 kg/m³, el peso unitario del agregado está influenciado por su gravedad específica; su granulometría y contextura superficial; su magnitud de saturación y su nivel de compactación de masa. Norma NTP 400. 017 establece dos formas como, peso unitario suelto y peso unitario compacto, se muestra en la tabla 4 resultados de ensayo de peso unitario de agregado grueso.

Tabla 4. Resultado de ensayo de peso unitario de agregado grueso

REFERENCIA : Datos de laboratorio					
SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto					
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"					
UBICACIÓN : Lima		Fecha de ensayo:		24/09/2020	
MATERIAL : AGREGADO GRUESO		CANTERA: TRAPICHE			
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	30584	30568	30578
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	20784	20768	20778
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.490	1.489	1.489
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.489		
MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	32433	32451	32450
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	22633	22651	22650
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.622	1.624	1.624
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.623		

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla de hormigón. El hormigón es el elemento de construcción más utilizado en el mundo, lo que conduce a la evolución de las exigencias para cada uso del hormigón. Seleccionar las proporciones de los materiales que forman la unidad cúbica del concreto, reconocido como diseño de mezcla, puede

determinarse como el desarrollo de elección de los elementos más apropiados y la mezcla más práctica y económica de los equivalentes, con el objetivo de adquirir un producto que en su fase no seco, presente una apropiada maleabilidad y consistencia y que, en su estado seco desempeñe con los requisitos determinados por el proyectista o señalados en los planos y expediente técnico de obra. La elección de las propiedades de la unidad cúbica de mortero debe proporcionar la resistencia a la compresión a los 28 días. En el presente estudio, en la tabla 5 se muestra los resultados de la dosificación de materiales por m³ y los diseños de hormigón de referencia 0% y con la adición de 5% de impermeabilizante por cristalización y 5 % de residuo plástico PVC pulverizado como impermeabilizante de concreto.

Tabla 5. Resultado de diseño de hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE MEZCLA DE CONCRETO	DISEÑO	Código	FOR-LAB-CO-001			
			Revisión	1			
			Aprobado	CC-MTL			
			Fecha	1/06/2016			
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211							
REFERENCIA : Datos de laboratorio							
SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto							
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"							
UBICACIÓN : Lima Fecha de ensayo: 24/09/2020							
$f'c 210 \text{ kg/cm}^2$							
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0	1.5	1475.0	1789.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1	1.2	1489.0	1623.0	
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE							
A) VALORES DE DISEÑO							
1	ASENTAMIENTO			4	pulg		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4	"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.605			
4	AGUA			224			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.33			

Fuente: Elaboración propia.

Ensayos en concreto fresco: Slump es el asentamiento, también se le llama consistencia de hormigón y mediante el cono de Abrams es un ensayo sencillo

que se realiza a nivel de campo y de laboratorio. Esta prueba proporciona información útil sobre la uniformidad de las mezclas y es una herramienta muy importante en el control de calidad de concreto fresco. Las variaciones en el slump en varias mezclas de una misma dosificación indican que algún cambio ha ocurrido en las características físicas y granulometría de los agregados, el contenido de aire, la temperatura o en el uso de aditivos han cambiado. Los resultados obtenidos del slump se muestran en la figura 11, 12 y los especímenes elaborados en la figura 13.

Peso unitario de hormigón fresco. Se obtiene pesando el contenido fresco compactado en un recipiente estandarizado, de volumen y masa conocido. En el hormigón convencional, se suele utilizar en edificios, pavimentos y otras estructuras que tienen un peso unitario en el rango de 2240 y 2400 kg/m³. El peso unitario varía, dependiendo de la cantidad y de la densidad relativa del agregado, la cantidad de aire atrapado o aire incluido y el contenido de agua y cemento.

Contenido de aire. En cualquier mezcla de concreto, el aire queda atrapado entre los materiales agua, cemento y agregados. La cantidad de aire atrapada depende de las propiedades físicas del agregado, del método de compactación y las proporciones en que sean combinados los ingredientes en la mezcla. Generalmente el aire ocupa del 1% a 3% del volumen de la mezcla a menos que el concreto esté expuesto a cambios bruscos de temperatura. El resultado del ensayo realizado fue con método de presión se muestra en la tabla 5.

Ensayo de resistencia a la compresión según la norma ASTM C 39 / NTP 339.034-1. Este método consiste en aplicar una carga de compresión axial a las probetas cilíndricas con una velocidad que esté dentro del rango especificado antes de que ocurra la falla. Se aplica la velocidad de carga continua y constante desde el principio hasta que la probeta rompa. Para el ensayo de resistencia a la compresión se ensayaron muestras curadas hasta 7 y 28 días (concreto patrón 0%, concreto con adición de impermeabilizante por cristalización en 2.5%, 5% y concreto con adición de residuo plástico PVC pulverizado en 2.5%, 5% como impermeabilizante ver figura 14, 15 y 16. Los resultados obtenidos de resistencia a la compresión en función al tiempo de curado 7 y 28 días en kg/cm². Se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Resistencia a la compresión en función al tiempo de curado 7 y 28 días

IDENTIFICACIÓN DE ESPÉCIMEN	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA KGF	ÁREA CM2	ESFUERZO KG/CM2	F'c DISEÑO KG/CM2	% F'c
Patrón f'c 2010	7	16858	80.1	210.4	210	100.2
Impermeabilizante por cristalización 2.5%	7	17027	78.5	216.8	210	103.2
Residuo plástico PVC 2.5%	7	16903	78.5	215.2	210	102.5
Impermeabilizante por cristalización 5%	7	17990	78.5	229.1	210	109.1
Residuo plástico PVC 5%	7	18401	80.1	234.2	210	109.4
Patrón f'c 2010	28	18910.6	78.5	240.8	210	114.7
Impermeabilizante por cristalización 2.5%	28	20041	78.5	255.2	210	121.5
Residuo plástico PVC 2.5%	28	19986	78.5	254.5	210	121.2
Impermeabilizante por cristalización 5%	28	20894	78.5	266	210	126.7
Residuo plástico PVC 5%	28	21248	78.5	270.5	210	128.8

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 de la gráfica de resistencia a la compresión podemos observar el incremento de resistencia con adición 5% de residuo plástico en 10% hasta 11%, con adición 5% de impermeabilizante por cristalización en 8% hasta 10% con respecto al concreto patrón y con adición 2.5% de residuo plástico en 2% hasta 5%, con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización en 2% hasta 6% con respecto al concreto patrón a la edad 7 y 28 días.

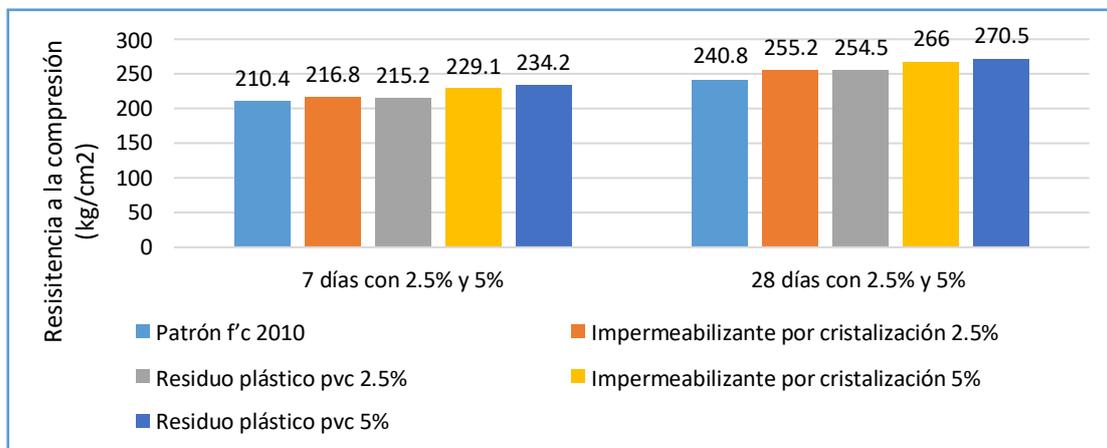
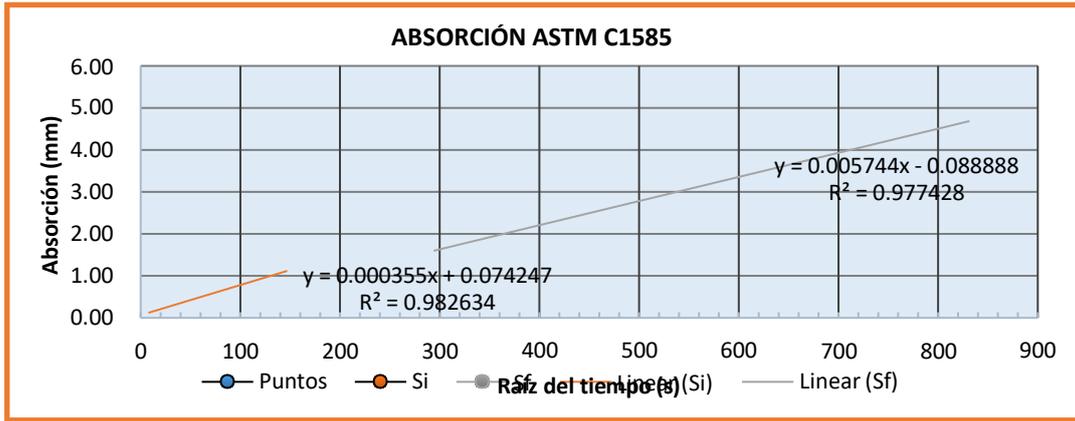


Figura 2. Resistencia a la compresión de especímenes edad 7 y 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Ensayo de absorción capilar (ASTM C 1585) este método se utiliza para determinar el ritmo de absorción de agua, midiendo el incremento de masa de una probeta como resultado de la absorción de agua en función del tiempo cuando solo se expone al agua una superficie de la probeta. La superficie de la probeta expuesta es sumergida en consecuencia el agua ingresa al concreto no saturado dominado por la succión capilar. El objetivo es determinar la velocidad de penetración de agua y profundidad de penetración de agua. Procedimiento: cortamos la probeta de 4 x 8 pulg medido en partes iguales a 50 mm, trabajaremos con los dos fragmentos centrales ya que son más compactos, coloque las probetas en un secador a una temperatura de 50 °C por 24 horas.

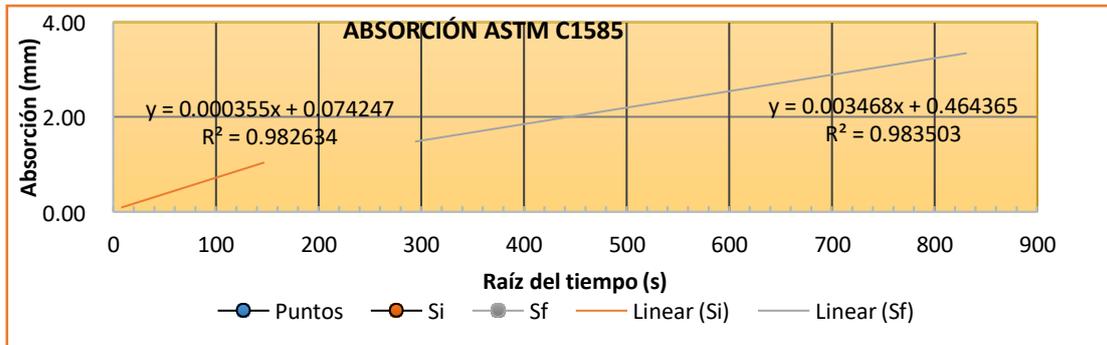
Se retira del horno para enfriar y se realiza el segundo peso, se repite este procedimiento hasta que la variación de pesos sea menor a 0.5%, después se coloca cada muestra dentro de una bolsa hermética por mínimo de 15 días, es importante que las probetas que estén cubiertas por un material impermeables excepto la cara que va ser expuesta al agua, para esto hemos usado cinta aislante ver figura 17. Para realizar este sistema se utilizó un recipiente de plástico y apoyos apropiados. Ver la figura 18. Determinamos la masa de la muestra sellada y registramos como la muestra inicial para los cálculos de absorción de agua, llenamos el recipiente de agua hasta que cubra 3 mm de la muestra apoyada en soportes y con la ayuda de un cronómetro iniciamos con el ensayo registrando la masa de la muestra en los intervalos de tiempo ver figura 17: 1 min, 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 60 min, 2 h, 3 h, 4 h, 5 h, 6 h, después de 6 horas iniciales tomamos medidas como mínimo cada 24 horas hasta el día 8 ver la figura 19. En la siguiente figura 3, 4 y 5 se muestra los resultados de ritmo de absorción capilar a la edad de 7 días de concreto patrón y con adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico.



Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	7.18E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	5.74E-03

Figura 3. Ritmo de absorción de concreto patrón edad 7 días

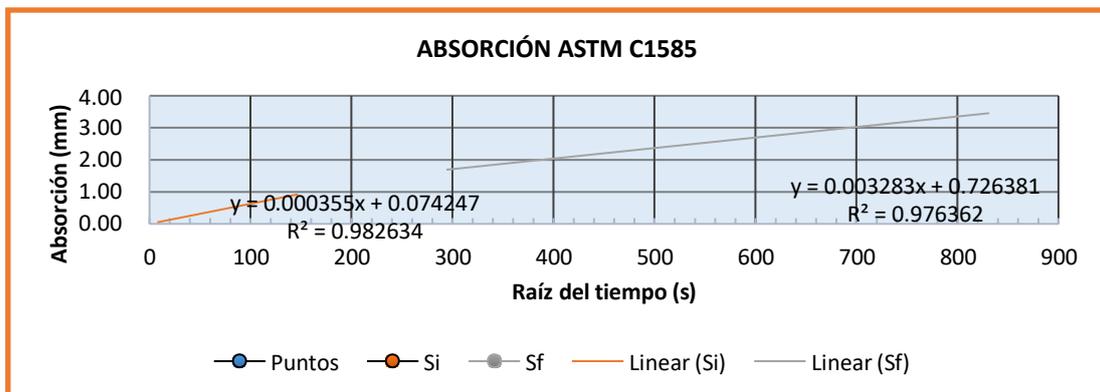
Fuente: Elaboración propia.



Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	6.82E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	3.47E-03

Figura 4. Ritmo de absorción de concreto con imp. Por cristalización edad 7 días

Fuente: Elaboración propia.



Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	6.28E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	3.28E-03

Figura 5. Ritmo de absorción de concreto con residuo plástico PVC edad 7 días

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se observa los resultados obtenidos del ensayo de ritmo absorción capilar, el ritmo de absorción inicial y secundaria de concreto patrón y con adición 5% de impermeabilizante por cristalización, 5% de residuo plástico PVC y con adición de 2.5% de impermeabilizante por cristalización, 2.5% de residuo plástico PVC a la edad 7 y 28 días.

Tabla 7. Ritmo de absorción inicial y secundario en el concreto (mm/\sqrt{s}) edad 7 y 28 días

Edad	Probeta patrón		Imp. Por cristalización 5%		Residuo plástico 5%	
	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario
7	7.18E-03	5.74E-03	6.82E-03	3.47E-03	6.28E-03	3.28E-03
28	6.85E-03	5.54E-03	6.54E-03	3.26E-03	6.40E-03	3.16E-03
Edad	Probeta patrón		Imp. Por cristalización 2.5%		Residuo plástico 2.5%	
	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario
7	7.18E-03	5.74E-03	6.95E-03	4.52E-03	6.73E-03	4.46E-03
28	6.85E-03	5.54E-03	6.71E-03	4.13E-03	6.57E-03	4.27E-03

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se muestra el porcentaje de reducción del ritmo de absorción inicial y absorción secundaria de un concreto con 5% de impermeabilizante por cristalización en 5% hasta 41%, con 5% de adición residuo plástico en 12% hasta 42%, tiene una reducción con respecto al concreto patrón y concreto con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización reduce el ritmo de absorción en 4% hasta 25%, concreto con adición 2,5% de residuo plástico en 6% hasta 23% con respecto al concreto patrón a la edad de 7 y 28 días.

Tabla 8. Reducción del ritmo de absorción inicial y secundario edad 7 y 28 días

Edad	Probeta patrón		Imp. Por cristalización 5%		Residuo plástico 5%	
	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario
7	7.18E-03	5.74E-03	5%	39%	12%	42%
28	6.85E-03	5.54E-03	4%	41%	7%	42%
Edad	Probeta patrón		Imp. Por cristalización 2.5%		Residuo plástico 2.5%	
	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario	Inicial	Secundario
7	7.18E-03	5.74E-03	4%	21%	6%	22%
28	6.85E-03	5.54E-03	2%	25%	4%	23%

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de volumen de vacíos en el concreto endurecido según la norma ASTM C 642/ NTP 339.187. Este método permite determinar la porosidad que presenta el concreto, factor que influye en la durabilidad del concreto. Para ello se calculará el peso de las muestras, en condición seca, en inmersión y en ebullición. Se debe tener en cuenta para las tres condiciones el tiempo especificado en el procedimiento y que la variación de masa no debe exceder al 0.5 %. Procedimiento de una probeta cilíndrica de concreto 4 x 8 pulg, se hizo un corte en el centro, y a uno de los nuevos cilindros hacemos otro corte para extraer un disco de 50 ± 3 mm para la probeta de ensayo, los discos de los extremos son descartados. Ensayo de porosidad luego se procede a secar a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, después se retira y deja dentro de un desecador para que enfríe $20 - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, en seguida calculamos su primera masa; volvemos a poner por 24 horas más y repetimos la secuencia hasta calcular la segunda masa. Si la variación de las masas es menor de 0.5% con respecto a la primera masa, el último valor es la masa seca. En caso contrario; se repite la secuencia hasta que la probeta se cumpla con ese parámetro. Determinamos el valor de masa seca, peso de la muestra seca saturada de superficie seca después de su inmersión en agua, la masa saturada de superficie seca después de ebullición y se determina su masa sumergida aparente.

En la tabla 9 se muestran los resultados de volumen de vacíos de concreto patrón 0%, concreto con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización, concreto con adición 2.5% de residuo plástico y concreto con adición 5% de impermeabilizante por cristalización y concreto con adición 5% de residuo plástico PVC a la edad de 28 días de curado.

Tabla 9. Resultado de volumen de vacíos de concreto edad 28 días

RESULTADOS ASTM C 624	PATRÓN	IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN 5%	RESIDUO PLÁSTICO 5%	IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN 2.5%	RESIDUO PLÁSTICO 2.5%
Absorción después de la inmersión	1.8%	1.5%	1.6%	1.7%	1.7%
Absorción después de la inmersión y ebullición	1.8%	1.4%	1.6%	1.6%	1.7%
Densidad seca (g/cm³)	2.286	2.320	2.267	2.301	2.271
Densidad aparente después de la inmersión (g/cm³)	2.326	2.354	2.303	2.339	2.310
Densidad aparente después de la inmersión y la ebullición (g/cm³)	2.326	2.353	2.302	2.337	2.312
Densidad aparente (g/cm³)	2.382	2.400	2.35	2.391	2.374
Volumen de poros permeables (%vacíos)	4.0%	3.3%	3.5%	3.6%	3.7%

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 6 se muestra el porcentaje de reducción de volumen de vacíos de concreto patrón 0%, concreto con adición 2,5% de impermeabilizante por cristalización en 3.6%, concreto con adición 2.5% de residuo plástico en 3.7% y concreto con adición 5% impermeabilizante por cristalización en 3.3%, concreto con adición 5% residuo plástico en 3.5%, que tiene menor volumen de poros permeables con respecto al concreto patrón en 4.0% edad 28 días.

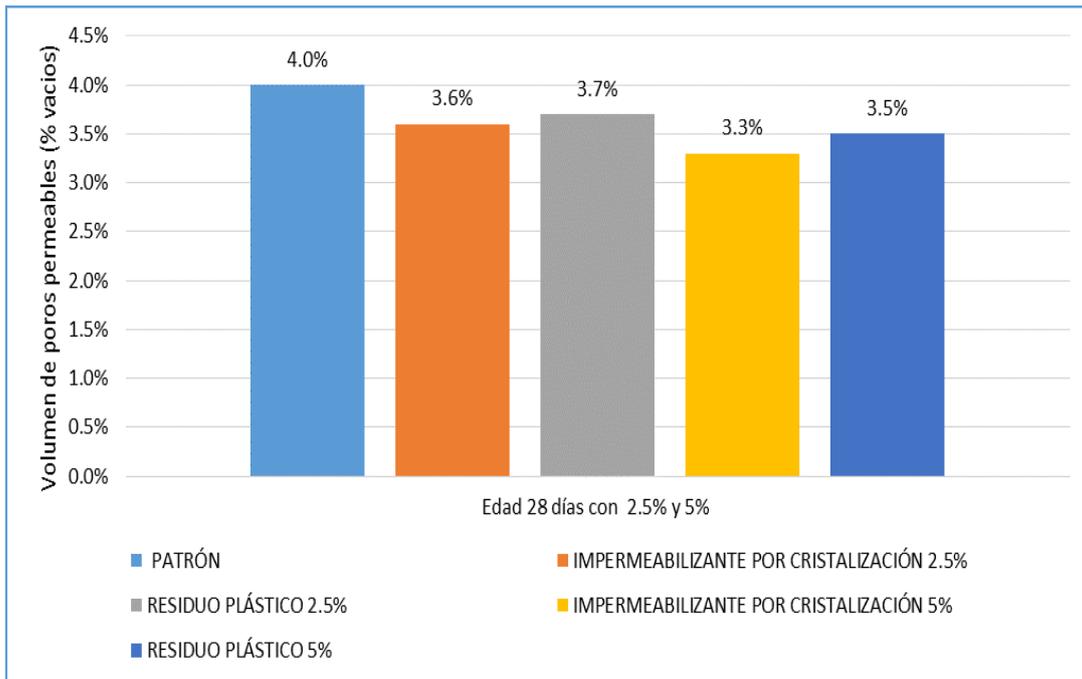


Figura 6. Porcentaje de volumen de poros permeables edad 28 días

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Según el objetivo general planteado: analizar la permeabilidad del concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico para reducir la permeabilidad de concreto en las estructuras hidráulicas. Los resultados derivan de los objetivos específicos de las pruebas realizadas en los ensayos de absorción capilar, resistencia a la compresión y ensayo de volumen de poros de concreto.

Estos resultados se asemejan a la base teórica de Hermida (2014), que afirma que la permeabilidad es el movimiento de un líquido en presencia de un desnivel de fuerza como el que tiene lugar en las estructuras de retención de agua. La permeabilidad se mide sobre métodos saturados. En relación con el concreto conviene estar saturado para lograr medir la permeabilidad que se precisa en unidades de m/s.

Según el objetivo específico 1 : determinar la permeabilidad del concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad del concreto; después de obtener los resultados de hidratación y evaporación de agua de permeabilidad de concreto se obtuvo que en la tabla 8 se muestra el porcentaje de reducción del ritmo de absorción inicial y absorción secundaria de un concreto con adición 5% de impermeabilizante por cristalización en 5% hasta 41%, con 5% de adición residuo plástico en 12% hasta 42%, tiene una reducción con respecto al concreto patrón y concreto con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización reduce el ritmo de absorción en 4% hasta 25%, concreto con adición 2,5% de residuo plástico en 6% hasta 23% con respecto al concreto patrón a la edad de 7 y 28 días.

Estos resultados se asemejan con Barreda y Cahuata (2018), ya que en su investigación "Evaluación de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidráulicas de concreto armado", obtuvo los siguientes resultados a la edad de 7, 28 días de curado. Con el ensayo de absorción capilar que tuvo una reducción de ritmo de absorción en 5.07 mm a 4.20 mm. Así mismo Rodríguez (2015), en su investigación "Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el

hormigón en Guayaquil”, con los resultados obtenidos de ensayo de absorción con 1% y 5% de adición de impermeabilizante por cristalización con edades de 7 y 28 días, obtuvo una reducción de absorción capilar en 9% a 9.6% y con adición de residuo plástico PVC los resultados se asemejan con Bolat y Erkus (2014), ya que en su investigación “uso de polvo de cloruro de polivinilo (PVC) y gránulos como reemplazo agregado en mezclas de hormigón”, *obtuvo los siguientes resultados* con adición de 10% a la edad 7 y 28 días, en ensayo de absorción capilar tiene una reducción de absorción en 0.0015 mm con respecto al concreto de referencia. En síntesis, el investigador está de acuerdo parcialmente con los resultados obtenidos con cierta similitud con los resultados obtenidos por los investigadores mencionados anteriormente.

De acuerdo al objetivo específico 2: determinar la influencia de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la resistencia a la compresión de concreto en estructuras hidráulicas; ya que en la figura 2 de la gráfica de resistencia a la compresión se muestra el incremento de resistencia con adición 5% de residuo plástico en 10% hasta 11%, con adición 5% de impermeabilizante por cristalización en 8% hasta 10% de incremento con respecto al concreto patrón y con adición 2.5% de residuo plástico en 2% hasta 5%, con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización en 2% hasta 6% con respecto al concreto patrón a la edad 7 y 28 días.

Estos resultados anteriores se asemejan con Barreda y Cahuata (2018), obtuvo los resultados a la edad de 7, 28 días con el ensayo de resistencia a la compresión en la que tiene un incremento de resistencia en 238.8 a 253.4 kg/cm² que mejora en un 4,6%. Así mismo Rodríguez (2015), con adición 1% y 5% de impermeabilizante por cristalización a la edad de 7 y 28 días, en ensayo de resistencia a la compresión. Tuvo un aumento de resistencia en 232.0 a 232.01 kg/cm² con respecto al concreto patrón, de la misma forma con los resultados de Icaza (2019), en su investigación determinación y evaluación de la permeabilidad de los concretos con diferentes relaciones a/c, diferentes tipos de cemento y aditivo impermeabilizante sika 1 en la ciudad de Arequipa; en el ensayo de resistencia a la compresión con 7 y 28 días de curado, como resultado obtuvo un incremento de resistencia a la compresión en 239 a 334 kg/cm² y

con la adición de residuo plástico PVC los resultados se oponen con los resultados encontrados de Bolat y Erkus (2014), ya que obtuvo un resultado en ensayo de resistencia a la compresión una disminución de resistencia en 10% a 17.3% con adición de PVC polvo en un porcentaje de 10% a la edad 7 y 28 días. En resumen, el investigador está de acuerdo parcialmente con los resultados obtenidos con cierta similitud con los resultados obtenidos por los investigadores mencionados anteriormente menos con los resultados de Bolat y Erkus (2014) debido a que disminuye la resistencia a la compresión porque el adiciona 10% de PVC polvo en vez de cemento.

Según el objetivo específico 3: determinar la permeabilidad del concreto con adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la porosidad del concreto; ya que en la figura 6 se muestra el porcentaje de reducción de volumen de vacíos de concreto con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización en 3.6%, concreto con adición 2.5% de residuo plástico en 3.7% y concreto con adición 5% impermeabilizante por cristalización en 3.3%, concreto con adición 5% residuo plástico en 3.5%, que tiene menor volumen de poros permeables con respecto al concreto patrón en 4.0% edad 28 días.

Estos resultados anteriores se asemejan con Barreda y Cahuata (2018), ya que obtuvo los resultados a la edad de 7 y 28 días con el ensayo índice de poros de concreto en la que tiene una mayor reducción de poros en 6.04% a 5.55% con respecto al concreto patrón. Así mismo Leyva y Orbegoso (2019), en su investigación *estudio* comparativo de los aditivos hidrófugos, por cristalización y bloqueadores de poros en la permeabilidad de morteros de cemento tipo I. obtuvo en el ensayo de índice de poros permeables una menor índice de poros en 14,15% con adición de cristalización con respecto al concreto patrón en 21.53% y con adición de residuo plástico PVC los resultados se asemejan con Bolat y Erkus (2014), ya que obtuvo los resultados en el ensayo de índice de poros permeables en la que tiene una disminución de poros permeables en 8%, indica que mientras la proporción de PVC aumenta, el espacio permeable disminuye. En resumen, el investigador está de acuerdo parcialmente con los resultados obtenidos con cierta similitud con los resultados obtenidos por los investigadores mencionados anteriormente.

VI. CONCLUSIONES

1. De acuerdo al objetivo general planteado en la investigación, analizar la permeabilidad del concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico para reducir la permeabilidad de concreto en las estructuras hidráulicas, y en base a los resultados y ensayos explicados anteriormente se concluye que la adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la reducción de la permeabilidad del concreto en estructuras hidráulicas, tanto en estado fresco como en estado endurecido. Es decir, con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico con la adición de 0%, 2.5% y 5% influye positivamente en el slump, peso unitario, resistencia a la compresión, absorción capilar y volumen de vacíos del concreto.
2. De acuerdo al objetivo específico 1 determinar la permeabilidad del concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad del concreto, se concluye que la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad de concreto, ya que se muestra en los resultados y los ensayos en el cual el ritmo de absorción capilar se reduce el ritmo de absorción inicial y absorción secundaria de un concreto con 5% de impermeabilizante por cristalización en 5% hasta 41%, con 5% de adición residuo plástico en 12% hasta 42%, tiene una reducción con respecto al concreto patrón y concreto con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización reduce el ritmo de absorción en 4% hasta 25%, concreto con adición 2,5% de residuo plástico en 6% hasta 23% con respecto al concreto patrón a la edad de 7 y 28 días.

3. De acuerdo con el objetivo específico 2 determinar la influencia de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en resistencia a la compresión de concreto en estructuras hidráulicas, se concluye en base de resultados y ensayos que la adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto en las estructuras hidráulicas. Es así, con adición de 0%, 2.5% y 5% de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico se incrementa la resistencia con adición 5% de residuo plástico en 10% hasta 11%, con adición 5% de impermeabilizante por cristalización en 8% hasta 10% con respecto al concreto patrón y con adición 2.5% de residuo plástico en 2% hasta 5%, con adición 2.5% de impermeabilizante por cristalización en 2% hasta 6% con respecto al concreto patrón a la edad 7 y 28 días de curado.

4. De acuerdo con el objetivo específico 3 determinar la permeabilidad del concreto con adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la porosidad del concreto, se concluye en base a los resultados y ensayos que la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la porosidad de concreto. Es así, que el porcentaje de reducción en volumen de vacíos de concreto con adición 2,5% de impermeabilizante por cristalización en 3.6%, concreto con adición 2.5% de residuo plástico en 3.7% y concreto con adición 5% impermeabilizante por cristalización en 3.3%, concreto con adición 5% residuo plástico en 3.5%, que tiene menor volumen de poros permeables con respecto al concreto patrón en 4.0% edad 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar otros tipos de cemento, para obtener otros resultados que podría mejorar mucho más la investigación. Para obtener resultados con mayor confiabilidad es necesario realizar los ensayos en ambientes controlados para reducir el impacto de variables como la temperatura y ambiente y la humedad.

Se recomienda para obtener buenos resultados, realizar los ensayos de absorción capilar a diferentes dosificaciones y mayor número de probetas para distintas edades a partir de los 28 días de curado con la finalidad de mejorar la permeabilidad del concreto, al adicionar el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico, cuando se requiere reducir la penetración de agua en las estructuras hidráulicas.

Se recomienda el uso de polvo PVC reciclado en diferentes dosificaciones para reducir la permeabilidad del concreto y el incremento de la resistencia a la compresión, con la finalidad de dar el segundo uso a los residuos plásticos, se espera seguir reciclando para mitigar la contaminación del medio ambiente, realizar el ensayo de resistencia a la compresión mayor a 28 días de edad de curado.

Se recomienda el uso de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico para determinar la porosidad del concreto en diferentes dosificaciones y diferentes diseños de concreto para observar la reducción de volumen de poros permeables del concreto.

REFERENCIAS

AGUIRRE, Ana, ROBAYO, Rafael y MEJÍA, Ruby. *Corrosion resistance of alkali-activated binary reinforced concrete based on natural volcanic pozzolan exposed to chlorides*. [Article]. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 12/11/2020]. Disponible en scopus doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101593>. ISSN: 22341315

ASTM C136 / C136M-19, Standard Test Method for Analysis of Coarse and Fine Sieves. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 09/10/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C39 / C39M-05, Standard Test Method for Cylinder Compressive Strength. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C1585-13, Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C1012 / C1012M – 12, Standard Test Method for Length Change of Hydraulic Cement Mortars Exposed to Sulfate Solution. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C642-13, Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C127-15, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Coarse Aggregate Absorption. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/11/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C128-15, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregates. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

ASTM C29 / C29M-07, Standard test method for determining mass density (unit weight) and void index in aggregates. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

AQUAFIN-IC. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 09/09/2020]. Disponible en <http://www.dynal.cl/wp-content/uploads/2017/11/FT-AQUAFIN-IC-INTEGRACOAT-Espa%C3%B1ol.pdf>, <http://www.aquafin.net>

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Perú: Chiclayo, 2012. 38 pp.

BELLEGHEN, Montoya. *Capillary water absorption in cracked and uncracked mortar: a comparison between the experimental study and the finite element analysis* [Article]. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta 10/06/2020]. Disponible en sciencedirect. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.027>

ISSN: 09500618

BLANCO, PARDO, [et al]. *Lessons learned about the diagnosis of pathologies in concrete dams: 30 years of research and practice*. [Article]. [En línea]. 2018. [fecha de consulta 14/06/2020]. Disponible en ScienceDirect <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.143>

ISSN: 09500618

BOLAT Hakan Y ERKUS Pinar. *Use of polyvinyl chloride (PVC) powder and granules as aggregate replacement in concrete mixtures*. [Article]. [En línea]. 2014. [fecha de consulta 5/11/2020]. Disponible en google académico. DOI 10.1515/secm-2014-0094

CARGUA Sánchez. Análisis comparativo de impermeabilidad del hormigón mediante estudio experimental de aditivos por cristalización. Ecuador: universidad espíritu santo. Facultad de arquitectura e ingeniería civil carrera de ingeniería civil, 2017. 110 pp.

CARAHUAYTAY Goicochea, influencia del aditivo chemaplast impermeabilizante en las propiedades físico-mecánicas del concreto, usando cemento Pacasmayo tipo i y tipo v (astm c-150). Perú: universidad nacional de Cajamarca facultad de ingeniería escuela académico profesional de ingeniería civil, 2018. 198 pp.

CHÁVEZ Godoy. Y Unquén. Método de evaluación de patologías en edificaciones de hormigón armado en punta arenas. Chile: universidad austral de chile MBA. Universidad de Valparaíso, 2011. 309 pp.

Comité ACI 211, 211.1-91: practica estándar para seleccionar proporciones para normal, hormigón pesado y masivo, American Concrete Institute, 2002. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 09/10/2020]. Disponible en google académico

GAOWEN ZHAO, JINGPEI LI. *Effect of mixed chlorides on the degradation and sulfate diffusion of cast-in-situ concrete due to sulfate attack*. [Article]. [En línea]. 2018. [fecha de consulta 13/06/2020]. Disponible en ScienceDirect <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.251>

ISSN: 09500618

GÓMEZ, "Identificación y cuantificación de algunos factores en la permeabilidad de concretos". Colombia: Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. 2008. 108 pp.

HERMIDA, Concreto Impermeable: Una mirada reciente. Lima: Sika Perú. [En línea]. 2014, [fecha de consulta 23 de mayo 2020]. Disponible en <file:///C:/Users/USER/Downloads/BROCHURE%20CONCRETO%20IMPERMEABLE%20LATAM.pdf>.

ISSN: 01220594

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BATISTA, MARÍA metodología de la investigación. 6. a ed. México: mcgraw-hill/interamericana editores. s. A. de c. v, 2014. 634 PP
ISBN: 9781456223969

ICAZA palma, determinación y evaluación de la permeabilidad de los concretos con diferentes relaciones a/c, diferentes tipos de cemento y aditivo impermeabilizante sika 1 en la ciudad de Arequipa. Perú: universidad católica de santa maría facultad de arquitectura e ingenierías civil y del ambiente escuela profesional de ingeniería civil, 2019. 182 pp.

Informe ACI 224r-01 (2001) – Control de fisuración en estructuras de hormigón. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 09/10/2020]. Disponible en google académico

Informe ACI 212.3r-10 (2010) - Informe sobre aditivos químicos para hormigón comité ACI 212. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 09/10/2020]. Disponible en google académico

JIANG LU, KE WANG. *Experimental determination on the capillary water absorption coefficient of porous building materials: A comparison between the intermittent and continuous absorption tests*. [Article]. [En línea]. 2019. [Fecha de consulta 12/06/2020]. Disponible en scienceDirect <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101091>

ISSN: 09500618

J. M. P. Q. Delgado, [et al]. *Interface Influence on Moisture Transport in Building Components the wetting process*. [Article]. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 14/06/2020]. Disponible en scopus <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30803-2>

SSN: 18052363

LEYVA Leiva y ORBEGOSO Villavicencio, estudio comparativo de los aditivos hidrófugos, por cristalización y bloqueadores de poros en la permeabilidad de morteros de cemento tipo i. Perú: universidad privada Antenor Orrego facultad de ingeniería. Escuela de ingeniería civil, 2019. 148 pp.

MALIK, KUMAR. *Concrete deterioration due to sulphate- A case study* [article]. [En línea]. 2018. [Fecha de consulta 11/06/2020]. Disponible en ScienceDirect-Materials Today. www.sciencedirect.com

ISSN: 09500618

MENGEL, KRAUSS. *Water transport through cracks in plain and reinforced concrete – Influencing factors and open questions*. [Article]. [En línea]. 2019. [fecha de consulta 13/06/2020]. Disponible en ScienceDirect <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118990>

ISSN: 09500618

MJ, CARRETERO, SÁEZ. *Interaction and diagnosis of climatological factors in deficiencies in construction units outside buildings*. [Article]. [En línea]. 2019. [fecha de consulta 14/06/2020]. Disponible en ScienceDirect <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100947>

ISSN: 09500618

MAHMOUD, ELSAYED, [et al]. *Evaluation of field concrete deterioration under real conditions of seawater attack*. [Article]. [En línea]. 2016. [fecha de consulta 14/06/2020]. Disponible en ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.014>

ISSN: 09500618

ÑAUPAS Humberto [et al,]. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Colombia: editorial u. 2014. 538 pp. ISBN: 9789587621884

NTP 339.187. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico

NTP 339.034-1. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 10/10/2020]. Disponible en google académico.

PAZDERKA, HAJKOVA. *Crystalline admixtures and their effect on selected properties of concrete* [Article]. [En línea]. 2016. [Fecha de consulta 10/06/2020]. Disponible en scopus-acta polytechnica. <https://doi.org/10.14311/AP.2016.56.0306>

ISSN: 18052363

P. MATAR, J. BARHOUN. *Effects of waterproofing admixture on the compressive strength and permeability of recycled aggregate concrete*. [Article]. [En línea].

2020. [fecha de consulta 15/06/2020]. Disponible en ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101521>

ISSN: 09500618

QUISPE vilca. Determinación y evaluación de patologías del concreto del canal de regadío del distrito de huarachuco. Perú: Universidad Católica los ángeles de Chimbote-Facultad de Ingeniería-Escuela profesional de Ingeniería Civil, 2016.13 pp.

RONGLING ZHANG, LIU, [et al]. *Researchon the Corrosion/Permeability/ Frost Resistance of Concrete by Experimental and Microscopic Mechanisms Under Diferent Water–Binder Ratios*. [Article]. [En línea]. 2020. [fecha de consulta 14/06/2020]. Disponible en scopus. <https://doi.org/10.1186/s40069-019-0382-8>
ISSN: 22341315

RODRÍGUEZ S. Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil. Ecuador: universidad espíritu santo. Facultad de arquitectura e ingeniería civil, 2015.93 pp.

VÉRTIZ more. Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio elevado tacalá v=1000 m³ - distrito de castilla - provincia de Piura - departamento de Piura - marzo 2018. Perú: universidad católica los ángeles Chimbote, 2018. 98 pp.

ANEXO 1

Tabla 11. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE Impermeabilizante por cristalización	El impermeabilizante por cristalización polvo gris, se usa generalmente para la impermeabilización de tanques y reservorios para agua potable. Este aditivo es exento de cloruro, resistente a altas presiones hidrostáticas, cierra fisuras posteriores de hasta 0,4. (Schomburg, 2014, p. 1)	El impermeabilizante por cristalización polvo gris, de un solo componente y se mezcla 25 kg de con 6,75 a 8,0 l de agua corriente limpia. Tiempo de mezcla: 3 minutos (batidora con 300-500 rpm) Tiempo para la aplicación: 30 a 60 minutos (a +23°C y 60% humedad relativa. Aplicar dos capas en consistencia adecuada y en la cantidad recomendada con cepillo o brocha	Propiedades	Física	Ficha técnica
				Química	
			Dosificación	0%, 2.5% y 5% de impermeabilizante por cristalización	*Balanza de medición de peso Ficha técnica de observación
V. INDEPENDIENTE Residuo plástico	Son reciclados mediante procedimientos parecidos a los de su elaboración original. Aprovechando su comportamiento con los cambios de temperatura, logran ser llevados por calentamiento a su fase elasto-plástica y en estos términos lograr una distinta forma. Mediante enfriamiento, estos residuos llegan a su estado sólido guardando su forma obtenida en el estado elasto-plástico (Ramírez, 2019, p. 26).	Para la elaboración de las pruebas se emplea Clinker, caliza, yeso, y escoria, para obtener un cemento patrón, con inclusión de los aditivos impermeabilizante por cristalización y residuo plástico agregados para elaborar en mortero. Las propiedades determinadas son: resistencia a la compresión, absorción capilar	Propiedades	Físico	* Ficha técnica de laboratorio
				Químico	
			Dosificación	0%, 2.5% y 5% de residuo plástico PVC	* Balanza de medición de peso * Ficha técnica de observación
V. DEPENDIENTE: Permeabilidad del concreto	La permeabilidad se refiere al movimiento de un líquido en presencia de un desnivel de fuerza como es el que tiene lugar en las estructuras de retención de agua. La permeabilidad se mide sobre métodos saturados. En relación con el concreto está conviene ser saturado para lograr medir la permeabilidad que se precisa en término de m ³ / (m ² s), es decir en m/s. (Hermida, 2014, P. 7)	En el mundo de la construcción el agua puede penetrar al concreto por cualquiera de estos mecanismos la permeabilidad, difusión, absorción capilar, flujo por convicción y la electromigración, sin embargo, los fenómenos más frecuentes y de mayor preocupación frente a la contención de líquidos o penetración al interior del material son: permeabilidad, absorción capilar, difusión, hidratación y evaporación de agua, porosidad del concreto, durabilidad del concreto.	hidratación y evaporación de agua	Velocidad de Absorción de agua	*Ficha técnica de laboratorio *Ensayo de absorción capilar ASTM C 1585
				Flujo de penetración de agua	
				Profundidad de penetración del agua	
			Resistencia a la compresión	Tiempo de curado 7 y 28 Días	*Ficha técnica de laboratorio Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C 39 / NTP 339.034-1
				Resistencia a la compresión (f'c)	
				Esfuerzo máximo en kg/cm ²	
Porosidad del concreto	Volumen de poros permeables	*Ficha de laboratorio * ficha de recolección de datos Ensayo de porosidad ASTM C 642/NTP 339.187			
	Velocidad de penetración de agua				
	Índice de poros, morfología de poros				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Matriz de consistencia

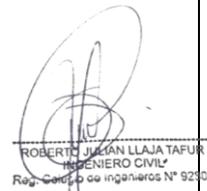
“Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima- Perú 2020”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
P. GENERAL ¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la reducción de la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas, lima Perú 2020?	O. GENERAL Analizar la permeabilidad de concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico para reducir la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas, lima-Perú 2020.	H. GENERAL La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la reducción de la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas.	V. INDEPENDIENTE Impermeabilizante por cristalización	Propiedades	Físicas	*Ficha técnica *Balanza de medición de peso. *Ficha técnica de Observación	
					Químicas		
			V. IND Residuo plástico	Propiedades	Físico		*Ficha técnica de laboratorio *Balanza de medición de peso *Ficha técnica de observación
					Químico		
P. ESPECÍFICOS ¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas, lima Perú 2020?	O. ESPECÍFICOS Determinar la permeabilidad de concreto usando el impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas, lima-Perú 2020.	H. ESPECÍFICAS La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la hidratación y evaporación de agua de la permeabilidad de concreto en estructuras hidráulicas.	V. DEPENDIENTE Permeabilidad de concreto	Hidratación y evaporación de agua	Velocidad de Absorción de agua	*Ensayo de absorción capilar ASTM C 1585 *Ficha técnica de observación	
					Flujo constante del agua		
					Densidad de probeta y profundidad de penetración de agua		
¿De qué manera influye la adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la resistencia a la compresión de concreto en estructuras hidráulicas, lima Perú 2020	Determinar la influencia de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la resistencia a la compresión de concreto en estructuras hidráulicas.	La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la resistencia a la compresión del concreto en las estructuras hidráulicas	V. DEPENDIENTE Permeabilidad de concreto	Resistencia a la compresión	Tiempo de curado 7 y 28 días	*Ficha técnica de laboratorio Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C 39 / NTP 339.034-1	
					Resistencia a la compresión de concreto f'c		
					Esfuerzo máximo en kg/cm2		
¿De qué manera influye la adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la porosidad de concreto en las estructuras hidráulicas, lima Perú 2020?	Determinar la permeabilidad del concreto con la adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en la porosidad del concreto en estructuras hidráulicas.	La adición del impermeabilizante por cristalización y residuo plástico influye positivamente en la porosidad de concreto en las estructuras hidráulicas	V. DEPENDIENTE Permeabilidad de concreto	Porosidad del concreto	Volumen de poros permeables	*Ficha de laboratorio * ficha de recolección de datos * Ensayo de porosidad ASTM C 642/NTP 339.187	
					Velocidad de penetración de agua		
					Índice de poros, Morfología de poros		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO										
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS										
TÍTULO: Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas lima-Perú 2020										
VARIABLE:	DATOS DE LABORATORIO	N° DE FICHA								
	NOMBRE:									
DIMENSIÓN:	RAZÓN SOCIAL:	FECHA								
	UBICACIÓN:									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO										
N° DE PROBE TAS	REGISTRO	FECHA DE ROTURA	CANTIDAD	EDAD DE ENSAYO	ÁREA (Cm ²)	ALTURA (Cm)	CARGA MAX. (KG)	RESIST. OBT (KG/CM ²)	RESIST. PROM. (KG/CM ²)	OBSERVAC IÓN

JUICIO DE EXPERTO 1	JUICIO DE EXPERTO 2	JUICIO DE EXPERTO 3
Nombre: CIP: 210906 Firma y Sello.	Nombre: CIP: 115803 Firma y Sello.	Nombre: CIP: Firma y Sello.
		

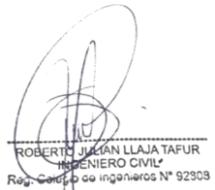
FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
TÍTULO: Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas lima-Perú 2020					
VARIABLE: concreto	DATOS DE LABORATORIO	N° DE FICHA			
	NOMBRE:				
DIMENSIÓN: hidratación y evaporación de agua	RAZÓN SOCIAL:	FECHA			
	UBICACIÓN:				
ADICIÓN DE IMPERMEABILIZANTE AL CONCRETO					
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO DE CURADO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	VALOR PROMEDIO	OBSERVACIÓN

JUICIO DE EXPERTO 1	JUICIO DE EXPERTO 2	JUICIO DE EXPERTO 3
Nombre: CIP: 210906 Firma y Sello.	Nombre: CIP: 115803 Firma y Sello.	Nombre: CIP: Firma y Sello.
		

FICHAS VALIDADAS POR EXPERTOS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS					
TÍTULO: Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas lima-Perú 2020					
VARIABLE:	DATOS DE LABORATORIO	N° DE FICHA			
	NOMBRE:				
DIMENSIÓN:	RAZÓN SOCIAL:	FECHA			
	UBICACIÓN:				
ENSAYO DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO					
ITEM	TIPO DE CONCRETO	CANTIDAD DE ADITIVO	SLUMP	VALOR PROMEDIO	OBSERVACIÓN
1	CONCRETO PATRÓN				
2					
3					
4	CONCRETO CON IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN				
5					
6					
7	CONCRETO CON IMPERMEABILIZANTE DE RESIDUOS PLÁSTICOS				
8					
9					

JUICIO DE EXPERTO 1	JUICIO DE EXPERTO 2	JUICIO DE EXPERTO 3
Nombre: CIP: 210906 Firma y Sello.	Nombre: CIP: 115803 Firma y Sello.	Nombre: CIP: Firma y Sello.
		

ANEXO 3. FIGURAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO



Figura 7. Pulverización de PVC

Fuente: Elaboración propia.



Figura 8. PVC pulverizado

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. PVC polvo tamizado con tamiz número 40

Fuente: Elaboración propia.

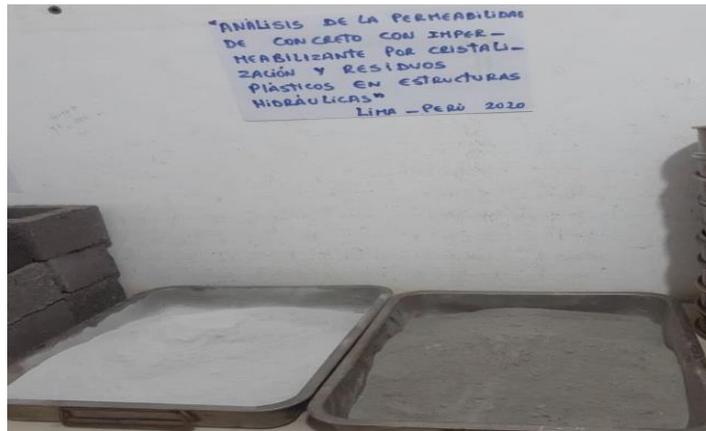


Figura 10. Impermeabilizante por cristalización y residuo plástico PVC
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 11. Slump de concreto con impermeabilizante por cristalización
Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Slump de concreto con residuo plástico PVC
Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Especímenes patrón y con adición de impermeabilizante por cristalización y residuo plástico PVC 4 x 8 pulg.

Fuente: Elaboración propia.

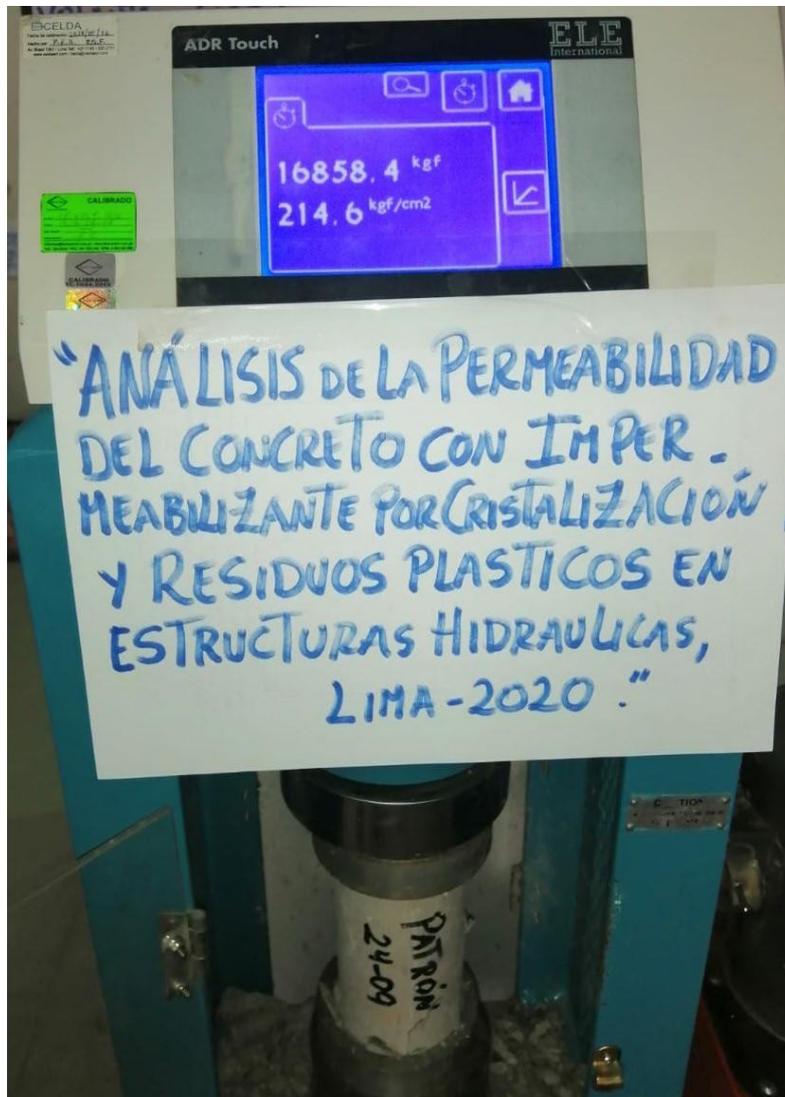


Figura 14. Ensayo de resistencia a la compresión concreto patrón edad 7 días

Fuente: Elaboración propia.

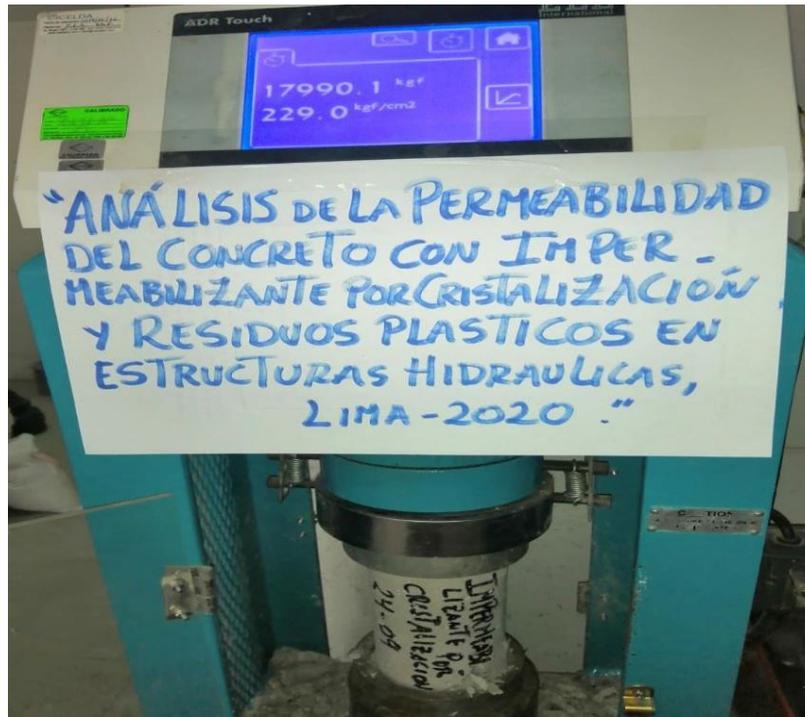


Figura 15. Ensayo de resistencia a la compresión concreto con impermeabilizante por cristalización edad 7 días

Fuente: Elaboración propia.

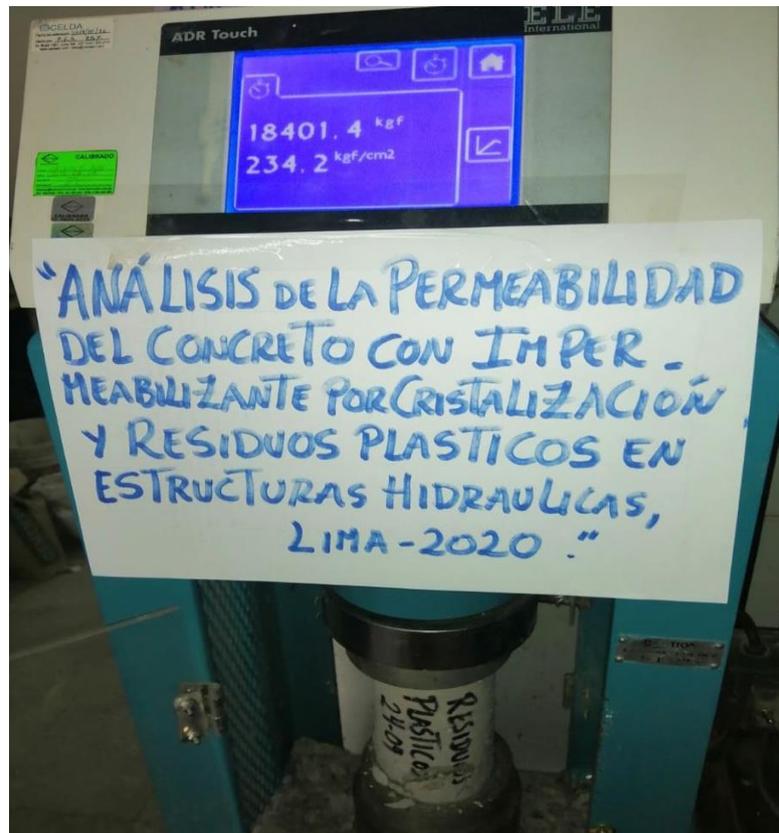


Figura 16. Ensayo de resistencia a la compresión concreto con residuo plástico PVC edad 7 días

Fuente: Elaboración propia

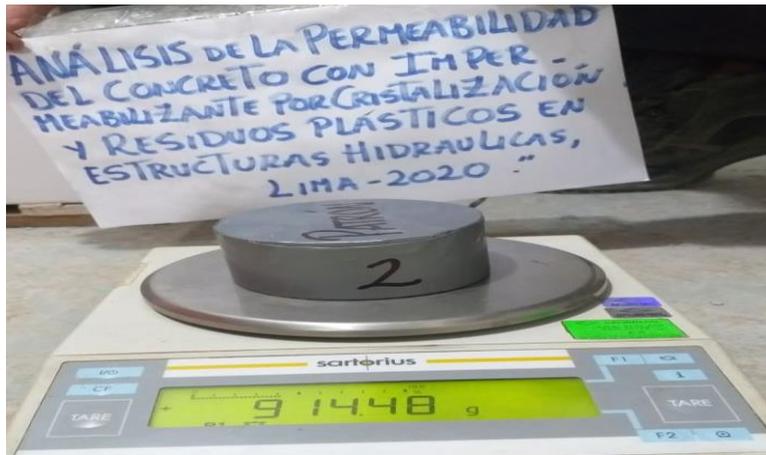


Figura 17. Probeta recubierta con cinta adhesiva y el peso seco de la probeta edad 7 días

Fuente: Elaboración propia.



Figura 18. Recipiente de plástico con apoyos apropiados probeta sumergido edad 7 días

Fuente. Elaboración propia.



Figura 19. Peso de la probeta sumergida edad 7 días

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON 5% DE ADICIÓN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO					Código	FOR-LAB-CO-009		
						Revisión	1		
						Aprobado	CC-MTL		
						Fecha	10/06/2020		
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C39-07 / NTP 339.034-11									
REFERENCIA : Datos de laboratorio									
SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto									
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"									
UBICACIÓN : Lima						Fecha de emisión: 22/10/2020			
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c	
PATRÓN f ^c 210	24/09/2020	1/10/2020	7	16858.0	80.1	210.4	210.0	100.2	
PATRÓN f ^c 210	24/09/2020	1/10/2020	7	16408.0	78.5	208.9	210.0	99.5	
PATRÓN f ^c 210	24/09/2020	22/10/2020	28	18910.6	78.5	240.8	210.0	114.7	
PATRÓN f ^c 210	24/09/2020	22/10/2020	28	18853.0	78.5	240.0	210.0	114.3	

EQUIPO DE ENSAYO		
Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN		
OBSERVACIONES:		
* No se observaron fallas atípicas en las roturas		
* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referenciante		
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO		Código	FOR-LAB-CO-009				
			Revisión	1				
			Aprobado	CC-MTL				
			Fecha	1/06/2020				
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS ASTM C39-07 / NTP 339.034-11								
REFERENCIA : Datos de laboratorio								
SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto								
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plastico en estructuras hidraulicas Lima 2020"								
UBICACIÓN : Lima Fecha de emisión: 22/10/2020								
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F_c Diseño kg/cm2	% F_c
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN	24/09/2020	1/10/2020	7	17645.0	78.5	224.7	210.0	107.0
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN	24/09/2020	1/10/2020	7	17990.0	78.5	229.1	210.0	109.1
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	20894.0	78.5	266.0	210.0	126.7
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN	24/09/2020	22/10/2020	28	21295.0	78.5	271.1	210.0	129.1

EQUIPO DE ENSAYO Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN		
OBSERVACIONES: * No se observaron fallas atípicas en las roturas * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reorientante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA		
Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO						Código	FOR-LAB-CO-009	
							Revisión	1	
							Aprobado	CC-MTL	
							Fecha	1/06/2020	
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS <small>ASTM C39-07 / NTP 339.034-11</small>									
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plastico en estructuras hidraulicas, Lima 2020" UBICACIÓN : Lima Fecha de emisión: 22/10/2020									
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F_c Diseño kg/cm2	% F_c	
RESIDUOS PLASTICOS	24/09/2020	1/10/2020	7	17718.0	78.5	225.6	210.0	107.4	
RESIDUOS PLASTICOS	24/09/2020	1/10/2020	7	18401.0	80.1	229.7	210.0	109.4	
RESIDUOS PLASTICOS	24/09/2020	22/10/2020	28	21118.0	78.5	268.9	210.0	128.0	
RESIDUOS PLASTICOS	24/09/2020	22/10/2020	28	21248.0	78.5	270.5	210.0	128.8	

EQUIPO DE ENSAYO Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN		
OBSERVACIONES: * No se observaron fallas atípicas en las roturas * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reorientante * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA		
Elaborado por: 	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21090E	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

RESULTADOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE ABSORCIÓN CAPILAR

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LTC-CR-001											
	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO		Revisión	1											
			Aprobado	CC-MTL											
			Fecha	7/10/2020											
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO ASTM C1585															
REFERENCIA	: Datos de laboratorio														
SOLICITANTE	: Gutierrez Figueroa Ernesto														
TESIS	: "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"														
UBICACIÓN	: Lima														
MUESTRA	: Residuos Plásticos														
N° ENSAYO	: 1														
FUENTE	: --														
			Ensayo por:	JC											
			Fecha de ensayo:	7/10/2020											
ENSAYO DE ABSORCIÓN EN CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO															
RESULTADOS DE LABORATORIO															
1) Información general:															
Probetas ensayadas:	3		Observación:	Ninguna											
Dosificación de mezcla:	a/c = 0.605														
Edad estimada:	28 días														
Tipo de acabado:	Directo														
2) Propiedades geométricas/físicas del ensayo:															
DATOS DE LAS PRÓBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (ADSORTIVIDAD)															
Prueba	Masa (g)	Diámetro				Promedio	Espesor				Promedio	Área (mm²)	VOLUMEN (mm³)	Densidad	
		B-1	B-2	B-3	B-4		e-1	e-2	e-3	e-4				(g/cm³)	Promedio
P-1	917.64	101.00	102.00	101.00	102.00	101.50	51.00	50.00	50.00	51.00	51.00	8097.37	408614.10	2.23	2.28
P-2	951.12	101.00	101.00	102.00	101.00	101.25	51.00	51.00	50.00	51.00	51.75	8057.56	408016.59	2.33	
P-3	937.36	101.00	101.00	101.00	102.00	101.25	51.00	50.00	50.00	51.00	50.50	8057.56	406863.70	2.29	
Densidad del agua:		0.001		g/cm³		(ASTM C1585)									

3) Registro de datos en el tiempo:

ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORTIVIDAD)									
M/H/D	Tempo	Seg	g ^{1/2}	Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	(mm)	Absorción (g/s)	ΣΔ
0	0	0	0.0	P-1	928.54	-	0.0000	0.0000	0.0000
				P-2	966.77	-	0.0000		
				P-3	946.66	-	0.0000		
1 min	60	7.7		P-1	927.49	0.95	0.1174	0.1265	0.1265
				P-2	967.86	1.09	0.1354		
				P-3	947.69	1.02	0.1287		
5 min	300	17.3		P-1	927.50	0.01	0.0012	0.0068	0.1333
				P-2	967.96	0.10	0.0124		
				P-3	947.73	0.06	0.0068		
10 min	600	24.5		P-1	927.60	0.10	0.0124	0.0236	0.1569
				P-2	968.24	0.28	0.0348		
				P-3	947.92	0.19	0.0236		
20 min	1200	34.6		P-1	927.85	0.25	0.0309	0.0372	0.1941
				P-2	968.59	0.35	0.0435		
				P-3	948.22	0.30	0.0373		
30 min	1800	42.4		P-1	927.90	0.05	0.0062	0.0427	0.2078
				P-2	968.76	0.17	0.0211		
				P-3	948.33	0.07	0.0137		
60 min	3600	60.0		P-1	928.43	0.53	0.0685	0.1446	0.3523
				P-2	970.56	1.80	0.2236		
				P-3	949.50	1.16	0.1447		
2 horas	7200	84.9		P-1	929.28	0.85	0.1051	0.1569	0.5093
				P-2	972.24	1.68	0.2087		
				P-3	950.76	1.27	0.1571		
3 horas	10800	103.9		P-1	930.83	1.55	0.1916	0.1568	0.6661
				P-2	973.22	0.98	0.1217		
				P-3	953.55	0.55	0.0624		

ABSORCIÓN ASTM C1585

Y = 0.00826X - 0.003009
R² = 0.975118

Y = 0.003169X + 0.138327
R² = 0.973887

Legend: Puntos, S, SF, Lineal(S), Lineal(SF)

Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	6.40E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	3.16E-03

4 horas	14400	120.0	P-1	930.98	0.15	0.0395	0.0341	0.7002
			P-2	973.62	0.40	0.0497		
			P-3	952.30	0.28	0.0342		
5 horas	18000	134.2	P-1	932.34	1.16	0.1634	0.1675	0.8577
			P-2	975.00	1.38	0.1714		
			P-3	953.57	1.27	0.1577		
6 horas	21600	147.0	P-1	933.49	1.95	0.1658	0.1724	1.0301
			P-2	976.43	1.43	0.1776		
			P-3	954.96	1.39	0.1726		
1 día	86400	293.0	P-1	935.18	1.63	0.2089	0.2195	1.2496
			P-2	978.28	1.95	0.2298		
			P-3	956.73	1.77	0.2188		
2 días	172800	415.7	P-1	938.83	1.75	0.2353	0.2251	1.4746
			P-2	980.76	1.88	0.2335		
			P-3	958.95	1.81	0.2254		
3 días	259200	505.1	P-1	938.64	1.71	0.2193	0.2195	1.6341
			P-2	981.89	1.83	0.2273		
			P-3	960.32	1.77	0.2188		
4 días	345600	587.9	P-1	940.99	1.95	0.2430	0.2437	1.9378
			P-2	983.97	1.99	0.2459		
			P-3	962.38	1.97	0.2441		
5 días	432000	657.3	P-1	942.60	2.01	0.2484	0.2517	2.1895
			P-2	986.02	2.05	0.2546		
			P-3	964.31	2.03	0.2521		
6 días	518400	720.0	P-1	944.49	1.89	0.2336	0.2319	2.4213
			P-2	987.87	1.86	0.2298		
			P-3	966.18	1.87	0.2323		
7 días	604800	777.4	P-1	946.60	2.11	0.2608	0.2623	2.6836
			P-2	989.99	2.12	0.2633		
			P-3	968.30	2.12	0.2627		
8 días	691200	831.4	P-1	948.68	2.06	0.2571	0.2542	2.9378
			P-2	992.01	2.02	0.2509		
			P-3	970.35	2.05	0.2546		

<p>Elaborado por:</p> <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p> <p>Emer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-CR-001												
	DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO	Revisión	1												
		Aprobado	CC-MTL												
		Fecha	7/10/2020												
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO ASTM C1585															
REFERENCIA	: Datos de laboratorio														
SOLICITANTE	: Gutierrez Figueroa Ernesto														
TESIS	: "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plastico en estructuras hidraulicas, Lima 2020"														
UBICACIÓN	: Lima														
MOESTRA	: Imp. Por Cristalización														
N° ENSAYO	: 1														
FUENTE	: -														
		Ensayado por:	JC												
		Fecha de ensayo:	7/10/2020												
ENSAYO DE ABSORCIÓN EN CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO															
RESULTADOS DE LABORATORIO															
1) Información general:															
Probetas ensayadas:	3	Observación:	Ninguna												
Dosificación de mezcla:	alc = 0.605														
Edad estimada:	28 días														
Tipo de acabado:	Directo														
2) Propiedades geométricas/físicas del ensayo:															
DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (ADSORTIVIDAD)															
Probeta	Masa (g)	Diámetro				Promedio (mm)	Espesor				Promedio (mm)	Área (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	Densidad	
		Ø-1	Ø-2	Ø-3	Ø-4		e-1	e-2	e-3	e-4				(g/cm ³)	Promedio (g/cm ³)
P-1	843.21	102.00	101.00	102.00	101.00	101.50	50.00	51.00	51.00	51.00	50.75	8091.37	410636.94	2.30	2.27
P-2	821.45	101.00	101.00	101.00	101.25	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	8051.56	410629.48	2.24		
P-3	832.33	102.00	101.00	102.00	101.50	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	8091.37	412658.78	2.26		
Densidad del agua:		0.001		g/mm ³		(ASTM C1585)									

3) Registro de datos en el tiempo:

M/H/D	Tiempo		Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción (mm)	Absorción	
	Seg.	s ^{1/2}					(g/s)	ΣΔ
0	0	0.0	P-1	956.21	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P-2	932.45	-	0.0000		
			P-3	944.33	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P-1	957.39	1.18	0.1458	0.1417	0.1417
			P-2	933.56	1.11	0.1379		
			P-3	945.48	1.14	0.1415		
5 min	300	17.3	P-1	957.69	0.30	0.0371	0.0464	0.1882
			P-2	934.01	0.45	0.0559		
			P-3	945.85	0.38	0.0463		
10 min	600	24.5	P-1	958.04	0.35	0.0433	0.0421	0.2303
			P-2	934.34	0.33	0.0410		
			P-3	946.19	0.34	0.0420		
20 min	1200	34.6	P-1	958.59	0.55	0.0680	0.0631	0.2934
			P-2	934.81	0.47	0.0584		
			P-3	946.70	0.51	0.0630		
30 min	1800	42.4	P-1	958.92	0.33	0.0408	0.0396	0.3330
			P-2	935.12	0.41	0.0385		
			P-3	947.02	0.32	0.0395		
60 min	3600	60.0	P-1	959.30	0.38	0.0470	0.0532	0.3882
			P-2	935.60	0.48	0.0586		
			P-3	947.45	0.43	0.0431		
2 horas	7200	84.9	P-1	959.79	0.49	0.0606	0.0631	0.4494
			P-2	936.13	0.53	0.0658		
			P-3	947.96	0.51	0.0630		
3 horas	10800	103.9	P-1	961.03	1.24	0.1532	0.1803	0.6097
			P-2	937.48	1.35	0.1677		
			P-3	949.28	1.30	0.1800		

ABSORCIÓN ASTM C1585

Y = 0.000543x + 0.037550
R² = 0.883849

Y = 0.002257x² + 0.438136x + 0.060924

Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	6.54E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	3.26E-03

4 horas	14400	120.0	P-1	961.66	0.63	0.0778	0.0749	0.6846
			P-2	938.06	0.58	0.0720		
			P-3	949.86	0.61	0.0748		
5 horas	18000	134.2	P-1	963.44	1.78	0.2200	0.2135	0.8981
			P-2	939.73	1.67	0.2074		
			P-3	951.59	1.72	0.2132		
6 horas	21600	147.0	P-1	966.59	3.15	0.3893	0.3825	1.2806
			P-2	942.76	3.03	0.3763		
			P-3	954.68	3.09	0.3819		
1 día	86400	283.9	P-1	968.31	1.72	0.2126	0.2290	1.5097
			P-2	944.74	1.96	0.2459		
			P-3	956.53	1.85	0.2286		
2 días	172800	415.7	P-1	970.43	2.12	0.2820	0.2600	1.7696
			P-2	946.62	2.08	0.2583		
			P-3	958.63	2.10	0.2595		
3 días	259200	509.1	P-1	972.28	1.85	0.2286	0.2340	2.0036
			P-2	948.75	1.93	0.2397		
			P-3	960.52	1.89	0.2336		
4 días	345600	587.9	P-1	974.36	2.08	0.2571	0.2655	2.2691
			P-2	950.96	2.21	0.2745		
			P-3	962.66	2.14	0.2651		
5 días	432000	657.3	P-1	976.67	2.31	0.2855	0.2791	2.5483
			P-2	953.16	2.20	0.2732		
			P-3	964.92	2.26	0.2787		
6 días	518400	720.0	P-1	978.30	1.63	0.2014	0.2111	2.7594
			P-2	954.94	1.78	0.2211		
			P-3	966.62	1.71	0.2107		
7 días	604800	777.4	P-1	980.35	2.05	0.2534	0.2525	3.0119
			P-2	956.97	2.03	0.2521		
			P-3	968.66	2.04	0.2521		
8 días	691200	831.4	P-1	982.13	1.78	0.2200	0.2142	3.2261
			P-2	958.65	1.68	0.2087		
			P-3	970.39	1.73	0.2138		

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Elmer Moreno Huamán INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210616	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO	Código	FOR-LTC-CR-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	7/10/2020

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO
ASTM C1585

REFERENCIA	: Datos de laboratorio	Ensayado por:	JC
SOLICITANTE	: Gutierrez Figueroa Ernesto	Fecha de ensayo:	7/10/2020
TESIS	: "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plastico en estructuras hidraulicas, Lima 2020"		
UBICACIÓN	: Lima		
MUESTRA	: Patrón		
N° ENSAYO	: 1		
FUENTE	: -		

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO
RESULTADOS DE LABORATORIO

1) Información general:

Probetas ensayadas:	3	Observación:	Ninguna
Dosificación de mezcla:	a/c = 0.605		
Edad estimada:	28 días		
Tipo de acabado:	Directo		

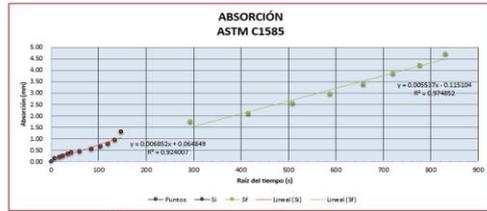
2) Propiedades geométricas/físicas del ensayo:

Probeta	Masa (g)	Diámetro					Espesor					Área (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	Densidad	
		B-1	B-2	B-3	B-4	Promedio	e-1	e-2	e-3	e-4	Promedio			(g/cm ³)	Promedio
P-1	895.21	101.00	101.00	101.00	101.00	101.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	8011.85	4006012.22	2.20	2.24
P-2	912.54	100.90	101.00	101.00	100.00	100.50	50.00	51.00	51.00	50.75	7832.72	402585.43	2.27		
P-3	903.89	101.00	100.00	101.00	101.00	100.75	50.00	51.00	50.00	50.25	7972.23	400604.72	2.26		

Densidad del agua: 0.001 g/cm³ (ASTM C1585)

3) Registro de datos en el tiempo:

M/H/D	Seg.	s ^{1/2}	ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORTIVIDAD)				Absorción (g/s)	Zs
			Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Δ (mm)		
0	0	0.0	P-1	920.21	-	0.0000	0.0000	0.0000
			P-2	938.54	-	0.0000		
			P-3	928.38	-	0.0000		
1 min	60	7.7	P-1	921.42	1.21	0.1510	0.1480	0.1480
			P-2	937.60	1.15	0.1450		
			P-3	929.56	1.18	0.1480		
5 min	300	17.3	P-1	921.80	0.38	0.0474	0.0464	0.1944
			P-2	938.05	0.36	0.0454		
			P-3	929.93	0.37	0.0464		
10 min	600	24.5	P-1	922.38	0.58	0.0724	0.0715	0.2659
			P-2	938.61	0.56	0.0706		
			P-3	930.50	0.57	0.0715		
20 min	1200	34.6	P-1	922.97	0.59	0.0736	0.0702	0.3361
			P-2	938.14	0.53	0.0668		
			P-3	931.06	0.56	0.0702		
30 min	1800	42.4	P-1	923.40	0.43	0.0537	0.0527	0.3888
			P-2	939.56	0.41	0.0517		
			P-3	931.48	0.42	0.0527		
60 min	3600	60.0	P-1	923.78	0.38	0.0474	0.0527	0.4415
			P-2	940.01	0.46	0.0590		
			P-3	931.90	0.42	0.0527		
2 horas	7200	84.9	P-1	924.69	0.91	0.1133	0.1104	0.5519
			P-2	940.68	0.85	0.1072		
			P-3	932.78	0.88	0.1104		
3 horas	10800	103.9	P-1	925.84	1.15	0.1435	0.1084	0.6603
			P-2	941.44	0.58	0.0731		
			P-3	933.64	0.87	0.1085		



Absorción Inicial (mm/s^{1/2}) **6.85E-03**

Absorción Final (mm/s^{1/2}) **5.54E-03**

4 horas	14400	120.0	P-1	926.89	1.05	0.1311	0.1305	0.7907
			P-2	942.47	1.03	0.1298		
			P-3	934.68	1.04	0.1305		
5 horas	18000	134.2	P-1	928.12	1.23	0.1535	0.1555	0.9463
			P-2	943.72	1.25	0.1576		
			P-3	935.92	1.24	0.1555		
6 horas	21600	147.0	P-1	931.01	2.89	0.3807	0.3638	1.3100
			P-2	946.63	2.91	0.3698		
			P-3	938.82	2.90	0.3638		
1 día	86400	293.9	P-1	934.57	3.56	0.4443	0.4535	1.7635
			P-2	950.30	3.67	0.4626		
			P-3	942.44	3.62	0.4534		
2 días	172800	415.7	P-1	937.44	2.87	0.3582	0.3575	2.1210
			P-2	953.13	2.83	0.3568		
			P-3	945.29	2.85	0.3575		
3 días	259200	509.1	P-1	940.95	3.51	0.4381	0.4478	2.5688
			P-2	956.76	3.63	0.4576		
			P-3	948.86	3.57	0.4478		
4 días	345600	587.9	P-1	944.16	3.21	0.4007	0.4102	2.9790
			P-2	960.09	3.33	0.4198		
			P-3	952.13	3.27	0.4102		
5 días	432000	657.3	P-1	947.32	3.16	0.3944	0.4008	3.3798
			P-2	963.32	3.23	0.4072		
			P-3	955.32	3.19	0.4008		
6 días	518400	720.0	P-1	951.18	3.86	0.4818	0.4792	3.8590
			P-2	967.10	3.78	0.4765		
			P-3	959.14	3.82	0.4792		
7 días	604800	777.4	P-1	954.04	2.86	0.3570	0.3644	4.2234
			P-2	970.05	2.95	0.3719		
			P-3	962.05	2.91	0.3644		
8 días	691200	831.4	P-1	953.00	3.96	0.4943	0.4989	4.7233
			P-2	974.06	4.01	0.5055		
			P-3	968.03	3.99	0.4989		

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
-------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

RESULTADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE VOLUMEN DE POROS PERMEABLES DEL CONCRETO

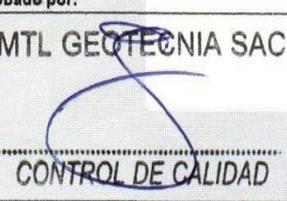
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE LABORATORIO					Código	LAB-MTL-CON-19		
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD, ABSORCIÓN Y VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO					Versión	01		
						Fecha	30-10-2020		
						Página	1 de 1		
LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS									
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, SOLICITANTES : Gutierrez Figueroa Ernesto Tipo de muestra : CONCRETO ENDURECIDO Diseño (f'c) : 210 Fecha de vaciado : 24-9-2020 Fecha de ensayo : 22-10-2020 Edad : 28 días									
RESULTADOS ASTM C642	Patrón	Impermeabilización por cristalización 5.0%	Residuos Plásticos 5.0%	Impermeabilización por cristalización 2.5%	Residuos Plásticos 2.5%	--	--	--	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN	1.8%	1.5%	1.6%	1.7%	1.7%	--	--	--	
ABSORCIÓN DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	1.8%	1.4%	1.6%	1.6%	1.7%	--	--	--	
DENSIDAD SECA (g/cm3)	2.286	2.320	2.267	2.301	2.271	--	--	--	
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN (g/cm3)	2.326	2.354	2.303	2.339	2.310	--	--	--	
DENSIDAD APARENTE DESPUÉS DE LA INMERSIÓN Y LA EBULLICIÓN (g/cm3)	2.326	2.353	2.302	2.337	2.312	--	--	--	
DENSIDAD APARENTE (g/cm3)	2.382	2.400	2.350	2.391	2.374	--	--	--	
VOLUMEN DE POROS PERMEABLES (% VACÍOS)	4.0%	3.3%	3.5%	3.6%	3.7%	--	--	--	

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210916 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESULTADO DE DISEÑO DE CONCRETO CON ADICIÓN 2.5%

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020
LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plastico en estructuras hidraulicas, Lima 2020" UBICACION : Lima Fecha de ensayo: 24/09/2020			
f'c 210 kg/cm²			
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %
CEMENTO SOL TIPO I	3.12		
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.64	3.01	1.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67	6.82	0.1
			ABSORCIÓN %
			P. UNITARIO S. Kg/m ³
			P. UNITARIO C. Kg/m ³
			1.5
			1.2
			1475.0
			1489.0
			1789.0
			1623.0
MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE			
A) VALORES DE DISEÑO			
1	ASENTAMIENTO		4
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		3/4"
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.605
4	AGUA		224
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.33

B) ANÁLISIS DE DISEÑO			
FACTOR CEMENTO	370.000	Kg/m³	8.7
Volumen absoluto del cemento		0.1186	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agua		0.2240	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³
			0.363
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			
Volumen absoluto del Agregado fino		0.3060	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3310	m ³ /m ³
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO			
CEMENTO		370	Kg/m ³
AGUA		224	L/m ³
AGREGADO FINO		808	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO		884	Kg/m ³
RESIDUOS PLASTICOS (2.5% del peso de cemento)		9.3	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA		2286	Kg/m³
D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD			
AGREGADO FINO HUMEDO		815.9	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO HUMEDO		884.7	Kg/m ³
E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS			
AGREGADO FINO		0.50	Lts/m ³
AGREGADO GRUESO		1.10	Lts/m ³
			13.8
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			237.8
			Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO			
CEMENTO		370	Kg/m ³
AGUA		238	Lts/m ³
AGREGADO FINO		816	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO		885	Kg/m ³
RESIDUOS PLASTICOS (2.5% del peso de cemento)		9.3	Kg/m ³
PESO DE MEZCLA		2308	Kg/m³
G) CANTIDAD DE MATERIALES (20 lt.)			
CEMENTO		7.40	Kg
AGUA		4.76	Lts
AGREGADO FINO		16.32	Kg
AGREGADO GRUESO		17.09	Kg
RESIDUOS PLASTICOS (2.5% del peso de cemento)		185.0	g

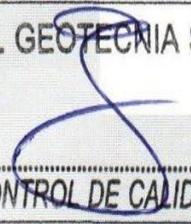
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Gutierrez Figueroa Ernesto
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"
UBICACIÓN : Lima *Fecha de emisión:* 22/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F'c Diseño kg/cm2	% F'c
RESIDUOS PLASTICOS 2.5%	24/09/2020	1/10/2020	7	16903.0	78.5	215.2	210.0	102.5
RESIDUOS PLASTICOS 2.5%	24/09/2020	1/10/2020	7	17142.0	80.1	214.0	210.0	101.9
RESIDUOS PLASTICOS 2.5%	24/09/2020	22/10/2020	28	19986.0	78.5	254.5	210.0	121.2
RESIDUOS PLASTICOS 2.5%	24/09/2020	22/10/2020	28	20053.0	78.5	255.3	210.0	121.6

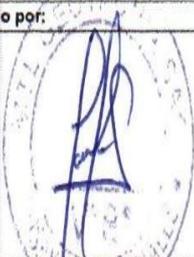
Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 2103016 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Gutiérrez Figueroa Ernesto
TESIS : "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"
UBICACIÓN : Lima **Fecha de emisión:** 22/10/2020

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F'c Diseño kg/cm2	% F'c
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN 2.5%	24/09/2020	1/10/2020	7	17027.0	78.5	216.8	210.0	103.2
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN 2.5%	24/09/2020	1/10/2020	7	16943.0	78.5	215.7	210.0	102.7
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN 2.5%	24/09/2020	22/10/2020	28	20041.0	78.5	255.2	210.0	121.5
IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN 2.5%	24/09/2020	22/10/2020	28	20316.0	78.5	258.7	210.0	123.2

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 2102016 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		CERTIFICADO DE ENSAYO		Código	FOR-LTC-CR-001												
		DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO		Revisión	1												
				Aprobado	CC-MTL												
				Fecha	7/10/2020												
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO ASTM C1585																	
REFERENCIA	: Datos de laboratorio																
SOLICITANTE	: Gutierrez Figueroa Ernesto																
TESIS	: "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"																
UBICACIÓN	: Lima																
MUESTRA	: Imp. Por Cristalización 2.5%																
N° ENSAYO	: 1	Ensayado por:	JC														
FUENTE	: --	Fecha de ensayo:	7/10/2020														
ENSAYO DE ABSORCIÓN EN CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO																	
RESULTADOS DE LABORATORIO																	
1) Información general:																	
Probetas ensayadas:	3		Observación:	Ninguna													
Dosificación de mezcla:	a/c = 0.605																
Edad estimada:	28 días																
Tipo de acabado:	Directo																
2) Propiedades geométricas/físicas del ensayo:																	
DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (ADSORTIVIDAD)																	
Probeta	Masa (g)	Diámetro					Promedio (mm)	Espesor					Promedio (mm)	Área (mm²)	VOLUMEN (mm³)	Densidad	
		Ø-1	Ø-2	Ø-3	Ø-4	Promedio		e-1	e-2	e-3	e-4	Promedio				(g/cm³)	Promedio (g/cm³)
P-1	923.51	101.00	102.00	102.00	102.00	101.75	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	8131.28	414935.09	2.23	2.29		
P-2	945.21	102.00	101.00	102.00	101.00	101.50	51.00	51.00	50.00	51.00	50.75	8091.37	410636.94	2.30			
P-3	934.36	101.00	101.00	101.00	101.00	101.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	8011.85	400592.33	2.33			
Densidad del agua:		0.001		g/cm³		(ASTM C1585)											

3) Registro de datos en el tiempo:											
ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORTIVIDAD)											
M/H/D	Seg	t ^{1/2}	Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción (mm)	Absorción (g/h)		Promedio	ΣΔ	SΔ
							g/h	g/h			
0	0	0.0	P-1	930.63	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0	0	0.0	P-2	953.52	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0	0	0.0	P-3	942.96	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1 min	60	7.7	P-1	931.88	1.25	0.1537	0.1554	0.1554	0.1554	0.1554	0.1554
1 min	60	7.7	P-2	954.78	1.26	0.1557	0.1554	0.1554	0.1554	0.1554	0.1554
1 min	60	7.7	P-3	943.33	1.25	0.1568	0.1568	0.1568	0.1568	0.1568	0.1568
5 min	300	17.3	P-1	932.99	1.11	0.1365	0.1461	0.1461	0.1461	0.1461	0.1461
5 min	300	17.3	P-2	956.03	1.25	0.1545	0.1461	0.1461	0.1461	0.1461	0.1461
5 min	300	17.3	P-3	944.51	1.18	0.1473	0.1461	0.1461	0.1461	0.1461	0.1461
10 min	600	24.5	P-1	934.14	1.15	0.1414	0.1386	0.1386	0.1386	0.1386	0.1386
10 min	600	24.5	P-2	957.12	1.09	0.1347	0.1386	0.1386	0.1386	0.1386	0.1386
10 min	600	24.5	P-3	945.83	1.12	0.1368	0.1386	0.1386	0.1386	0.1386	0.1386
20 min	1200	34.6	P-1	934.92	0.78	0.0959	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895
20 min	1200	34.6	P-2	957.74	0.82	0.0766	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895
20 min	1200	34.6	P-3	948.33	0.70	0.0874	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895	0.0895
30 min	1800	42.4	P-1	935.60	0.68	0.0838	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767
30 min	1800	42.4	P-2	958.30	0.56	0.0662	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767
30 min	1800	42.4	P-3	948.95	0.62	0.0774	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767	0.0767
60 min	3600	60.0	P-1	938.42	0.57	0.0626	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719
60 min	3600	60.0	P-2	959.32	0.66	0.0681	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719
60 min	3600	60.0	P-3	947.87	0.92	0.1186	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719	0.0719
2 horas	7200	84.9	P-1	937.34	0.92	0.1184	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825
2 horas	7200	84.9	P-2	960.15	0.83	0.1026	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825
2 horas	7200	84.9	P-3	948.75	0.88	0.1062	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825	0.0825
3 horas	10800	103.9	P-1	938.23	0.89	0.1085	0.1015	0.1015	0.1015	0.1015	0.1015
3 horas	10800	103.9	P-2	960.90	0.75	0.0927	0.1015	0.1015	0.1015	0.1015	0.1015
3 horas	10800	103.9	P-3	948.57	0.92	0.1024	0.1015	0.1015	0.1015	0.1015	0.1015

Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	6.71E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	4.13E-03

4 horas	14400	120.0	P-1	939.05	0.82	0.1086	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916
4 horas	14400	120.0	P-2	961.56	0.66	0.0816	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916
4 horas	14400	120.0	P-3	950.31	0.74	0.0924	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916	0.0916
5 horas	18000	134.2	P-1	939.84	0.90	0.1026	0.0805	0.0805	0.0805	0.0805	0.0805
5 horas	18000	134.2	P-2	962.27	0.71	0.0877	0.0805	0.0805	0.0805	0.0805	0.0805
5 horas	18000	134.2	P-3	950.96	0.65	0.0811	0.0805	0.0805	0.0805	0.0805	0.0805
6 horas	21600	147.0	P-1	940.63	0.99	0.1216	0.1151	0.1151	0.1151	0.1151	0.1151
6 horas	21600	147.0	P-2	963.14	0.87	0.1075	0.1151	0.1151	0.1151	0.1151	0.1151
6 horas	21600	147.0	P-3	951.89	0.83	0.1161	0.1151	0.1151	0.1151	0.1151	0.1151
1 día	86400	293.9	P-1	943.95	3.32	0.4083	0.4042	0.4042	0.4042	0.4042	0.4042
1 día	86400	293.9	P-2	966.35	3.21	0.3967	0.4042	0.4042	0.4042	0.4042	0.4042
1 día	86400	293.9	P-3	955.15	3.27	0.4075	0.4042	0.4042	0.4042	0.4042	0.4042
2 días	172800	415.7	P-1	947.07	3.12	0.3837	0.3887	0.3887	0.3887	0.3887	0.3887
2 días	172800	415.7	P-2	969.51	3.16	0.3905	0.3887	0.3887	0.3887	0.3887	0.3887
2 días	172800	415.7	P-3	958.29	3.14	0.3919	0.3887	0.3887	0.3887	0.3887	0.3887
3 días	259200	509.1	P-1	950.22	3.15	0.3874	0.3908	0.3908	0.3908	0.3908	0.3908
3 días	259200	509.1	P-2	972.67	3.18	0.3905	0.3908	0.3908	0.3908	0.3908	0.3908
3 días	259200	509.1	P-3	961.45	3.15	0.3938	0.3908	0.3908	0.3908	0.3908	0.3908
4 días	345600	587.9	P-1	962.53	3.21	0.3941	0.2866	0.2866	0.2866	0.2866	0.2866
4 días	345600	587.9	P-2	974.99	2.32	0.2867	0.2866	0.2866	0.2866	0.2866	0.2866
4 días	345600	587.9	P-3	963.76	2.32	0.2889	0.2866	0.2866	0.2866	0.2866	0.2866
5 días	432000	657.3	P-1	965.65	2.52	0.3090	0.3268	0.3268	0.3268	0.3268	0.3268
5 días	432000	657.3	P-2	977.76	2.76	0.3411	0.3268	0.3268	0.3268	0.3268	0.3268
5 días	432000	657.3	P-3	966.40	2.64	0.3285	0.3268	0.3268	0.3268	0.3268	0.3268
6 días	518400	720.0	P-1	967.61	2.56	0.3148	0.3101	0.3101	0.3101	0.3101	0.3101
6 días	518400	720.0	P-2	980.20	2.45	0.3026	0.3101	0.3101	0.3101	0.3101	0.3101
6 días	518400	720.0	P-3	968.91	2.51	0.3127	0.3101	0.3101	0.3101	0.3101	0.3101
7 días	604800	777.4	P-1	969.47	1.86	0.2287	0.2414	0.2414	0.2414	0.2414	0.2414
7 días	604800	777.4	P-2	982.24	2.04	0.2521	0.2414	0.2414	0.2414	0.2414	0.2414
7 días	604800	777.4	P-3	970.86	1.95	0.2434	0.2414	0.2414	0.2414	0.2414	0.2414
8 días	691200	831.4	P-1	961.43	1.96	0.2410	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384
8 días	691200	831.4	P-2	984.10	1.86	0.2299	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384
8 días	691200	831.4	P-3	972.77	1.91	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384	0.2384

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-CR-001												
	DETERMINACION DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO	Revisión	1												
		Aprobado	CC-MTL												
		Fecha	7/10/2020												
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DE CONCRETO ASTM C1585															
REFERENCIA	: Datos de laboratorio														
SOLICITANTE	: Gutierrez Figueroa Ernesto														
TESIS	: "Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima 2020"														
UBICACIÓN	: Lima														
MUESTRA	: Residuos plásticos 2.5%														
N° ENSAYO	: 1	Ensayado por:	JC												
FUENTE	: -	Fecha de ensayo:	7/10/2020												
ENSAYO DE ABSORCIÓN EN CONCRETOS DE CEMENTO HIDRÁULICO															
RESULTADOS DE LABORATORIO															
1) Información general:															
Probetas ensayadas:	3	Observación:	Ninguna												
Dosificación de mezcla:	alc = 0.605														
Edad estimada:	28 días														
Tipo de acabado:	Directo														
2) Propiedades geométricas/físicas del ensayo:															
DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (ADSORTIVIDAD)															
Probeta	Masa (g)	Diámetro					Espesor					Area (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	Densidad	
		B-1	B-2	B-3	B-4	Promedio	e-1	e-2	e-3	e-4	Promedio			(g/cm ³)	Promedio
P-1	936.20	102.00	102.00	102.00	102.00	102.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	8171.28	416735.41	2.25	2.29
P-2	942.52	102.00	102.00	102.00	101.00	101.75	51.00	51.00	50.00	51.00	50.75	8131.28	412862.27	2.28	
P-3	939.36	101.00	101.00	101.00	101.00	101.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	8071.85	400592.33	2.34	
Densidad del agua:		0.001	g/mm ³	(ASTM C1585)											

3) Registro de datos en el tiempo:

ENSAYO DE LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA (SORTIVIDAD)										
M/H/D	Tiempo		Probeta	Masa (g)	Δ masa (g)	Absorción (mm)	Absorción			
	Seg	s ^{1/2}					(g/s ^{1/2})	Promedio	ΣΔ	
0	0	0.0	P-1	977.10	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
			P-2	980.63	-	0.0000				
			P-3	978.67	-	0.0000				
1 min	60	7.7	P-1	978.18	1.08	0.1322	0.1339	0.1339	0.1339	0.1339
			P-2	981.72	1.09	0.1341				
			P-3	979.95	1.09	0.1354				
5 min	300	17.3	P-1	979.52	1.34	0.1840	0.1616	0.2955	0.1616	0.2955
			P-2	983.00	1.28	0.1574				
			P-3	981.58	1.31	0.1635				
10 min	600	24.5	P-1	980.60	1.08	0.1322	0.1357	0.4313	0.1357	0.4313
			P-2	984.12	1.12	0.1377				
			P-3	982.36	1.10	0.1373				
20 min	1200	34.6	P-1	981.41	0.81	0.0991	0.0901	0.5213	0.0901	0.5213
			P-2	984.77	0.85	0.0799				
			P-3	983.09	0.73	0.0911				
30 min	1800	42.4	P-1	982.22	0.81	0.0991	0.0887	0.8200	0.0887	0.8200
			P-2	985.58	0.79	0.0972				
			P-3	983.69	0.80	0.0999				
60 min	3600	60.0	P-1	982.32	0.78	0.0982	0.0887	0.6867	0.0887	0.6867
			P-2	986.54	0.90	0.1305				
			P-3	984.43	0.54	0.0844				
2 horas	7200	84.9	P-1	983.27	0.95	0.1180	0.1117	0.7984	0.1117	0.7984
			P-2	987.40	0.86	0.1058				
			P-3	985.34	0.90	0.1150				
3 horas	10800	103.9	P-1	984.19	0.92	0.1126	0.1049	0.9033	0.1049	0.9033
			P-2	988.18	0.78	0.0958				
			P-3	986.19	0.85	0.1061				
4 horas	14400	120.0	P-1	985.04	0.85	0.1040	0.0931	0.9964	0.0931	0.9964
			P-2	988.04	0.86	0.0912				
			P-3	986.94	0.78	0.0942				



Absorción Inicial (mm/s ^{1/2})	6.57E-03
Absorción Final (mm/s ^{1/2})	4.27E-03

5 horas	18000	134.2	P-1	985.63	0.99	0.0722	0.0802	1.0766
			P-2	989.55	0.71	0.0873		
			P-3	987.59	0.65	0.0811		
6 horas	21600	147.0	P-1	988.62	0.99	0.1212	0.1147	1.1914
			P-2	990.42	0.87	0.1070		
			P-3	988.52	0.93	0.1191		
1 día	86400	293.9	P-1	989.62	3.00	0.3671	0.3801	1.5714
			P-2	993.58	3.16	0.3856		
			P-3	991.60	3.08	0.3844		
2 días	172800	415.7	P-1	992.82	3.00	0.3671	0.3955	1.9670
			P-2	996.99	3.41	0.4194		
			P-3	994.81	3.21	0.4060		
3 días	259200	509.1	P-1	996.32	3.70	0.4529	0.4833	2.4303
			P-2	1000.80	3.81	0.4686		
			P-3	998.56	3.75	0.4667		
4 días	345600	587.9	P-1	998.86	2.56	0.3123	0.2990	2.7301
			P-2	1002.10	2.30	0.2829		
			P-3	1000.99	2.43	0.3033		
5 días	432000	657.3	P-1	1000.98	2.10	0.2570	0.2906	3.0208
			P-2	1005.71	2.61	0.3210		
			P-3	1003.35	2.36	0.2929		
6 días	518400	720.0	P-1	1003.69	2.71	0.3318	0.3276	3.3484
			P-2	1008.31	2.60	0.3198		
			P-3	1006.00	2.65	0.3314		
7 días	604800	777.4	P-1	1005.60	1.91	0.2337	0.2412	3.5896
			P-2	1010.31	2.00	0.2460		
			P-3	1007.99	1.95	0.2440		
8 días	691200	831.4	P-1	1007.51	1.91	0.2337	0.2295	3.8191
			P-2	1012.12	1.81	0.2226		
			P-3	1009.82	1.86	0.2322		

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniera de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANEXO 5. FICHA TÉCNICA DE IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN

 <h3>AQUAFIN-IC (IntegraCoat)</h3> <h4>Lechada Cristalina Impermeabilizante</h4> <ul style="list-style-type: none"> ☑ Capilar/Cristalino (gris y blanco) ☑ Penetra el concreto ☑ Aprobado para uso con agua potable ☑ Permanentemente activo ☑ Probado hasta 200 psi (14 bares) de presión ☑ Se aplica a superficies húmedas <h4>Descripción del Producto</h4> <p>AQUAFIN-IC (IntegraCoat) es un producto de la última tecnología en un componente a base de cemento que penetra profundamente para impermeabilizar estructuras sanas, nuevas o viejas, construidas de concreto o bloques de concreto. Resiste la presión hidrostática sin formar una barrera y permite el escape de vapor.</p> <h4>Aplicaciones Típicas</h4> <ul style="list-style-type: none"> ■ Impermeabilizar estructuras por la superficie exterior (positivo) o interior (negativo). Para uso en fundaciones bajo tierra, sótanos, paredes de retener, bocas de acceso, pozos de utilidades. ■ Tanques de agua (potable o no potable), tanques de aguas negras, pilas, pozos de personas, acuarios, garages de estacionamiento, tuncles. ■ No contamina ■ Siempre activo <h4>Ventajas</h4> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fácil de usar - solo se mezcla con agua ■ Se puede aplicar a concreto fresco tan pronto que se desimbran los moldes ■ Protege el concreto contra agua dulce, agua salada, aguas negras y agua agresiva subterráneo 	<p>AQUAFIN-IC no es una membrana y a veces necesita hasta un mes para alcanzar su capacidad máxima de impermeabilizar. Factores como la temperatura ambiente, densidad del concreto, humedad presente y condiciones meteorológicas pueden influir el tiempo del procedimiento de sellar. Durante condiciones secas los químicos de AQUAFIN-IC se mantienen inactivo pero se reactivan cuando se exponen a la humedad.</p> <p>Después de su aplicación y tiempo de curar el AQUAFIN-IC sella posteriormente las grietas de encogimiento hasta 1/64" (0,4 mm).</p> <p>Concreto tratado con AQUAFIN-IC es muy resistente a las substancias secas agresivas, contacto constante de pH 4 - 11 y contacto periódico de pH 2 - 12. En adición protege contra la corrosión de cables, despegamiento, ciclos de congelar / descongelar y daños causado por condiciones meteorológicas.</p> <h4>Preparación de la Superficie</h4> <p>La superficie tiene que estar en buenas condiciones, limpia y con suficiente porosidad para asegurar adherencia a la superficie y permitir la penetración de los químicos del AQUAFIN-IC. Superficies horizontales deben tener una terminación a flota madera o cepillo. Superficies lisas y no porosas se deben poner ásperas para asegurar adherencia del AQUAFIN-IC.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpia bien la superficie para remover sucio, lechada del cemento, aceite, químicos de curar, partículas sueltas, pinturas, y otros contaminantes. Para limpiar usa arena a presión con agua o seco, lavado a presión alta 4,000 psi (275 bares) ajustada a la fuerza del concreto, o otro métodos mecánicos. 2. Remueve cables o materiales salientes cortándolos por debajo de la superficie del concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 lb polvo con 1.5 - 1.9 galones de agua (22,7 kg polvo con 6,1 - 7,3 litros de agua). <p>Añade el polvo de AQUAFIN-IC al agua y agita bien hasta que la mezcla queda completamente libre de montones secos. Solo mezcla la cantidad de material que puede usar en 30 minutos. AQUAFIN-IC se debe mezclar con taladro o otro método mecánico. Usa agua limpia. Mezcla hasta una consistencia de pintura espesa. Usa un envase para medir el polvo y otro para el agua. Si se parece que la mezcla está fraguando sigue moviéndola con la mezcladora hasta que se pone bien. No le añades más agua.</p> <h4>Aplicación</h4> <p>⇒ No se debe aplicar el AQUAFIN-IC si la temperatura está menos de 40 °F (5 °C) o a superficie que está congelada.</p> <p>⇒ No se debe aplicar a superficie seca.</p> <h4>SUPERFICIES HORIZONTALES Y JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN</h4> <p><u>A. Metodo de aplicar a rociar seco, plana mecanica o plana de madera (flota de madera):</u> Se recomienda hacer una prueba de rociar seco antes de la aplicación actual.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando el concreto está listo para pasarle la plana mecanica rocía la cantidad especificada de AQUAFIN-IC seco. Esto se puede hacer a mano o con un rociador adecuado y entonces pasar la plana o flota para espaciar el AQUAFIN-IC parejo. Sigue pasando la plana o flota en su manera normal. <p><u>B. Sub losas / Losas empataadas / Juntas de construcción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de tirar una losa nueva contra otra o por encima de otra losa moja la superficie existente y aplica AQUAFIN-IC en forma de lechada o rociar seco.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Se aplica con cepillo, rociador o regando el polvo seco ■ Resiste presión hidrostática fuerte (probado hasta 200 p.s.i. = 460 pies [14 bares = 140 metros] presión) ■ Postsella grietas causadas por encogerse del concreto hasta 1/64 de pulgada (0,4 mm) ■ Protege el concreto profundamente - el concreto permanece impermeable aunque el revestimiento se dañe ■ No contiene cloruro <p>Aplicado al lado positivo (activo) o negativo (pasivo) a la presión de agua ■ Inorganico - no toxico ■ Sin olor y humo ■ Costo bajo.</p> <h4>Características</h4> <p>AQUAFIN-IC contiene químicos de impermeabilizar que reaccionan con la humedad y el cal libre del concreto creando partículas cristalinas que sellan el sistema capilar y grietas menores causadas por encogimiento. Estos químicos penetran para hacerse una parte integral del concreto para impermeabilizar contra fuerzas hidrostáticas fuertes. Los químicos se mantienen activo por la vida de la estructura sellando permanentemente contra la penetración del agua.</p>	<p>Remueve todas áreas huecas o dañadas. Empates de construcción y grietas sujetas a movimiento en exceso de 0.02" (0,4 mm) se deben derrotar en forma "U" a mas o menos 3/4" (20 mm) ancho y 1" (25 mm) de profundidad. Huecos de amarre de formaletas se deben poner ásperas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Usa AQUAFIN FIX 10-S para detener goteos de agua. Consulte con el representante si los goteos son severos. 4. Rellene las áreas reparadas con AQUAFIN MORTAR-IC. 5. Enjuague totalmente todas las superficies que se van a impermeabilizar con agua limpia. Moje varias veces para que el concreto o bloques de cemento quede saturado para controlar la succión de la superficie y asegurar la formación cristalina profundamente en el poro. Aplica el AQUAFIN-IC a la superficie húmeda pero no mojada. Remueve el exceso de agua acumulado en superficies horizontales. <h4>Como Mezclar</h4> <p>La proporción de mezclar es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>por volumen:</u> 3 porciones de polvo con 1 porción de agua. 	<p><u>C. Aplicación con brocha o rociador:</u> ⇒ NOTA: La superficie de la losa debe estar porosa con terminación a flota de madera o cepillo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica una mano en la cantidad especificada del AQUAFIN-IC en consistencia de lechada. <h4>SUPERFICIES VERTICALES Y JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN</h4> <p><u>A. Aplicación a brocha:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica dos manos en la cantidad especificada del AQUAFIN-IC en consistencia de lechada. Usa una brocha típica de albañil regando el material parejamente. Aplica la segunda mano antes que la primera mano a secado. <p><u>B. Aplicación a rociador:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • El AQUAFIN-IC se puede aplicar con equipo rociador de aire comprimido fabricado para rociar mortero. Aplica en una o dos manos en acuerdo con las especificaciones usando un movimiento circular. Aplica la segunda mano antes que la primera mano a secado.

AQUAFIN-IC (IntegraCoat)

Curar y Protección

- **Exterior o áreas expuestas a los elementos:**
- Mantenga húmedo por 2 o 3 días. Empieza el procedimiento de curar cuando el AQUAFIN-IC esta suficientemente duro para resistir rociado lijero de agua sin dañarse. En áreas que no es posible hacer rociado de agua se puede utilizar resinas formuladas para curar el concreto.
- Protege áreas que estan espuesta al sol, viento y escarcha con plastico, lonas o materiales similares. Las lonas plasticas no deben estar en contacto directo con el AQUAFIN-IC por que es necesario tener circulación de aire entre la superficie y el plastico.
- Las superficies tratada con AQUAFIN-IC se deben proteger contra la lluvia por un minimo de 24 horas.
- Espera 36 horas despues de la aplicación de AQUAFIN-IC en áreas subterráneos antes de rellenar con tierra. No es necesario proteger el AQUAFIN-IC con tablas o planchas. El relleno debe estar húmedo.
- **Area interior:**
- El AQUAFIN-IC se cura solo en áreas frescas y húmeda.
- Mantenga húmedo por 2 - 3 dias en áreas seca.
- Proveer circulación de aire cuando no hay ventilación adecuada en áreas tratada con AQUAFIN-IC y en posos profundos.
- **Tanques y estructuras de contener agua:**
- Estas estructuras se pueden llenar cuidadosamente despues de 3 dias. Tanques grande: no eche agua a mas de 6,5 pies (2 m) por 24/hr.
- Antes de poner las estructuras de agua potable en servicio se deben lavar completamente con agua potable despues que el AQUAFIN-IC esta

emplasto de cemento y arena antes de aplicar el revestimiento final. Si esto no es posible se debe limpiar el AQUAFIN-IC duro y aplica un agente de pegar el revestimiento.

⇒ **Pisos de concreto, sobre o bajo tierra,** que van a forrar con losas de vinyl o otros materiales que no permiten el poso de vapor de agua o que no "respiran" (por ejemplo epoxy, ciertas alfombras, cubrimientos plasticos o similar) se deben probar para determinar la cantidad de **emisión de vapor**. Las pruebas se deben hacer en acuerdo con el ASTM F 1869-98 antes de la instalación de los tipos de materiales nombrado aqui. AQUAFIN-IC no es un baricada contra la emisión de vapores.

Seguridad

Refiere a nuestros datos de seguridad del material (MSDS). Este producto contiene cemento Portland y arena silica y es muy alcalino. Evite contacto con la piel y los ojos. Usé guantes de gomas y lentes durante el uso de este producto. Es recomendado el

uso de careta respiradora cuando se aplica con rociadora. Si tiene contacto directo a la piel enjuaga bien con agua. Si se le pega a los ojos enjuagalos con mucha agua y consulte on medico. **MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NINOS.**

Empaques

AQUAFIN-IC es empaquetado en bolsas con forro interior plastico o en cubos plasticos de 50 lb. (22.7 kg).

Almacénaje y Duración

AQUAFIN-IC se debe almacenar en un depósito seco. Mantenga el producto levantado del piso. El producto almacenado propiamente y sano debe durar 12 meses.

Matenimiento

AQUAFIN-IC es permanente y no necesita matenimiento cuando esta corectamente instalado por aplicadores con experiencia en el uso impermeabilizadores cristalinos.

Consumo y Rendimiento de 50 lb (22.7 kg)

AQUAFIN-IC (Gris o Blanco)

Estructura	Nos. de manos	Consumo lb/yd ² (kg/m ²)	Redimiento/manos ft ² /50 lb (m ² /22.7 kg)
Prueba de Humedad:			
Aplicaciones a superficies tipicas	1	1.40 (0.75)	320 (30.3)
Presión hidrostática:			
Paredes, interior / exterior	2 totale	1.25 - 1.4 (0.75) 2.50 - 2.8 (1.50)	320 - 360 (30.3) 160 - 180 (15.1)
Lozas de concreto	1	2.00 (1.00)	225 (22.7)
Sub lozas + lozas empatadas	1	2.25 (1.20)	200 (18.9)
Juntas de construcción	1	2.00 (1.00)	225 (22.7)

Nota: En ambientes de agua salá or aguas negras aplica 2.8 lb/y² (1.5 kg/m²) totale. Estos valores son teóricos. **Grosor del revestimiento es 1/32" (0.8 mm).**



totalmente curado.

Decoración, Pintar, Revestimiento

- Superficies que se van a pintar se deben curar por un minimo de 4 semanas. Al final del periodo de curar saturar la superficie con agua y entonces neutralizar con una solución de acido muriatico diluido 1:8. Despues la superficie se debe enjuagar totalmente con agua.
- Si se va a revestir superficies tratada con AQUAFIN-IC es necesario aplicar una mano de

Data Fisica y Tecnica del AQUAFIN-IC

Certified to NSF/ANSI 61

Tipo agregado: Polvo	Usa dentro 30 min. de mezclar	Densidad: 68 lbs/pies ³ (1.09 kg/dm ³) gris
Colores: Gris de cemento y blanco		Tiempo de endurezar: 45 min. (gris); 60 min. (blanco)
Agua potable: Certificado por ANSI / NSF Criterio 61 (gris o blanco)		
Permeabilidad: La perdida de agua no es mesurado hasta altura de 460 pies (140 m) de presión o 200 lb./pulgada ² (14 bar). (CRD-C 48-92)		
Toda data es el promedio de varias pruebas de laboratorios. Variaciones en temperatura, humedad, y porosidad de la superficie puede afectar los valores dado aqui en instalaciones reales.		

GARANTIA LIMITADA: AQUAFIN, INC. garantiza que sus productos son fabricados libre de defectos y que estan en acuerdo con sus criterios de alta calidad. Nosotros reponemos o reembolsamos el costo de cualquier producto que se prueba ser defectuoso, si ese producto fuera propiamente instalado. Nuestras recomendaciones de los productos son basados en las criterios y procedimientos de pruebas de la industria. Nosotros no asumimos garantias escritas o dichas o implicadas en respeto a cualquier método de aplicación o uso del producto. AQUAFIN, INC. NO HACE GARANTIAS EN RESPETO AL MERCADO O PROPIEDAD PARA USO EN PARTICULAR Y ESTA GARANTIA ES EN LUGAR A TODAS OTRAS GARANTIAS DICHAS O IMPLICADAS. AQUAFIN, INC. no es responsable por daños de cualquier tipo incluyendo daños lejano o consiguiente o tiempo perdido o atrasos.

AQUAFIN Building Product Systems

AQUAFIN, Inc.

505 Blue Ball Rd., No.160

Elkton, MD 21921

Phone (410) 392 - 2300 Fax (410) 392 - 2324

E-mail: info@aquafin.net http://www.aquafin.net

TOLL FREE 1 - 866 - AQUAFIN (1-866-278-2346)

DISTRIBUDOR:

2.1.1

AQUOS 01/03/05 - 7/14