



**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL**

**Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el  
hormigón en Guayaquil.**

Trabajo de Titulación Definitivo para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

**Carlos Rodríguez S.**

**TUTOR. Ing. Blass Cruz**

**Samborondón**

**ENERO, 2015**

## INDICE GENERAL

### **CAPÍTULO I**

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1. EL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA O SUB PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 OBJETIVOS GENERALES.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>4</b>

### **CAPITULO II.....**

<b>2.1 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 DEFINICIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.3 COMPONENTES DEL HORMIGÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HORMIGÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.5 CLASES DE HORMIGÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 CONSISTENCIA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 TRABAJABILIDAD.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4 SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2.6 CONCEPTUALIZACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>33</b>
<b>2.8 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....</b>	<b>34</b>

### **CAPÍTULO III.....**

<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>
-------------------------	-----------

<b>3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>40</b>
<b>3.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN Y PROCEDIMIENTOS.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 ANALISIS DE LOS COSTOS POR IMPERMEABILIZANTES.....</b>	<b>68</b>
<b>4.3 ANÁLISIS PRUEBA DE ABSORCIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>4.4 ANALISIS DE RESISTENCIA.....</b>	<b>69</b>
<b>4.5 ANALISIS DE FASES DE FILTRACION VS METODOS EXTERNOS.....</b>	<b>69</b>
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>70</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>70</b>
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>CITAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>

## RESUMEN

El presente trabajo, estudia la eficiencia de los aditivos impermeabilizantes por cristalización, dada en costos de materiales, pruebas de absorción, durabilidad, resistencia, filtración, etc.

Los productos impermeabilizantes de última generación evitan posibles fracturas en el hormigón y así impedir el ingreso de presión negativa de agua, estos reaccionan a la humedad del concreto fresco y con los subproductos de la hidratación del cemento ocasionando una reacción , generando la formación de cristales no solubles dentro de los poros y los capilares del concreto sellándolo permanentemente, se realizó pruebas en laboratorio con aditivo impermeabilizante, vs métodos externos de impermeabilización, ahí se analiza la reacción del concreto, no solo a nivel superficial sino también internamente, estos aditivos , disminuyen o atacan los factores que debilitan y hacen menos durable al concreto.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Este proyecto se presenta con la finalidad de hacer un estudio de la eficiencia que tienen los aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón, en comparación con los métodos tradicionales, para dejar evidencia de las ventajas y desventajas de cada método, y así quede registrado para quienes requieran información en busca de soluciones a estos problemas y seleccione la alternativa técnica- económica más adecuada.

Se ha realizado un comparativo incluyendo los métodos tradicionales, en busca de un método más eficiente y ahorrativo.

#### **1.6 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Identificar las desventajas de los aditivos impermeabilizantes por el método tradicional como por ejemplo en la construcción de piscinas y reservorios, que generalmente se realiza posterior a la construcción, usando: selladores, epóxicos, pinturas, materiales decorativos etc., el cual no brinda una impermeabilización completa porque internamente se presentan fisuras por distintos factores, como por ejemplo los movimientos, asentamientos, deterioro del hormigón, mala dosificación de la mezcla entre otras.

## **1.7 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA O SUB PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- ¿Cuáles son los principales problemas de filtración que se presentan en una construcción?
- ¿Qué métodos existen en nuestro medio para impermeabilizar?
- ¿Cuáles son los métodos más eficientes?
- ¿Cuáles son los aditivos que se utilizan actualmente para la impermeabilización del concreto?
- ¿De qué modo influyen los costos en la impermeabilización?
- ¿De qué modo inciden los factores externos, en la durabilidad de las impermeabilizaciones?

## **1.8 OBJETIVOS GENERALES**

Comprobar la eficiencia de los aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil, frente a los métodos tradicionales de impermeabilización externa.

## **1.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.- Comparar la eficiencia del uso de aditivos impermeabilizantes vs el uso de métodos tradicionales de impermeabilización.
- 2.- Plantear las ventajas y desventajas del uso de los aditivos impermeables por cristalización.
- 3.- Analizar el comportamiento del hormigón elaborado con aditivos impermeabilizantes por cristalización frente a factores externos.

## 1.8 JUSTIFICACIÓN

El uso constante del concreto en las construcciones modernas ha obligado a los investigadores a buscar el mejoramiento del mismo mediante la creación de aditivos que ayuden a la impermeabilización.

Un ejemplo de aplicación es el caso suscitado en la ciudad de Guayaquil en el km 27 ½ de la vía Daule en los reservorios de aguas duras de Interagua, donde se presentó fisuramiento en el cual se realizaron trabajos de impermeabilización aplicando diferentes tipos de métodos como inyección epóxica, aplicación de mortero de alta resistencia y revestimiento con fibra de carbono. Este fue un trabajo realizado en un área de aproximadamente 3072 m<sup>2</sup> que comprende 6 reservorios. Los resultados obtenidos hasta el momento son eficientes pero los costos generados fueron altos. (Andrade, 2013)

La necesidad de impedir el paso de la humedad a través del hormigón en construcciones como centros comerciales, industrias, piscinas etc., ha obligado a la investigación de productos que sean más efectivos y que cumplan esta función. El uso del hormigón tiene sus desventajas, como la permeabilidad, causada por las fisuras debidas a las contracciones generadas por el fraguado. Por tal motivo se necesita el uso de elementos que ayuden a solucionar este comportamiento.

El desconocimiento actual de las ventajas en el uso de los aditivos para la impermeabilización ha generado incertidumbre ya que no se han obtenido los resultados esperados.

El uso de aditivos ayudara a minimizar estos efectos que se presentan constantemente, en consecuencia se está creando productos cada vez más sofisticados para no recurrir a las impermeabilizaciones externas que se ha observado que en el largo plazo incrementan el costo de la construcciones.

## **CAPITULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1 MARCO TEÓRICO**

##### **2.1.1 EL HORMIGÓN**

###### Generalidades

Hoy en día el hormigón es uno de los más importantes materiales de construcción de nuestro tiempo y su tecnología está muy avanzada, por lo que es posible hacer construcciones de las cuales el 90 al 95% de ellas está construida de hormigón, y si a esto sumamos el aporte que significan los aditivos, podemos obtener, construcciones de importancia cumpliendo al máximo los requisitos exigidos para la época.

El hormigón se prepara uniendo un aglomerante inorgánico, materiales desmenuzados llamados áridos hasta formar un aglomerado artificial, los cuales se amasan con agua hasta formar una pasta que recibe el nombre de hormigón fresco o sin fraguar. El cemento que fragua con el agua, consolida y endurece la masa, adquiere así una consistencia pétreo conocida como hormigón endurecido.

A primera vista parece una cosa muy sencilla, pero el caso es distinto cuando el hormigón que hay que preparar debe poseer cualidades determinadas y garantías de seguridad, debido a que se ve expuesto a un sin número de factores que intervienen tanto en los materiales como en su elaboración.

Una propiedad particular del hormigón es que puede dársele cualquier forma; la mezcla húmeda se coloca en estado plástico en moldes, donde endurece. El hormigón adecuadamente proporcionado es un material duro y durable; es resistente bajo esfuerzos de compresión, pero frágil y casi inútil para resistir esfuerzos de tensión.

### **2.1.2 DEFINICIÓN**

El hormigón es un conglomerado pétreo artificial, se prepara mezclando una pasta de cemento, agua, agregado fino (arena) y agregado grueso (ripió) u otro material inerte. La sustancia químicamente activa de la mezcla es el cemento, el cual se une físico y químicamente con el agua y al endurecerse liga a los agregados, para formar una masa sólida semejante a una piedra.

Al hormigón se lo puede fabricar de acuerdo a la necesidad y tipo de carga que éste vaya a soportar, dándole una adecuada y correcta dosificación.

“El hormigón es un material polifásico formado por mezcla de áridos, aglomerados mediante un conglomerante hidráulico como es el cemento”.

### **2.1.3 COMPONENTES DEL HORMIGÓN.**

Cemento.

Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados Aglomerados Hidráulicos. Esta denominación comprende aquellos que endurecen una vez mezclados con el agua y al mismo tiempo resisten a esta.

Es un polvo finísimo de color gris, la pasta de cemento (mezcla de cemento y agua) es el material activo dentro de la masa del hormigón y como tal es en gran medida responsable de la resistencia, variaciones volumétricas y durabilidad del hormigón.

Es la matriz que une los elementos del esqueleto granular entre sí, los principales componentes del cemento son la caliza (cal), sílice, alumina y el óxido férrico. Estos son mezclados en proporciones adecuadas y sometidos a un proceso de fusión en un horno rotatorio, donde adquiere una consistencia pastosa que al enfriarse se convierte en fragmentos de coloración oscura, compactos y duros dando creación al clínker.

Este posteriormente será sometido a molinos tubulares, provistos de bolas de acero, donde se le agrega aproximadamente un 3% de yeso para regular el tiempo del fraguado, convirtiéndolo en polvo finísimo

#### **2.1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL HORMIGÓN:**

- Buena resistencia a la compresión pero mala a tracción.
- Poca corrosión.
- Buen comportamiento a fatiga.
- Costo bajo y posibilidad de mejora importante de sus características mecánicas con costo reducido.
- Masivo y rígido (buen comportamiento dinámico).
- Excelente comportamiento a fuego. (soporta temperaturas desde 300°C hasta 900°C., aunque es aún al día de hoy, un tema de investigación y tratamiento por especialistas).
- No necesita mantenimiento.

De tal manera podemos fabricar hormigones simples, ciclópeos, armados u otros, cada uno de ellos cumple una determinada función y su dosificación es diferente.

#### **2.1.5 CLASES DE HORMIGÓN**

Un Hormigón Simple (HS), es aquel que está conformado por la mezcla de agregado grueso (ripió), agregado fino (arena) y cemento con su apropiada dosificación.

El Hormigón Ciclópeo (HC), es aquel que está conformado por la mezcla de hormigón Simple (HS) más Piedra Bola, su volumen de piedra es aproximadamente del 40 %, generalmente es utilizado para cimentación.

El Hormigón Armado (HA), es aquel que está conformado por la mezcla de Hormigón Simple (HS) más Armadura de Hierro, se lo emplea en la fabricación de grandes construcciones y su dosificación debe ser muy bien conformada, para los cuales la cooperación de ambos elementos es necesaria para dimensionar las secciones, generalmente este tipo de hormigón va añadido de aditivos que aumentan su

impermeabilidad y resistencia a la compresión, se lo utiliza en puentes, túneles, pisos industriales y otros.

Como sabemos uno de los materiales más utilizados en la construcción es el hormigón, por lo que debemos considerarlo como materia prima para la buena ejecución del proyecto, optimizar recursos económicos mediante adecuada elección de los materiales de construcción, de esto depende el buen desempeño del trabajo a obtenerse y una buena rentabilidad del proyecto.

Otros factores que se debe considerar además son:

- ✓ La dosificación
- ✓ El proceso del mezclado
- ✓ Vibrado
- ✓ El curado.

También podemos mencionar los conceptos de varios tipos de hormigón.

Hormigón de obra: Es el hormigón cuyos componentes se acoplan y se mezcla en el lugar de fabricación. Como hormigón de obra se considera también el que del lugar de fabricación de una empresa o cooperativa se traslada un lugar de fabricación vecino del propio constructor, se entiende por lugar de fabricación vecino el que dista, en línea recta, unos 5 Km. del punto de amasado.

#### 2.1.5.1 Hormigón premezclado.

Es el hormigón cuyos componentes se dosifican en planta, fuera del lugar de la obra y a él se transporta en vehículo, para ser puesto de inmediato en el sitio.

#### 2.1.5.2 Hormigón pre amasado en central.

Es el hormigón que se amasa en un taller adecuado y se transporta al lugar de la obra en camión.

#### 2.1.5.3 Hormigón preamasado y mezclado en el camión.

Es el hormigón que, durante el recorrido o al alcanzar el lugar de la obra, se amasa en la hormigonera montada sobre el camión.

#### 2.1.5.4 Hormigón fresco.

Así se llama al hormigón mientras está en condiciones de ser puesto en obra.

#### 2.1.5.2.5 Hormigón sólido

Así se llama al hormigón que ha fraguado.

#### 2.1.5.2.6 Hormigón in situ

Es el que, como hormigón fresco, se coloca en su posición definitiva en la obra y allí fragua.

Productos adicionales usados para el hormigón, ayudan a mejorar algunas propiedades del hormigón, por ejemplo la trabajabilidad, fraguado o endurecimiento, carecen de importancia respecto al volumen.

#### 2.1.5.2.7 Polvos adicionales:

Son aditivos que influyen en ciertas propiedades del hormigón y hay que considerarlos como integrantes del volumen (por ejemplo materiales de hidraulicidad, latente, pigmentos).

Para este propósito el término cemento se aplica a un mineral usualmente en forma de polvo muy fino que al mezclarse con el agua forma una mezcla plástica que en adelante se le llamará pasta, la misma que endurece por reacciones químicas mediante la formación de geles y cristales

Para dosificar un hormigón se debe tener en cuenta varios factores con el objeto que resulte lo más económico posible y a la vez cumpla con los requisitos de proporcionarle trabajabilidad, consistencia, resistencia y durabilidad a la mezcla a usarse en una determinada obra.

## **2.2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO**

### 2.1 Generalidades.-

Está comprobado que las propiedades del hormigón fresco son definitivas en el hormigón endurecido, por consiguiente un minucioso análisis del hormigón fresco en corto tiempo permite comprobar determinadas propiedades o si es el caso permite hacer correcciones en la mezcla de hormigón fresco.

### 2.2 Consistencia

Nos define el grado de fluidez de la mezcla de hormigón abarcando desde la más seca a la más fluida, este rango de fluidez lo podemos esquematizar así:

El término medio de la consistencia corresponde a la mezcla plástica es decir una que no es ni seca, ni fluida, presenta buena cohesión, una masa uniforme, sin segregación, existe la suficiente cantidad de pasta para recubrir todas las partículas de los agregados, dando como resultado una masa homogénea que se asienta uniformemente y que no se note el ripio ni la arena.

La consistencia está de acuerdo con el tipo de obra que se vaya a hormigonar, seca, semi-seca, fluida, plástica

### 2.3 Trabajabilidad

Es el término con el que se define la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco a ser manipulado, transportado, colocado y compactado, así se tendrán grados de trabajabilidad como: bueno, regular o malo.

Cabe mencionar que la trabajabilidad influye definitivamente en el elemento terminado, pues de este depende también la compactación y por esta la densidad del hormigón fraguado, a mayor compactación se tendrá mayor densidad y por consiguiente mayor resistencia en el hormigón.

### 2.3.1 Factores que influyen en la Trabajabilidad.

La cantidad de agua que interviene en una mezcla de hormigón es el principal factor que influye en la trabajabilidad, pero no se puede afectar la resistencia añadiendo más agua, sin embargo otros factores influyen en la trabajabilidad como por ejemplo: el tamaño máximo de los agregados, la granulometría.

La forma y textura de los agregados, finura de la arena y cemento, mayor o la disminución de los agregados o pasta a/c, y también podemos mencionar que para cada tipo o tarea de obra existe una trabajabilidad adecuada y que esta dependerá del tamaño y forma de los encofrados, disposición y cantidad de armadura, método de colocación y compactación y de las relativas a la mezcla, consistencia y cohesión y otros.

En todo caso todos los ingredientes del hormigón influyen en la trabajabilidad.

## 2.4 SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

La impermeabilización es la protección contra efectos que el agua puede causar a una edificación y se debe considerar como un seguro de vida de las construcciones, a la vez que da confort (salud) a quienes las ocupan, tanto las antiestéticas manchas de humedad sobre la superficie de un muro, como las dañinas filtraciones en techos y azoteas de casas y edificios se pueden evitar con una amplia gama de materiales o impermeabilizantes.

“El transporte de la humedad por los poros de la estructura de hormigón tiene un papel importante en numerosos procesos ambientales y tecnológicos, llevando a la degradación el material de construcción (hormigón y mortero)”. (Departamento de Marketing. Sika, S.A.U. / SikaSeal ®-250 Migrating - La impermeabilización por cristalización N-57-2011, pag. 37)

Varias empresas dedicadas a la elaboración de productos para la construcción, desarrollan productos basados en la tecnología de impermeabilización por cristalización.

Este sistema consiste en la saturación del sistema capilar del hormigón, con la ventaja adicional del relleno de microfisuras y otros pequeños huecos.

La conservación y mejora de la durabilidad de las estructuras de hormigón impulsa a una búsqueda continua de nuevas tecnologías, en el área de la impermeabilización, esta se centra en sistemas que incrementan la vida útil de la estructura, con menores costos de mantenimiento.

Para evitar esta degradación del hormigón hay que bloquear el paso del agua y la disolución de sustancias externas que utilizan ésta para su transporte y posterior reacción dentro de la masa del material.

Un sistema de impermeabilización es un conjunto de aditivos que se necesitan para impedir el paso de la humedad a través del concreto, causado por fisuras debido a movimientos estructurales o a la mala aplicación de los elementos en una construcción.

El uso de aditivos químicos en los hormigones se inician en el siglo pasado, luego de que Joseph Aspdin patentó en Inglaterra el 21 de octubre de 1824, un producto que llamó «cemento Portland».

La primera adición de cloruro de calcio  $\text{CaCl}_2$  como aditivo a los hormigones fue registrada en 1873, obteniéndose su patente en 1885. Al mismo tiempo que los aceleradores, los primeros aditivos utilizados fueron hidrófugos. Igualmente, a principios de siglo se ensayó la incorporación de silicato de sodio y de diversos jabones para mejorar la impermeabilidad. En ese entonces, se comenzaron a añadir polvos finos para colorear el hormigón. (cycintegrales.com-9 December, 2014-Pag. 1)

“El concreto de la antigüedad tenía como su ligante principal la cal viva o apagada, que los romanos buscaban de la mayor pureza posible. La transformación del óxido o hidróxido de calcio en carbonato de calcio (caliza), volvía a darse en el tiempo cuando el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera reaccionaba con el agua y con estos compuestos inestables”. (Sika Informaciones Técnicas Aditivos para Concreto- Una visión actual- pág. 4)

De esta manera la caliza que fue a través del fuego transformada en Cal, volvía con el tiempo a convertirse en la roca que fue.

El proceso de endurecimiento de los morteros y concretos de cal era extremadamente lento debido a que la reacción del CO de la atmósfera, con los compuestos de calcio progresa muy lentamente (mm/año). Estos ligantes son los que se conocen como ligantes aéreos, puesto que endurecen con los elementos presentes en la atmósfera.

En la década de los 60 se inició el uso masivo de los aditivos plastificantes, que hoy en día son los más utilizados en todo el mundo, debido a su capacidad para reducir el líquido de amasado y por lo tanto para obtener hormigones más resistentes, económicos y durables. Obras como la central hidroeléctrica Rapel y el aeropuerto Pudahuel son ejemplos de esa época. También se inició el uso masivo de los plastificantes en la edificación, donde como ejemplo está el edificio de la CEPAL construido en el año 1960.

En la década del 70 se introdujeron en Chile los primeros aditivos superplastificantes, revolucionando la tecnología del hormigón en esa época, por cuanto se logró realizar hormigones fluidos y de alta resistencia para elementos prefabricados y para la construcción de elementos esbeltos y de fina apariencia. (Estudio sobre Diferentes Dosis de Plastificantes para Hormigones-Valdivia -2006-pag. 3)

“El primer conjunto de procedimientos y especificaciones data de 1950 y se relacionó al primer tipo de aditivo, incorporadores del aire. Ya en esta normativa se observa la necesidad de crear un grupo de procedimientos que consideran pruebas estándares, materiales controlados, equipos específicos y parámetros comparativos con una mezcla patrón sin el aditivo, para clasificar un producto como aditivo incorporador de aire.” (monografias.com/trabajos16/aditivos-construccion/aditivos-construccion-pag. 1).

El problema que plantea el conocimiento de la acción de los aditivos aplicados al hormigón es sin duda complejo, ya que se ha de tener un conocimiento profundo de la físico-química de los cementos y de los diferentes productos o sustancias que componen dichos aditivos, del mecanismo de los procesos que tienen lugar entre ambos (cemento-aditivo) durante el proceso de hidratación, así como sobre su influencia en las propiedades del hormigón, por lo que dado el número y complejidad de las variables que intervienen

## 2.6 CONCEPTUALIZACIÓN

Los aditivos para hormigón (concreto) son componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento. (Aditivo " Adición.)

Los efectos por el uso de aditivos son muy variados, una clasificación resulta algo compleja, además debido a que un solo aditivo modifica varias características del concreto.

El empleo de los aditivos permite controlar algunas propiedades del hormigón, tales como las siguientes:

- Trabajabilidad y exudación en estado fresco.
- Tiempo de fraguado y resistencia inicial de la pasta de cemento.
- Resistencia, impermeabilidad y durabilidad en estado endurecido.

### 2.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS

La clasificación de los aditivos:

- Según la (ASTM) Sociedad americana de ensayos de materiales que es una de las organizaciones establecidas para el desarrollo voluntario de normas, una fuente confiable de normas técnicas para materiales, productos, sistemas, y servicios.

#### **Historical Standard: Especificación Normalizada de Aditivos Químicos para Concreto**

1.1.1 Tipo A—Aditivos reductores de agua,

1.1.2 Tipo B—Aditivos retardadores,

1.1.3 Tipo C—Aditivos aceleradores,

1.1.4 Tipo D—Aditivos reductores de agua y retardadores,

1.1.5 Tipo E—Aditivos reductores de agua y aceleradores,

1.1.6 Tipo F—Aditivos reductores de agua, de alto rango,

1.1.7 Tipo G—Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardadores

1.1.8 Tipo S—Aditivos de comportamiento específico.

- Según el Código de Buena Práctica “Aditivos, Clasificación, Requisitos y Ensayos”, elaborado por el Centro Tecnológico del Hormigón (CTH), establece la siguiente clasificación:

Retardador de fraguado

Acelerador de fraguado y endurecimiento

Plastificante

Plastificante – retardador

Plastificante – acelerador

Superplastificante

Superplastificante retardador

Incorporador de aire

- SEGÚN EL COMITÉ 212 DEL ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE)

Los clasifica según los tipos de materiales constituyentes o a los efectos

Característicos en su uso:

a) Aditivos acelerantes.

b) Aditivos reductores de agua y que controlan el fraguado.

c) Aditivos para inyecciones.

- d) Aditivos incorporadores de aire.
- e) Aditivos extractores de aire.
- f) Aditivos formadores de gas.
- g) Aditivos productores de expansión o expansivos.
- h) Aditivos minerales finamente molidos.
- i) Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
- j) Aditivos pegantes (también llamados epóxicos).
- k) Aditivos químicos para reducir la expansión debido a la reacción entre los agregados y los alcalinos del cemento. Aditivos inhibidores de corrosión.
- l) Aditivos fungicidas, germicidas o insecticidas.
- m) Aditivos floculadores.
- n) Aditivos colorantes

#### **2.6.1.2 PLASTIFICANTES - REDUCTORES DE AGUA.**

Se definen como aditivos que permiten, para una misma docilidad, una reducción de la cantidad de agua en un hormigón dado, o que para una misma cantidad de agua aumentan considerablemente esta trabajabilidad, o incluso permiten obtener estos dos efectos simultáneamente.

Suavizan el hormigón a los que se añaden. Aunque se usan los mismos compuestos para plásticos que para hormigones, los efectos son ligeramente diferentes. Los plastificadores para el hormigón suavizan la mezcla antes de que fragüe, haciéndolo más trabajable sin afectar a las propiedades finales del producto una vez endurecido.

En los plastificadores normales, las sustancias activas son adsorbidas sobre las partículas de cemento cargándolas negativamente, lo que provoca la repulsión entre ellas al tener cargas del mismo signo. En los superplastificadores de naftaleno y de melamina, que son polímeros orgánicos, las moléculas largas "abrazan" a las partículas de cemento, dándoles una carga altamente negativa que provoca una gran repulsión entre ellas.  
( [www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/938158](http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/938158))

Normalmente es suficiente con añadir un 2% de superplastificador por unidad de peso de cemento. Sin embargo, nótese que la mayoría de los superplastificadores

disponibles en el mercado vienen disueltos en agua, de modo que el agua añadida a mayores debe tenerse en cuenta en la proporción. Añadir demasiada cantidad de superplastificador puede resultar en una segregación excesiva del hormigón, algo que no es aconsejable. Algunos estudios también muestran que demasiado superplastificador puede aumentar el tiempo de fraguado del hormigón.

El efecto directo de un plastificante sobre la pasta de cemento es disminuir la viscosidad de la misma. Un plastificante hace que la pasta de cemento se vuelva más “líquida”, fluya más rápido.

“Lo logra recubriendo las partículas de cemento y provocando una repulsión entre estas. Cuando las partículas se repelen entre sí, existe menos resistencia al flujo del conjunto (menos fricción), tiene lugar además una eliminación de micro flóculos, lo que permite la liberación y mejor distribución del agua”. (Sika Informaciones Técnicas Aditivos para Concreto- Una visión actual pag. 6-7)

“Los plastificantes reductores de agua, suelen obtenerse a partir de lignosulfonatos, un producto intermedio de la industria papelera. En cambio, los superplastificadores generalmente proceden de naftaleno formaldehído sulfonatado o de melamina formaldehído sulfonatado, si bien existe una nueva generación de superplastificadores desarrollados a partir de éteres policarboxílicos” (tecnología del concreto- es.scribd.com/doc)

“Los éteres policarboxílicos, base de la nueva generación de superplastificadores, no son sólo químicamente diferentes de los productos basados en melamina y naftaleno sulfonatados, sino que su mecanismo de acción es también diferente, provocando la dispersión del cemento por estabilización estérica en lugar de por repulsión electrostática” (enciclopedia de química/Plastificador)

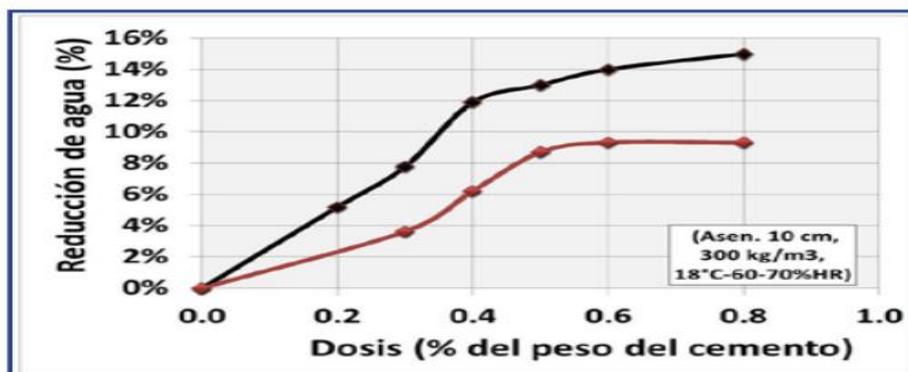
Esta forma de dispersión es más potente y mejora la mezcla. Además, la estructura química de los éteres policarboxílicos permite un mayor grado de

modificación química, pudiendo así adaptar la mezcla a las necesidades del trabajo específico a realizar.

Tabla # 1 Principio de uso de un plastificante

	Plastificante (Kg)	Cemento (Kg)	Agua (Kg)	A/C	Reduc. H <sub>2</sub> O	Fluidez (Asent.)	Resistencia compresión	Precio (cemento + aditivo)
Concreto sin aditivo		320	208	0.65		10 cm	3000 psi	\$108.800
Más resistencia	1.44	320	187	0.59	10%	10 cm	3600 psi	\$112.026
Más plasticidad	1.44	320	208	0.65		18 cm	3000 psi	\$112.026
Igual A/C < cemento	1.44	288	187	0.65	10%	10 cm	3000 psi	\$101.146

Gráfico # 1 Curva de eficiencia de dos Plastiment en los que se evidencia su capacidad de reducción de agua y su límite de saturación



### 2.6.1.3.- RETARDADORES

Al igual que los plastificantes puros los aditivos exclusivamente retardantes son más bien poco usados en la construcción. Sin embargo en algunos casos si se requieren tiempos de transporte extremadamente largos, si la temperatura ambiente o del concreto son muy altas o si se trata de disminuir el calor de hidratación del concreto (como es el caso de concretos masivos), el uso de retardantes aislados o dosificados de manera individual permite una mayor versatilidad al momento de regular los tiempos de fraguado.

Los retardantes puros también han encontrado una aplicación clara en los morteros larga vida donde regulan el tiempo de fraguado a edades que pueden ir desde 3 horas hasta 72 horas

Los aditivos retardantes se emplean para aminorar la velocidad de fraguado del concreto. Las temperaturas altas en el concreto fresco (30° a 32°C y mayores), son frecuentemente la causa de una gran velocidad en el endurecimiento, lo que provoca que el colado y acabado del concreto sea difícil.

Uno de los métodos más prácticos de contrarrestar este efecto consiste en hacer descender la temperatura del concreto enfriando el agua de mezclado o los agregados. Los aditivos retardantes no bajan la temperatura inicial del concreto. Los retardantes se emplean en ocasiones para:

- 1.- Compensar el efecto acelerantes que tiene el clima cálido en el fraguado del concreto.
- 2.- Demorar el fraguado inicial del concreto o lechada cuando se presentan condiciones de colado difíciles o poco usuales, como puede ocurrir al colar estribos o cimentaciones de gran tamaño, cementar pozos petroleros, o bombear lechada o concreto a distancias considerables.
- 3.- Retrasar el fraguado para aplicar procesos de acabado especiales, como puede ser una superficie de agregado expuesto.

Debido a que la mayoría de los retardantes también actúan como reductores de agua, se les denomina frecuentemente retardantes reductores de agua. Los retardantes también pueden incluir un poco de aire en el concreto. En general, el empleo de retardantes va acompañado de una cierta reducción de resistencia a edades tempranas uno o tres días. ([arqhys.com/construcciones/retardantes-para-concreto](http://arqhys.com/construcciones/retardantes-para-concreto))

#### **2.6.1.4 ADITIVOS ACELERADORES**

Son aditivos que reducen el tiempo de transición de la mezcla para pasar del estado plástico al rígido. En la práctica el uso de aditivos aceleradores de fraguado se limita solo a aquellos casos en los que por las condiciones de la obra y el tiempo de ejecución de la misma amerita que el concreto alcance una acelerada resistencia inicial

Estos modifican la resistencia mecánica, este a su vez puede producir efectos secundarios: Bajan la resistencia final y puede originar retracciones, Aceleradores de

fraguado: Cloruros [ $\text{Cl}_2\text{Ca}$  (más eficaz),  $\text{ClNa}$ ,  $\text{ClAl}$ ,  $\text{ClFe}$ ], Hidróxidos, Carbonatos., Silicatos.

### **2.6.1.5 ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA Y RETARDADORES**

Los aditivos reductores de agua reciben este nombre porque permiten una reducción en la cantidad de agua de la mezcla. Una variedad de los reductores de agua que permiten reducir el agua de mezcla en un porcentaje mayor al normal son llamados reductores de agua de alto rango, superplastificantes, o super reductores de agua. Estos aditivos permiten lograr una reducción del agua de mezcla hasta del 30 % proporcionando la misma consistencia de la mezcla original, por supuesto que logran una gran ganancia en resistencia al disminuir considerablemente la relación agua-cemento, se les emplea con frecuencia en la elaboración de concretos de muy alta resistencia

Tanto los aditivos reductores de agua de rango normal como los de alto rango o superplastificantes trabajan de la siguiente manera: si se mezclaran exclusivamente el cemento y el agua se formarían una especie de grumos difícil de dispersar, salvo que se agregara mucha agua.

### **2.6.1.6 ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA, DE ALTO RANGO**

“Los aditivos reductores de agua de alto rango (aditivos de alta actividad, aditivos de alto efecto) se pueden usar para conferir al concreto las mismas propiedades obtenidas por los adictivos reductores de agua normales, pero con mayor eficiencia” ([notasdeconcreto.com.blogspot.com](http://notasdeconcreto.com.blogspot.com), abril 2011)

En la ASTM C 494 (AASHTO M 194), corresponden a los tipos F (reductor de agua) y G (reductor de agua y retardador de fraguado).

Estos aditivos pueden reducir grandemente la demanda de agua y el contenido de cemento y pueden producir concretos con baja relación agua-cemento, alta resistencia y trabajabilidad normal o alta. Esta reducción de la demanda de agua está entre 12% y 30%, lo que permite producir concretos con: resistencia a compresión última mayor que 715 kg/cm<sup>2</sup> o 70 MPa (10,000 lb/pulg<sup>2</sup>), desarrollo mayor de las resistencias tempranas, menor penetración de los iones cloruro y otras propiedades beneficiosas asociadas a baja relación agua- cemento del concreto .

Los aditivos reductores de agua de alto rango normalmente son más eficientes en la mejoría de la trabajabilidad del concreto que los aditivos reductores de agua regulares. La gran reducción del contenido de agua puede disminuir considerablemente el sangrado (exudación), resultando en dificultades.

Cuando los productos químicos usados como reductores de agua de alto rango se usan para producir un concreto fluido (plástico), normalmente se llaman plastificantes (fluidificantes) o superplastificantes (superfluidificantes, superfluidizantes).

Se considera importante el estudio del sistema aditivo reductor de agua material cementicio en el diseño de hormigones de alto desempeño. La optimización del comportamiento fluido de una pasta, mortero u hormigón que contiene un aditivo reductor de agua de alto rango (o superfluidificante) es necesaria desde el punto de vista tecnológico para la obtención de un hormigón trabajable, resistente y durable, con buena economía.

Existen diversos parámetros a evaluar: la fluidez del material fresco, su evolución en el tiempo y la influencia del aditivo en otras propiedades de los estados fresco o endurecido del hormigón.

#### **2.6.1.7 INCORPORADORES DE AIRE**

Aditivos cuya función principal es producir en los morteros un número elevado de finas burbujas de aire, separadas y repartidas uniformemente. Estas micro burbujas permanecen así durante el endurecimiento del material, son agentes que actúan formando micro poros de aire en el mortero

Desde la década de 1930 se descubrió que la incorporación de una verdadera constelación de esferas o burbujas de aire en el interior del concreto aumentaba de manera espectacular la durabilidad del concreto frente al ataque de hielo-deshielo.

Este fenómeno es particularmente visible en estructuras con una relación superficie/volumen alta, es decir pisos y pavimentos, cuando la temperatura externa baja de 0 °C el agua al interior del concreto comienza a congelarse y recordemos que el agua al convertirse en hielo aumenta en un 9% su volumen. Este incremento en el volumen genera esfuerzos al interior de la red porosa microfisurando el material. (Sika Informaciones Técnica Aditivos para Concreto- Una visión actual- pag. 4-5, Aditivos para Concreto\_Brochure-1.pdf)

Un concreto expuesto a cientos de ciclos de hielo y deshielo termina desintegrándose.

## **2.6.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES PRINCIPALES**

Los aditivos para hormigones se utilizan por las siguientes razones:

A.- Los aditivos se perfeccionan incesantemente.

Al principio se usaban, sin purificar, determinados productos de la industria papelera o petrolífera, de lo que resultaban variaciones en la composición química. En los actuales momentos la orientación se dirige cada vez más hacia un control de calidad de esos subproductos y a una corrección de sus composiciones gracias a tratamientos y adiciones.

B.- Economía.

El constructor tendrá que plantearse las alternativas de saber si se debe utilizar un aditivo o no, luego saber cuál se debe usar y finalmente cómo y en que dosis debe usarse.

Se debe saber la dosificación a usar, se tendrá que consultar las instrucciones de los fabricantes y remitirse a documentos especiales, se pretenden obtener mezclas con la dosificación más económica a unos menores costos de construcción.

El costo del aditivo no solo se relaciona con la dosificación del concreto, sino también: por la cuantía mínima de cemento, el control de los requerimientos del agua, por los ahorros de energía, la economía en el tiempo de la colocación, disminución en los costos de las formaletas y encofrados debido al rápido desencofrado y la reutilización de los moldes, la facilidad en la colocación y compactación y el avance en forma considerable de la obra y puesta en servicio.

#### C.- Las Técnicas

Influye en la modificación o en el mejoramiento de una o varias de las propiedades físicas del concreto tanto en el estado fresco como el incremento en la manejabilidad, trabajabilidad extendida, disminución de la exudación y de la segregación, hormigón cohesivo, fraguados programados y en la aptitud para el bombeo; y el concreto en estado endurecido en el cual se puede lograr mejorar las resistencias mecánicas, las resistencias a las acciones físicas como heladas y a las acciones químicas, disminución de la porosidad, en el control del calor de Hidratación, en la contracción controlada y en los mejores acabados.

#### D.- Cumplimiento de las especificaciones

Hay que tener en cuenta, la hora de usar uno o varios aditivos en cumplir con los requerimientos exigidos para los distintos usos del concreto como relación agua/cemento fija, adecuada manejabilidad, resistencias a temprana edad, resistencias finales, resistencia a la abrasión, tiempos de fraguado, cantidad de aire incorporado, etc.

### **2.6.3 LA IMPERMEABILIZACIÓN**

“Existen numerosos problemas en torno a la impermeabilización, y esto no se debe a la falta de productos efectivos, sino más bien, a la complejidad creciente de la construcción y una incapacidad para coordinar las superficies de contacto entre la multitud de sistemas de construcción involucrados en un simple edificio” (La impermeabilización en la construcción, Raúl Huerta Martínez -pag. 1)

Controlando adecuadamente el agua subterránea, el agua de lluvia, y el agua superficial, se podrán prevenir daños y evitarán reparaciones innecesarias en las construcciones. De hecho, el agua es el elemento climático más destructivo del concreto, y la mampostería, así como de estructuras de piedra natural.

Las técnicas de impermeabilización preservan la integridad y la utilidad de una estructura a través de la comprensión de las fuerzas naturales y su efecto durante el ciclo de vida. La impermeabilización también involucra elegir los diseños y los materiales apropiados para contrarrestar los efectos dañinos de estas fuerzas naturales.

Aun con los avances tecnológicos continuos en los materiales, el agua continúa creando problemas innecesarios. Esto se debe la mayoría de las veces a una incapacidad de aplicar la impermeabilización para que actúe como un sistema integrado que evite la infiltración del agua y de los contaminantes. Frecuentemente se diseñan varios sistemas en una construcción, eligiendo y actuando independientemente, en lugar de hacerlo coherentemente.

A fin de evitar todas las causas posibles de la infiltración de agua, una construcción debe ser tratada con materiales a prueba de agua, dichos sistemas a prueba de agua deben interactuar íntegramente para evitar la infiltración de agua. Si alguno de éstos falla o no actúa integralmente con todos los otros sistemas, ocurrirá una fuga.

### **2.6.3.1 CAUSAS DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS DE FILTRACIÓN**

- La falta de durabilidad por causas externas es causada por la agresión del medio ambiente con ataques de origen químico, físico y mecánico
- Los ataques combinados que se desarrollan por los sulfatos de sodio, potasio o magnesio disueltos en agua o en suelos provocan deterioros en las estructuras de concreto y son de acción "doble", física y química.

- Defectos del concreto, en estas condiciones puede acrecentar significativamente las filtraciones en el elemento estructural y afectar su durabilidad al exponer su acero de refuerzo.

La eficiencia de un aditivo depende de factores tales como: tipo, marca y cantidad del material cementante; contenido de agua; forma, granulometría y proporción de los agregados; tiempo de mezclado y temperatura del concreto.

### **2.6.3.2 ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES POR CRISTALIZACIÓN.**

“La cristalización del hormigón es un procedimiento tecnológico usado tanto en la fabricación de hormigón fresco como en estructuras de hormigón ya existentes para hacerlas impermeables y resistentes al agua a presión, generalmente hasta 16 bares de presión” (es.dbpedia.org/page/Cristalización\_de\_hormigón) del hormigón).

Los aditivos cristalizantes del hormigón poseen la única y singular propiedad de crear una tupida e insoluble red capilar cristalina en los poros del hormigón húmedo que cierran definitivamente el paso a las moléculas de agua a través de ellos.

El agua contenida en las microfisuras y capilares del hormigón es transformada mediante una reacción química en cristales y esto va haciendo desaparecer progresivamente la humedad contenida.

Están compuestos por cemento Portland, arena silícea y varios químicos activos que se agregan en el mezclado del concreto y reaccionan con la humedad del concreto fresco y con los subproductos de la hidratación del cemento, ocasionando una reacción catalítica.

Esta reacción genera la formación de cristales no solubles dentro de los poros y capilares del concreto, sellándolos permanentemente contra la penetración de agua y otros líquidos en cualquier dirección”. (La impermeabilización en la construcción, Raúl Huerta Martínez, pag.1)

Los aditivos, a diferencia del cemento, los agregados y el agua, no son componentes esenciales de la mezcla de concreto, son importantes y su uso se extiende cada vez más, por la aportación que hacen a la economía de la mezcla; por la necesidad de modificar las características del concreto de tal forma que éstas se adapten a las condiciones de la obra y a los requerimientos del constructor.

Son recomendados para: contenedores y represas, plantas de tratamiento de agua potable o aguas cloacales, cámaras subterráneas, estructuras secundarias de contención, cimentaciones, túneles, albercas, prefabricados y estructuras para estacionamientos.

“La impermeabilización por cristalización aprovecha los subproductos de la reacción de hidratación del cemento que permanecen durmientes en el hormigón. La cal libre del hormigón (subproducto) reacciona con los agentes químicos activos del producto de impermeabilización en presencia de humedad que migran por difusión hacia el interior del hormigón por la red capilar del mismo”. (Impermeabilización por Cristalización- Departamento de Marketing. Sika, S.A.U, N57-2011-pag. 38)

Este proceso tiene lugar, tanto a presión negativa como positiva del agua de tal manera, que los materiales tratados alcanzan una densidad tan alta de cristales que el agua en estado líquido no es capaz de traspasarlos.

Los elementos dañinos disueltos en el agua (cloruros o sales, p. ej.) no pueden por lo tanto ser transportados hacia dentro del hormigón por lo que este no sufre ningún desperfecto por su acción nociva. Cuando finaliza la cristalización, transformando toda la humedad contenida, se para el proceso químico. Con este sistema se evita también la carbonatación del hormigón eficazmente.

Además, se pudo observar que es posible mejorar las características de impermeabilidad de un hormigón al incorporar aditivo de impermeabilización por cristalización haciéndolas comparables a un hormigón con mayor dosis de cemento.

Por otra parte, se evidenció que el aditivo de impermeabilización por cristalización mejora el comportamiento de los hormigones ante ataques internos, correspondientes a reacciones de los álcalis del cemento con agregados pétreos reactivos (reacción álcali árido).

La saturación es un aspecto a tener muy en cuenta, sobre todo pensando en el concepto de la dirección de la reacción de cristalización, que funciona desde una solución de alta densidad hacia una de baja densidad.

Si por cualquier tipo de causa o incidencia se crea una fisura en el hormigón tratado y entra agua, el proceso cristalizantes “despierta” de nuevo y vuelve a comenzar.

Este sistema de impermeabilización es idóneo en aplicaciones como sótanos, muros pantallas, de contención, fosos de ascensor, túneles, depósitos, losas de cimentación, etc. Zonas donde se necesite realizar la impermeabilización desde el interior de la edificación por no tener accesibilidad al exterior, y mediante un sistema de bajo coste pero muy efectivo.

Las razones principales para el uso de aditivos son:

1. Reducción del costo de la construcción de concreto
2. Obtención de ciertas propiedades en el concreto de manera más efectiva que por otros medios
3. Asegurar la calidad del concreto durante las etapas de mezclado, transporte, colocación y curado
4. Superación de ciertas emergencias durante las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado

### **2.6.3.3 LOS ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES POR CRISTALIZACIÓN**

La conservación y mejora de la durabilidad de las estructuras de hormigón empuja a una búsqueda continua de nuevas tecnologías, en el área de la impermeabilización la investigación se

centra en sistemas que aumenten la vida útil de la estructura, con menores costos de mantenimiento

El transporte de la humedad por los poros de la estructura de hormigón tiene un papel importante en numerosos procesos ambientales y tecnológicos, llevando a la degradación del material de construcción (hormigón y mortero).

Para evitar esta degradación del hormigón hay que bloquear el paso del agua y la disolución de sustancias externas que utilizan ésta para su transporte y posterior reacción dentro de la masa del material. (Sika Seal®-250 Migrating - La impermeabilización por cristalización Departamento de Marketing Sika, S.A.U, pág. 1)

Los aditivos por cristalización, están diseñados basados en la tecnología de impermeabilización por cristalización. Este sistema consiste en la saturación del sistema capilar del hormigón, con la ventaja adicional del relleno de microfisuras y otros pequeños huecos.

La impermeabilización por cristalización aprovecha los subproductos de la reacción de hidratación del cemento que permanecen durmientes en el hormigón. La cal libre del hormigón (subproducto) reacciona con los agentes químicos activos del producto de impermeabilización en presencia de humedad que migran por difusión hacia el interior del hormigón por la red capilar del mismo.

Para ello, usan como vehículo de transporte el agua interna existente en el sistema capilar del hormigón y forman cristales complejos insolubles y no expansivos que bloquean la red capilar y las microfisuras.

Se usa este sistema de impermeabilización en aplicaciones como sótanos, muros pantallas, de contención, fosos de ascensor, túneles, depósitos, losas de cimentación, etc. Zonas donde se necesite realizar la impermeabilización desde el interior de la edificación por no tener accesibilidad al exterior, y mediante un sistema de bajo costo pero muy efectivo.

Esta solución protege a la vez la estructura, ya que inhibe los efectos del CO<sub>2</sub>, al tener bloqueada la red capilar por donde estos gases se difunden, reaccionando y

provocando el proceso de carbonatación. Igualmente, impide el proceso de corrosión por ataque de iones cloruros, ya que esta difusión también se ve impedida por la cristalización.

#### **2.6.3.4 OTROS IMPERMEABILIZANTES**

##### **2.6.3.4.1 Impermeabilizantes Integrales**

Los impermeabilizantes integrales: son utilizados tanto solos como con otros adictivos y sistemas impermeabilizantes, que son usados para aumentar la impermeabilización de elementos constructivos de concreto tales como jardineras, cisternas, cimentaciones, etc. Se usa como lechadas y morteros de recubrimiento como protección de superficies expuestas a la humedad.

Entre sus propiedades están que mejora la trabajabilidad de la mezcla, que puede reducir desde 4 a 6% el consumo de agua en la mezcla, por ultimo reduce el agua de sangrado y los agrietamientos.

##### **2.6.3.4.2 Impermeabilizaciones con Recubrimiento Elastomérico**

Son impermeabilizantes térmicos, ya que son productos básicos para realizar los diversos sistemas de impermeabilización, las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Elastómero de poliuretano producido en situ proporciona buenas propiedades mecánicas, además de propiedades ignifugas, aislantes, impermeabilizantes y estéticas.

Es utilizado en la industria, en recubrimiento de rodillos para la industria, papelera, cementeras, ingenios azucareros, bandas transportadoras.

El constructor aconseja, invertir en materiales de calidad y que brindan una garantía mayor, ayuda a no realizar gastos continuos en mantenimiento. El material a

utilizar no solo debe ser un producto que impermeabilice sino un sistema completo que a través de los años genere una buena inversión.

Lo más aconsejable para la impermeabilización de losas o cubiertas es el uso de recubrimientos elastoméricos; ya que pueden contraerse y dilatarse con facilidad ante los cambios bruscos de temperatura. Además, éste producto una vez seco forma una película flexible, impermeable y duradera.

El material viene listo para ser aplicado ya sea con brochas o rodillos. La durabilidad del material dependerá del espesor que nosotros obtengamos según el número de capas que apliquemos. Su presentación puede venir en varios colores

Las desventajas de este producto es generada por la mala aplicación de recubrimiento que no trabajaría al 100 % por los cambios bruscos que presentan las estructuras de hormigón.

Este tipo de impermeabilizantes, se puede aplicar con escobilla, rodillo, barredora o rodillo de goma o con equipo rociador, todas las superficies a cubrirse deben estar limpias, libres de polvo, suciedad, grasa y otros contaminantes, la cobertura varía y depende de factores como tipo y calidad de los substratos, es decir, regularidad de la superficie y método de aplicación, la cobertura varía y depende de factores como tipo y calidad de los substratos, es decir, regularidad de la superficie y método de aplicación.

#### Características

- Resistente al desgaste y radiación Ultravioleta
- Se puede pisar suavemente sobre éste (tráfico liviano).
- Soporta temperaturas desde -5°C a 100°C
- Fácil aplicación
- No tóxico y no presenta riesgos

#### 2.6.3.4.3 Impermeabilizaciones con láminas de PVC

Son membranas a base de PVC plastificado, fabricada mediante el mejor sistema de calandrado bicapa. Son resistentes a los rayos ultravioleta y la intemperie por lo que pueden quedar expuestas directamente sin que se afecten sus cualidades originales.

Se usa principalmente para la impermeabilización y protección de estructuras a la intemperie: terrazas, cubiertas, terrazas ajardinadas, canales de agua, reservorios, tanques de agua, cubetos para desechos, cimentaciones, para controlar la erosión en taludes, rellenos sanitarios. Están diseñadas para instalarse con sistemas de fijación mecánica.

Las desventajas de este material es la resistencia que tiene la membrana debido que se presentan constantemente desgarres y perforaciones por diferentes motivos y la falla del traslape ejecutado dejando un punto donde puede producirse una filtración.

#### 2.6.3.4.4 Impermeabilizaciones con láminas asfálticas

Las láminas, al igual que las bandas y cintas asfálticas, son elementos laminares de impermeabilización, compuestos de mástico bituminoso, una armadura y materiales de terminación, se utilizan para la impermeabilización de cubiertas, muros enterrados, etc.

Las láminas asfálticas se clasifican en base a su terminación (arena, film de polietileno, gránulo mineral o aluminio), así como por su mástico bituminoso (oxiasfalto o betún modificado con elastómeros SBS) y armadura (fibra de vidrio, fieltro de poliéster, etc).

Las láminas con autoprotección metálica tienen en su superficie exterior una hoja de aluminio gofrado de diferentes espesores (en micras) y están compuestas por un mástico bituminoso de oxiasfalto o betún modificado, armado o no. El ancho habitual de estas láminas es de 1 m.; vienen en rollos que varían entre 10 y 12 m. de largo.

Impermeabilizante asfáltico: estos son los más usados, ya que brindan una extensa gama de opciones para integrar sistemas de impermeabilización asfáltica conforme a las más diversas necesidades, ya sean climática, de estructura, de resistencia, etc.

Impermeabilizantes prefabricados.

Son prácticamente aplicables a todos los casos de impermeabilización, ya que son elaborados con asfaltos modificados y brindan una solución única en su aplicación, resistencia y durabilidad que se traduce en la reducción de tiempos en el avance de obra con la consecuente mejora en el aprovechamiento de recursos.

Aunque en años atrás las membranas asfálticas han brindado sus servicios, en la actualidad es poco lo que pueden hacer frente a las soluciones continuas, como las membranas líquidas.

Las principales desventajas de las telas o membranas asfálticas son, su relativa calidad, pues, si no proceden de una fabricación estricta y sujeta a exigencias técnicas, sólo son mantas de bitumen, que no tienen alma ó armadura en la mayoría de los casos ó bien hechas con asfaltos reciclados, no poliméricos, de escasa elasticidad.

Por otro lado, la gran desventaja en la impermeabilización con membranas o telas asfálticas es la mano de obra, las membranas asfálticas son bandas ó tiras de un metro de ancho que se deben soldar entre sí, in situ, donde se colocan y es allí donde luego fallan, por la mala calidad del asfalto que luego se desprende ó también por la falta de operarios especializados.

En muchos casos la colocación es realizada por un albañil ó paleta, cuya idoneidad no es la necesaria para asegurar la impermeabilidad del techo donde se coloca la membrana o tela asfáltica.

El agua, por su pequeño tamaño molecular y capacidad para disolver y transportar agentes agresivos, ataca las superficies del concreto, se filtra a través de juntas y fisuras y penetra en la estructura.

El resultado es la reducción de la durabilidad, filtraciones, humedades no controladas y daños tanto en las estructuras como en instalaciones y bienes del edificio, esto se traduce en posteriores trabajos de reparación con su correspondiente costo.

## **2.7 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

Tomando en cuenta que los sistemas tradicionales de impermeabilización solucionan en gran parte los problemas de filtraciones, también es cierto que se necesita cubrir un cien por ciento estas necesidades.

Se espera que con el sistema de impermeabilización por cristalización se llegue a cubrir un mayor porcentaje de estas necesidades. Por lo tanto los impermeabilizantes por cristalización son más eficientes y económicos a largo plazo que métodos tradicionales. El hormigón, no tratado puede acrecentar significativamente las filtraciones , y verse afectada su durabilidad.

## **2.8 DEFINICIONES CONCEPTUALES.**

**Costos:** Nos referiremos a costo como la representación económica que representa la fabricación de algún componente o servicio en la construcción.

**Costos Directos:** Son la representación económica del material, equipos, servicios y mano de obra que se necesitan para la fabricación de un proceso productivo.

### **Costos Indirectos:**

Es la representación económica de materiales, equipos, servicios y mano de obra que no poseen relación atribuible a algún componente o servicio en la construcción.

### **Costos indirectos de operación:**

Representación económica que ocurren solo en función a gastos que sean independientes a una obra.

**Costos indirectos de obra:** Representación económica que ocurren solo en función a gastos que sean dependientes a una obra.

**Equipo:** Grupo de personas unidas para lograr un objetivo en común.

**Ejecución:** Momento en cual se realiza lo planificado

**Filtraciones:** “Se denomina filtración al proceso unitario de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el pasaje del líquido.

**Impermeabilizantes:** “Impermeabilizantes son sustancias o compuestos químicos que tienen como objetivo detener el agua, impidiendo su paso, y son muy utilizados en el revestimiento de piezas y objetos que deben ser mantenidos secos. Funcionan eliminando o reduciendo la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad del medio. Pueden tener origen natural o sintético, orgánico o inorgánico. Dentro de los naturales destaca el aceite de ricino y, dentro de los sintéticos, el petróleo”.

**Impermeabilización por Cristalización:** La impermeabilización por cristalización aprovecha los subproductos de la reacción de hidratación del cemento que permanecen durmientes en el hormigón. La cal libre del hormigón (subproducto) reacciona con los agentes químicos activos del producto de impermeabilización en presencia de humedad que migran por difusión hacia el interior del hormigón por la red capilar del mismo. (Departamento de Marketing, Sika. S.A.U., 2011 N-57)

**Métodos Tradicionales de Impermeabilización:** “Dentro de los sistemas tradicionales podemos encontrar que el desarrollo de los impermeabilizantes no se da sino hasta la época de los 60’s cuando la carrera espacial motiva la investigación de nuevos productos, se tienen registros vivos en los edificios del siglo XVI donde la forma de proteger las azoteas consistía en colocar tierra y los recubrimientos de barro natural

**Método Constructivo:** Es la técnica o diferentes técnicas que se emplea para ejecutar la obra.

**Maquinaria:** Conjuntos de piezas que ayudan a realizar un trabajo con un fin determinado.

**Obra:** Es la unidad de producción en la actividad de la Construcción.

**Permeabilidad:** “La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable”.

**Producción:** Se lo puede definir como una combinación de elementos que mediante procedimientos definidos se busca obtener un bien o servicio.

**Productividad de la mano de obra:** Es el factor que más incide en la construcción puesto que es el que pone el ritmo y tiempo de la obra, de este factor depende los demás recursos de la obra.

**Productividad de los materiales:** En la construcción la productividad de los materiales se refiere a un correcto uso de los materiales para de esta manera evitar pérdidas del mismo. Haciendo más eficiente el uso de aquellos.

**Productividad de maquinaria:** Se refiere al rendimiento sobre el costo de utilización que posee la máquina. En la construcción algunas maquinarias poseen un alto costo de producción.

**Programación:** Tiempo y secuencia de ejecución de una obra.

**Presupuesto de Obra:** Es aquel que por medio de mediciones y valoraciones se da a conocer el costo de una obra a ejecutar.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación a realizarse es cuantitativa y cualitativa, se basa en comprobar la efectividad de los aditivos impermeabilizantes por cristalización, a través de pruebas realizadas en el laboratorio, donde se harán ensayos mediante simulaciones de filtraciones aplicando estos aditivos en áreas expuestas y realizando mezclas con estos aditivos, para medir la permeabilidad y tomando registros de comportamientos frente a los agentes externos e internos; para llegar a establecer cuáles son las principales ventajas y desventajas que existen entre cada método, de esta manera analizar y establecer el más conveniente de acuerdo al criterio.

Se realizaron las siguientes pruebas:

- 1.- Absorción
- 2.- Demostración de tiempos de cristalización con recubrimiento externo.
- 3.- Demostración de tiempos de cristalización con aditivo integrado.

Se mencionara de referencia, varios casos en obras donde se impermeabilizo con aditivos, Ej. City Mall se corrigió problemas de filtraciones presentados en los muros y pisos, del sótano, donde se controlaron con diferentes clases de aditivos, Mall del Sur se aplicó una membrana elastómerica, previo a un tratamiento de fisuras debido a los asentamientos de las lozas estructurales, en la Urbanización Malaga II, se realizaron reparaciones de la planta de tratamiento, donde los métodos utilizados para el sello de filtraciones, fueron los aditivos y un recubrimiento epóxico.

Durante años los diseñadores de concreto se enfocaron básicamente en su resistencia, más recientemente se le ha venido dando un énfasis equivalente en la durabilidad.

La durabilidad no solo evita una gran cantidad de costos en mantenimiento, sino que también ayuda a proteger el ambiente, ya que cuanto mayor sea la vida de un material de construcción, más se contribuye a mantener y proteger los recursos naturales.

## 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

### 3.2.1 POBLACIÓN

Para hacer la determinación y análisis, debemos establecer nuestra población y muestra, de esa manera se delimita el área de estudio, la población será todos los bloques utilizados para las pruebas de absorción y tiempos de cristalización, cada bloque tendrá una cantidad y porcentaje del aditivo prueba.

### 3.2.2 Muestra

La muestra a analizarse para el desarrollo de esta investigación comparativa, serán los bloques donde se aplica los aditivos y métodos impermeabilización externos utilizados para solucionar los problemas de filtraciones,

Se realizaron pruebas en el laboratorio de una empresa dedicada a la elaboración y aplicación de agregados para la construcción, ubicada en el cantón Duran, donde se prepararon 7 muestras de un hormigón simple tomando uno de patrón, 6 de recubrimientos impermeables externos y 3 incorporando el aditivo por cristalización en pequeños moldes plásticos donde determinaremos las ventajas y desventajas de estos productos.

Tabla # 2

NÚMERO DE MUESTRAS PARA PRUEBA DE IMPERMEABILIDAD EN LABORATORIO EN DURAN

MUESTRA	PATRON HORMIGON SIMPLE	RECUBRIMIENTOS IMPERMEABLES EXTERNOS	ADITIVOS POR CRISTALIZACIÓN
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Adicionalmente se realizaron pruebas de absorción en el laboratorio Rufili ubicado en la Universidad de Guayaquil Av. Kennedy tomando quince muestras tres de patrón (hormigón simple) y 12 con diferente porcentaje de aditivo por cristalización adicionado a la mezcla para poder identificar el porcentaje de absorción a los 7, 14 y 28 días.

Tabla # 3

PRUEBAS DE ADSORCIÓN EN EL LABORATORIO RUFILI			
MUESTRA	PATRON HORMIGON SIMPLE	1% DE ADITIVO POR CRISTALIZACION	5% DE ADITIVO POR CRISTALIZACION
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Las pruebas de absorción, se realizaron el veinticuatro de septiembre del 2014, los agregados gruesos y finos seleccionados para realizar la mezcla fueron de la cantera Huayco de las siguientes características:

Tabla # 4 Proporciones de agregados

AGREGADO GRUESO(PIEDRA)		
DSSS	2584	KG/CM3
PVV	1558	KG/CM3
PVS	1445	KG/CM3

AGREGADO FINO (ARENA)		
DSSS	2538	KG/CM3
PVS	1370	KG/CM3

El proceso de proporción de mezcla empleado fue: una porción de cemento + dos porciones de agregado fino (arena homogenizada) + tres porciones de agregado grueso (piedra) + el aditivo por cristalización empleado para la prueba de absorción es del 1% del peso del cemento.

Tabla # 5 Proporciones de materiales

PROPORCIONES		
ADITIVO POR CIRSTALIZACION (5%)	140,4	gr
ADITIVO POR CIRSTALIZACION (1%)	28,09	gr
CEMENTO	2809,1	gr
AGREGADO FINO	8057,4	gr
AGREGADO GRUESO	10385,4	gr
AGUA	2,5	lt

### **3.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La recolección de datos partirá de la recopilación de información bibliográfica existente, visitas a los lugares donde se ha presentado los problemas de filtración, mediante fotografías, seguimiento de los sistemas aplicados, resultados de las pruebas realizadas.

Se procederá a realizar los análisis comparativos con aplicación de métodos tradicionales vs aditivo impermeabilizante, en laboratorio (simulaciones en reservorio, cubiertas de hormigón), los datos obtenidos serán analizados y posteriormente se expondrá en el análisis de resultados.

Otros instrumentos y herramientas como por ejemplo taladros de perforación por percusión, lianas, brochas, rodillos, espátulas se expondrán dichas aplicaciones a la intemperie simulando los factores internos y externos, se observará su comportamiento periódicamente, y se procederá a su análisis para comprobar la permeabilidad de cada una de las simulaciones para exponer finalmente las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos utilizados.

### **3.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN Y PROCEDIMIENTOS**

#### **3.4.1 TÉCNICAS**

Para el desarrollo de este trabajo investigativo, se recabo información de revistas de construcción, tesis de grado, informes de productos, referencias bibliográficas, internet, etc.

Las técnicas utilizadas de la investigación son procedimientos e instrumentos que han sido diseñados para acceder a información o conocimiento, las utilizadas fueron:

Observación, la que se utilizo durante y después, mientras se esperaban los resultados de las pruebas, de los 2 laboratorios, a eso se adiciona la experiencia en construcciones donde se utilizo los aditivos impermeabilizantes en estudio.

Diario de Campo, que consiste en un registro de toda aquella información que no es posible tomar, con instrumentos y que es pertinente para los fines de estudio, recolectando memorias de los comportamientos de los diferentes materiales usados en las pruebas.

### **3.4.2 PROCEDIMIENTOS**

El procedimiento será:

- ✓ Selección de los temas de investigación
- ✓ Recolección de la información bibliográfica
- ✓ Planteamiento del problema
- ✓ Elaboración del marco teórico
- ✓ Preparar los documentos para la recolección de datos
- ✓ Aplicar entrevista, y demás , para recopilar información
- ✓ Análisis e interpretación de los resultados

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En análisis e interpretación de resultados, ejemplificaremos las pruebas que se realizaron en los 2 laboratorios, para cumplir con el objetivo de esta investigación, se realizó 3 pruebas:

- 1.- Absorción
- 2.- Demostración de tiempos de cristalización con recubrimiento externo.
- 3.- Demostración de tiempos de cristalización con aditivo integrado

#### 1.- Fases pruebas de absorción

Se realizaron tres mezclas en la primera se utilizó el hormigón simple como referencia para comparar con los dos mezclas que se le suministraron el aditivo al 1% y 5 %.

Figura #1 Aditivo impermeabilizante por cristalización



Figura# 2

Proporción de aditivo al 1% para pruebas de absorción



Fig # 3

Agregados para la prueba de absorción



Los cilindros utilizados para la prueba son de 20 cm se tomaron 15 muestras divididas en:

Tres cilindros de hormigón simple

Seis cilindros de hormigón con aditivo al 1%

Seis cilindros de hormigón con aditivo al 5%

Fig # 4

Cilindros de hormigón patrón –aditivo al 5%



Fig # 5

Cilindros de hormigón aditivo al 1% desencofrado de cilindro a las 24 horas



Fig# 6

Curado de cilindros en piscina



Luego de 24 horas se desencofro y se los coloco en la piscina para el curado respectivo. A los 7 días se seleccionaron los 5 primeros cilindros para realizar la prueba de absorción:

1ero.- Se pesó el bloque saturado

2do.- Se lo sometió a una prueba de ruptura calculando la resistencia del cilindro.

3ero.- Se tomó y peso una porción del bloque saturado (Ps)

4to.- Se introdujo al horno durante 24 horas para obtener el peso saturado seco (Pss).

Fig# 7

Peso del cilindro #6 aditivo 5% desencofrado



Fig.# 8

Peso del cilindro #2 aditivo 5% desencofrado



Tabla.# 6

Pesos de cilindros desencofrados a las 24 horas

PESOS DE CILINDROS DESENCOFRADOS A LAS 24 HORAS			
# DE CILINDROS	DESENCOFRADO PATRON (gr)	DESENCOFRADO ADITIVO 1% (gr)	DESENCOFRADO ADITIVO 5% (gr)
1	3702,0	3733,4	3703,8
2	3660,1	3706,0	3697,4
3	3704,0	3701,2	3662,3
4	-	3642,6	3695,2
5	-	3693,0	3692,0
6	-	3690,2	3682,8

Fig. # 9

Porción de cilindro #1 patrón y con aditivo al 1% # 1, 2 a los 7 días de curado

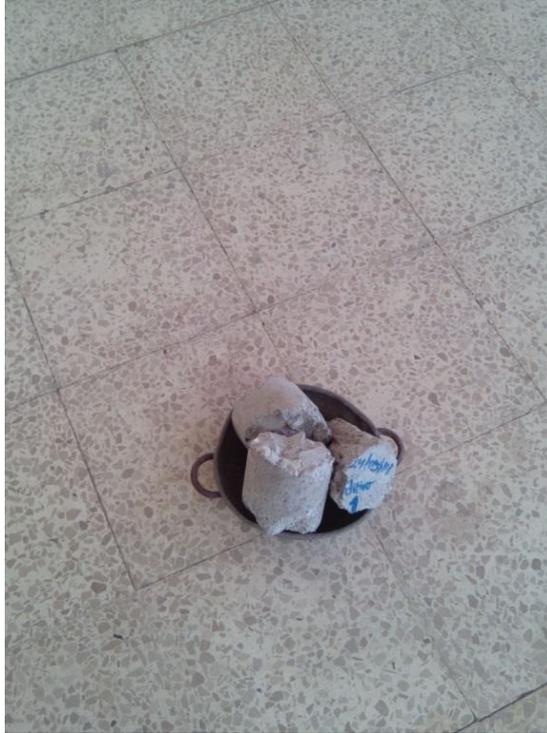


Fig.# 10

Porción de cilindro #1 con aditivo al 1% a los 7 días de curado



Fig. # 11

Porción cilindro #1 patrón peso saturado seco a los 7 días de curado



Fig. # 12

Porción cilindro #1 con aditivo al 5% peso saturado seco a los 7 días de curado



Fig. # 13

Carga de cilindro #3 con aditivo al 1% a los 14 días de curado



Fig. # 14

Carga de cilindro #4 con aditivo al 1% a los 14 días de curado



Fig. # 15

Porción cilindro #3 con aditivo al 1% peso saturado seco a los 14 días de curado



Los resultados obtenidos son:

Tabla # 7 Absorción a los 7 días de curado

		PESO HUMEDO (gr)	PORCION (peso saturado) ps (gr)	peso saturado seco Pss (gr)	Ps- Pss (gr)	PORCENTAJE (%)
HORMIGON PATRON	CILINDRO 1	3752,6	1227,2	1124,5	102,7	9,1
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1%	CILINDRO 1	3784,1	1251,1	1149,7	101,4	8,8
	CILINDRO 2	3757,3	1504,5	1367,4	137,1	10,0
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5%	CILINDRO 1	3738,3	946,1	863,3	82,8	9,6
	CILINDRO 2	3733,3	1651,8	1506,2	145,6	9,7

Tabla.# 8 Resistencia a los 7 días de curado

		CARGA kg	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
HORMIGON PATRON	CILINDRO 1	6250	141,47
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1%	CILINDRO 1	5750	130,15
	CILINDRO 2	5610	126,98
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5%	CILINDRO 1	7500	169,76
	CILINDRO 2	7700	174,29

Tabla.# 9

Absorción a los 14 días de curado

		PESO HUMEDO (gr)	PORCION (peso saturado) ps (gr)	peso saturado seco Pss (gr)	Ps- Pss (gr)	PORCENTAJE (%)
HORMIGON PATRON	CILINDRO 2	3714,1	892,7	810,6	82,1	10,1
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1%	CILINDRO 3	3756,1	1086	976,9	109,1	11,2
	CILINDRO 4	3701,3	1654,3	1482,8	171,5	11,6
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5%	CILINDRO 3	3703,2	1415,2	1282,6	132,6	10,3
	CILINDRO 4	3703,2	1468,3	1339	129,3	9,7

Tabla.# 10

Resistencia a los 14 días de curado

		CARGA kg	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
HORMIGON PATRON	CILINDRO 2	7400	167,50
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1%	CILINDRO 3	6750	152,78
	CILINDRO 4	6250	141,47
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5%	CILINDRO 3	9500	215,03
	CILINDRO 4	10750	243,32

Tabla.# 11

Absorción a los 28 días de curado

		PESO HUMEDO (gr)	PORCION (peso saturado) ps (gr)	peso saturado seco Pss (gr)	Ps- Pss (gr)	PORCENTAJE (%)
HORMIGON PATRON	CILINDRO 3	3757,7	1186,6	1080,3	106,3	9,8
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1%	CILINDRO 5	3753,4	975,3	907,8	67,5	7,4
	CILINDRO 6	3754,4	809,7	752,2	57,5	7,6
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5%	CILINDRO 5	3733,6	1490,4	1358	132,4	9,7
	CILINDRO 6	3781,6	769,7	703,7	66	9,4

Tabla.# 12

Resistencia a los 28 días de curado

		CARGA kg	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
HORMIGON PATRON	CILINDRO 3	10250	232,01
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1%	CILINDRO 5	9750	220,69
	CILINDRO 6	9750	220,69
HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5%	CILINDRO 5	9500	215,03
	CILINDRO 6	11000	248,98

Se realizó un ensayo para probar los distintos tipos de materiales de impermeabilización externa más utilizados vs hormigón por cristalización.

La simulación de los bloques realizados fueron hechos por una mezcla de hormigón simple en proporciones 1-2-3 cemento, arena y piedra, el proceso de curado se realizó con un aditivo a base de parafina para impedir el resecamiento prematuro del concreto permitiendo el normal desarrollo de las resistencias.

Fig # 16

Simulación de bloques para pruebas de filtración



A los 28 días se procedió a la prueba para medir el desempeño de los materiales de impermeabilización externa frente a los de mezcla integral por cristalización.

Dentro los materiales de impermeabilización externa tenemos

- 1.- Membranas asfálticas.
- 2.- Membranas elastómerica.
- 3.- Emulsiones asfáltica.
- 4.- Selladores.
- 5.- Recubrimiento cementicos.
- 6.- Recubrimiento epóxido.

En el proceso por cristalización se usaron dos metodologías:

- 1er.- Superficie aplicada
- 2do.- Mezclado integrante

Fig # 17

Simulación de recubrimiento con aditivo cementicio por cristalización



Los recubrimientos de impermeabilización externa se los realizaron con el mismo proceso que manda has especificaciones técnicas para el óptimo desempeño del material.

Fig.# 18

Recubrimientos impermeables externos



Para realizar la prueba cogimos los 6 bloques con recubrimiento impermeable externo, 3 con aditivo por cristalización al 1% y un bloque sin ningún tratamiento, se procedió a unir un vaso plástico a los bloques tratados y sellándolo con un material impermeable (poliuretano).

Fig.# 19

Sello con poliuretano para pruebas de filtraciones



El líquido vertido a los vasos es un pigmento rojo a base de agua para identificar la pérdida de líquido en este ensayo.

2.- Fase Pruebas de filtración

Fig.# 20

Condición de inicio



Fig.# 21

Después de 3 días



Fig.# 22

Después de 7 días



Fig.#23

7 días después de iniciarse por primera vez



Fig # 24

14 días después de iniciarse por primera vez



Fig.# 24

Condición de inicio



Fig.#25

Después de 4 días



Fig #. 26

4 días después de iniciarse por primera vez



Fig.#27

9 días después de iniciarse por primera vez



Tabla # 13

Comparativos de precios por m3, de aditivos impermeabilizantes

CRISTALIZACION	INCLUSOR DE AIRE	PLASTIFICANTE
1 % PESO DEL CEMENTO	300 CC / SACO 50 KG CEMENTO	300 CC / SACO 50 KG CEMENTO
21,56	6,05	8,3

Tabla # 14

Lista de precios de impermeabilizantes

SUMINISTRO Y APLICACION RECUBRIMIENTOS Y ADITIVO	PRECIO
MENBRANA ELASTOMERICA	14
ASFALTICO	14
EPOXICO	18
SELLADOR	6
EMULSION ASFALTICO	9
CEMENTICIO (RESINAS)	9
CRISTALIZACION	14

Tabla # 15

Rango de absorción

DIAS	HORMIGON PATRON - HP (PROMEDIO)	HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 1% HC (PROMEDIO)	HORMIGON POR CRISTALIZACION AL 5% HC(PROMEDIO)	DIFERENCIA DE PORCENTAJE (%) (HP -HC AL 1%)	DIFERENCIA DE PORCENTAJE (%) (HP - HC 5%)
7 DIAS	9,1	9,42	9,6	-3,18	-5,43
14 DIAS	10,1	11,37	10,00	-12,23	1,29
28 DIAS	9,8	7,5	9,56	23,37	2,80

FIGURA # 28

Rango de absorción

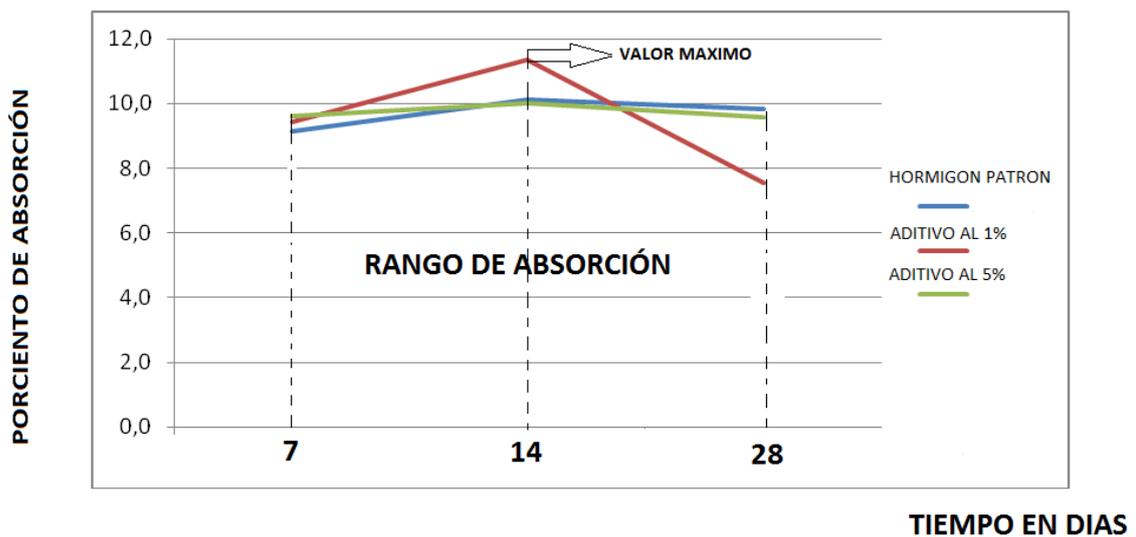


Tabla # 16

DIAS	RESISTENCIA HORMIGON PATRON (KG)	RESISTENCIA AL 1% (PROMEDIO) (KG)	RESISTENCIA AL 5 % (PROMEDIO) (KG)
7 DIAS	141,5	128,56	172,0
14 DIAS	167,5	147,13	232,01
28 DIAS	232,0	220,7	232,01

Resumen de resistencias

FIGURA # 29

Resistencia cristales 5 %

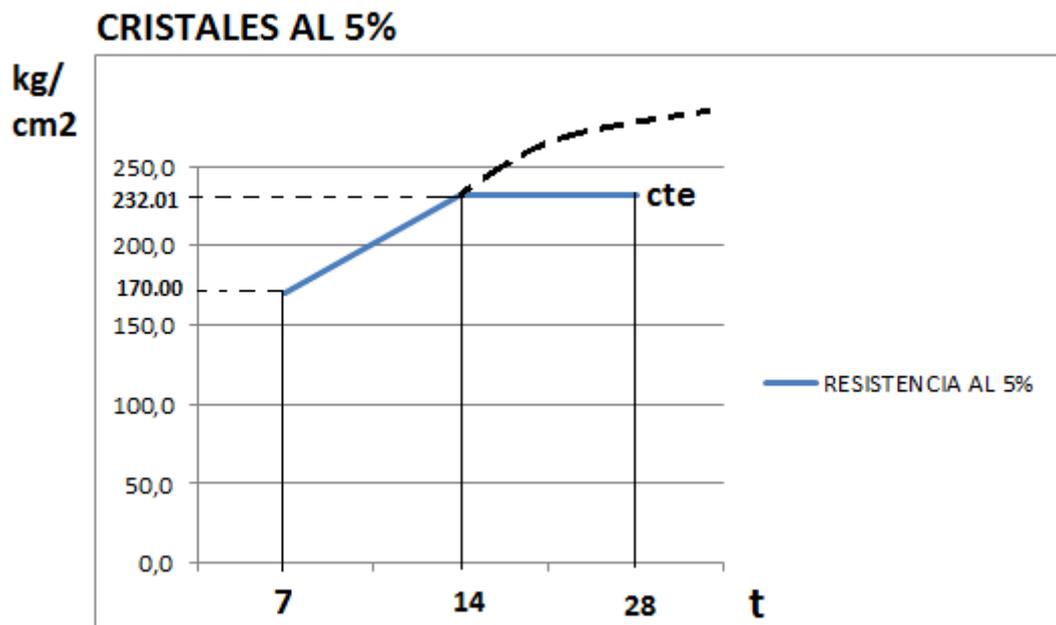
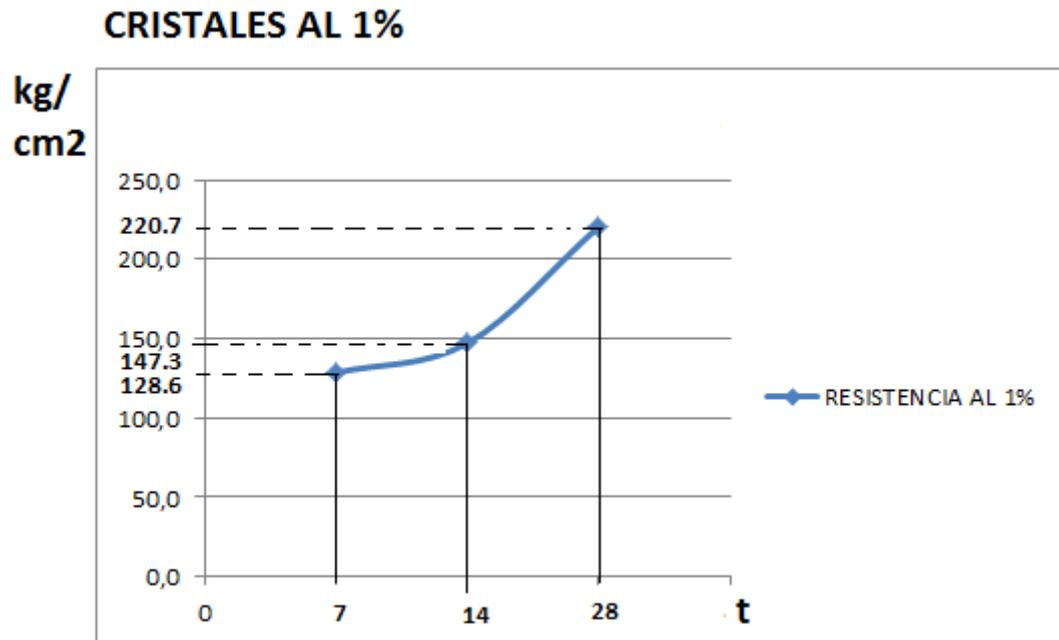


FIGURA # 30

Resistencia cristales 1 %



## **4.2 ANALISIS DE LOS COSTOS POR IMPERMEABILIZANTES**

El uso de impermeabilizantes, se ha extendido debido al desarrollo de la industria constructiva, por lo que es prioritario el análisis de costos, durabilidad y aplicabilidad.

Los impermeabilizantes son sustancias que detienen el agua impidiendo el paso, son utilizados en el revestimiento de piezas, o zonas que deben mantenerse secos, funcionan eliminando o reduciendo la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad del medio.

En la construcción civil, se emplean en el aislamiento de cimentaciones, soleras, techados, paredes, depósitos, piscinas y cisternas.

Según la investigación realizada, datos obtenidos, análisis de costos, se gastaría 21.56 dólares por metro cubico a impermeabilizar, cabe indicar que con el 1% de aditivo impermeabilizante por cristalización, se obtuvo resultados favorables en las pruebas, con el 5% de adición del producto la reacción y cambios no fue significativa.

En la comparación de costos con otros aditivos observamos que es significativamente mayor por lo cual es un rubro a considerar ya que encarece el producto final.

Los recubrimientos e impermeabilizantes de uso externo se asemejan dado que el avance por metro cuadrado es mayor siendo una opción al momento de elegir el productos dada las características que pudimos observar en los ensayos. (ver tabla # 14)

## **4.3 ANALISIS PRUEBA DE ABSORCION**

Los cilindros sometido a pruebas a los 7 días con los dos porcentajes de aditivos se mantiene constante en un rango de 9 y 9.6 %, se observa que a los 14 días se mantiene constante el hormigón patrón y el de aditivo al 5% en un rango de 10 %, el hormigón al 1% de aditivo se incrementa un 12.23% donde llegamos a un valor máximo, inmediatamente comienza a descender, llegando a los 28 días se percibe una

disminución de absorción del 23.37% en comparación del aditivo al 1% vs los dos modelos anteriores. (Ver figura # 29)

#### **4.4 ANALISIS DE RESISTENCIA**

Observamos que la resistencia a los 7 días varía dado los porcentajes del aditivo incorporado a la mezcla al 5% tenemos mas resistencia que los anteriores, de igual manera a los 14 días observamos que la resistencia sigue aumentando a favor del aditivo incorporado al 5 % mientras que la proporción al 1 % aumenta progresivamente. A los 28 días de curado los datos obtenidos nos revelan que el aditivo al 5 % se mantiene igual que a los 14 días llegando a su resistencia máxima siendo mayor que el aditivo al 1% que es el valor óptimo para el proceso del cristalización (ver tabla #16)

#### **4.5 ANALISIS DE FASES DE FILTRACION VS METODOS EXTERNOS**

Las pruebas de filtraciones demuestran la efectividad del aditivo por cristalización en relación a la muestra del hormigón simple, la efectividad comienza después de 28 días de la fundición, luego con un flujo constante de agua van la reacción de los cristales y de esta manera se va sellando la porosidad y las fisuras existentes, después de 14 días vemos un 60% de efectividad en comparación al patrón con 1%. De esta manera se ve la importancia de este aditivo que ayuda a minimizar los problemas de filtración para cualquier obra que se desee.

La prueba en la que se aplica el aditivo en la superficie como lechada al igual que los recubrimientos externos tienen una efectividad del 93 al 98 % respectivamente por lo que se puede recurrir a cualquier método para hacer una impermeabilización dependiendo de las condiciones y áreas que se requiera trabajar.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

Se pretende demostrar que los aditivos impermeabilizantes por cristalización, nos brindara una solución óptima al problema de filtraciones que se presentan constantemente en las construcciones y así lograr el objetivo de interpretar si es eficiente y económico el análisis realizado, en comparación con el uso de los métodos tradicionales de impermeabilización usados en nuestro medio.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **6.1 CONCLUSIONES.**

Al realizar el estudio comparativo de los métodos para la impermeabilización.

Se tendrá una idea clara de cuál es el más idóneo a utilizar para minimizar o reducir de filtraciones que más puede convenir entre los tradicionales y el propuesto por cristalización, por tal razón se deberá exponer claramente, tomando en cuenta el análisis cuantitativo y mediante las pruebas de laboratorio realizadas para este proyecto, todas sus ventajas y desventajas por mas irrelevantes que parezcan, para de esta manera tomar la decisión más acertada, a la hora de elegir el método que más nos convenga.

Como se observa en los resultados obtenidos la resistencia de las probetas con 1% de cristales, se reduce al incrementar los días de curado y en las probetas al 5% se mantiene constante esta, en los 14 y 28 días, si bien los aditivos se utiliza para disminuir la permeabilidad, como objeto colateral tiende a modificar la resistencia del hormigón.

Considero que el número de ensayos efectuados es no representativo, lo que no permite efectuar conclusiones de carácter definitivo, estimo necesario continuar con este trabajo de investigación para obtener resultados más confiables.

Los productos de impermeabilización externa, son recomendados para el recubrimiento y protección del hormigón.

Se ha demostrado, las ventajas de una impermeabilización externa: disminuye la humedad, la presencia de hongos, filtraciones, durabilidad confiable y necesita poco o ningún mantenimiento.

Los aditivos impermeables por cristalización si bien ayudan en gran parte al sello de filtraciones también tienen sus desventajas, como hemos visto en el proceso

tienden a una efectividad parcial a tiempo prolongado, adicional al costo muy alto que representa este producto.

Generalmente la exigencia del constructor es el tiempo, por ejemplo en una losa de cubierta se requiere que la impermeabilización sea rápida dado que en los pisos inferiores trabajan constantemente y por las condiciones climáticas afectaría a todos los trabajos ejecutados como son tumbados, empaste, pintura etc.

Los costos de la utilización, de aditivos impermeabilizantes por cristalización son menores por metro cuadrado impermeabilizado.

Se observa que en la (tabla 10) para 14 días el hormigón por cristalización al 5%, mantiene la resistencia a los 28 días el cilindro 3 llegando al valor máximo, no se puede establecer cuál es el factor que influye en el aditivo para la mezcla.

## 6.2 RECOMENDACIONES.

De mantenerse la tendencia a modificar (disminuir) la resistencia por la inclusión de los cristales será conveniente diseñar hormigones de mayor resistencia para que con ensayos de laboratorio establecer en que porcentaje debe ser mayor para que no afecte las resistencias de los elementos estructurales de un reservorio o sótano, son las obras en contacto permanente con el agua.

En una nueva investigación se tendrá que determinar la prueba de Penetración de agua bajo presión - NBR 10.787/94 Concreto: CPII-E 32 con el aditivo agregado a la mezcla dado que la presión ayuda a que los cristales reaccionan y generan el sello de fisuras para llegar a un óptimo desempeño del aditivo es por esto que este producto generalmente es empleado en reservorios y represas.

Fig.#. 32

Penetración de agua bajo presión



Realizar un plan para la aplicación de los aditivos, tomando en cuenta las incidencias de los factores externos, como son el tiempo, temperatura, humedad etc. Para obtener datos más precisos sobre los resultados esperados.

Determinar la eficacia de recubrimientos externos impermeables son una buena elección de impermeabilización dado son empleados en distintas áreas para tener una mejor efectividad sean necesarias para la protección e impermeabilización del hormigón.

El uso de impermeabilizante por cristalización se recomienda en cualquier tipo de estructura la función que desempeña es minimizar la permeabilidad a largo plazo.

Los recubrimientos externos, son buenos impermeabilizantes siempre que se apliquen, siguiendo normas técnicas, pero tienen un tiempo de vida útil.

En cambio los impermeabilizantes por cristalización mantienen constante su efectividad, pero esta no llega al 100% de impermeabilidad.

Se debe de realizar una mezcla adecuada, se debe agregar la cantidad correcta de agregados gruesos y finos, así como el agua sin contaminante algunos.

Una forma apropiada para ahorrar tiempo, dinero y aumento de resistencia en los agregan a la mezcla antes o durante su elaboración; pero se debe hacer de manera correcta para que no perjudique sus propiedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACI: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. 2001. Guía para la durabilidad del hormigón. Reporte ACI Comité 318S. Estados Unidos. 495p.
- ACI: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. 2005. Requisitos de reglamento para concreto estructural. Reporte ACI Comité 201.2R. Estados Unidos. 59p.
- Andrade, J. (2013, Oct 15). Fisuramiento de reservorio de agua . (C. Rodriguez, Interviewer
- ASOCEM: Asociación de Productores de Cemento. 1992. Desarreglos del concreto por la acción de ión sulfato. Lima, Perú.
- CARCAMO, L. 2006. Revisión, análisis y aplicación de la nanotecnología en la generación y mejora de materiales constructivos. Estudios de morteros de cemento con adiciones de nanosílice. Tesis. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. de Ciencias de la Ingeniería. 216p.
- EFECTIVIDAD DE ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO PARA EL HORMIGÓN DE ALTO DESEMPEÑO
- Barreda M. F. Villagrán Y.A.Sota J.D.Centro de Investigaciones Viales LEMaC
- COGNOSCIBLE TECHNOLOGIES. 2006, Mayo. Nanotecnología aplicada al concreto. Santiago, Chile. (Disponible en: <http://www.cognoscibletechnologies.com/descubrimientosyaplicacionesencontradas.htm>. Consultado el: 27 de Agosto de 2006).
- CONCRETONLINE. 2006. Gaia Nanosílice. Madrid, España. (Disponible en: <http://www.concretonline.com/pdf/Gaia1.pdf>. Consultado el: 27 de Agosto de 2006).

- CONCRETONLINE. 2006. Por primera vez un nanoproducto reemplaza por completo a un material largamente usado en el hormigón. Madrid, España. (Disponible en: <http://www.concretonline.com/pdf/Gaia2.pdf>. Consultado el: 27 de Agosto de 2006).
- Departamento de Marketing, Sika. S.A.U. (2011 N-57). LA IMPERMEABILIZACION POR CRISTALIZACION. 38-39.
- DUPOUY O., G. D. 1991. Hormigones y Morteros de Alta Resistencia en Base al Uso de Silicafume. Tesis. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Fac. de Ciencias de la Ingeniería. 180 p.
- <http://www.oocities.org/impermeabilizantes/tradicionales.htm>. (2009, Oct). Retrieved Dic 10, 2013, from <http://www.oocities.org/impermeabilizantes/tradicionales.htm>
- [www.asocem.org.pe/.../concreto/desarreglos%20del%20concreto%20por%20la%20agresion%20de%20ion%20sulfato.pdf](http://www.asocem.org.pe/.../concreto/desarreglos%20del%20concreto%20por%20la%20agresion%20de%20ion%20sulfato.pdf). Consultado el: 8 de enero de 2007).
- Fuente: <http://www.arqhys.com/construcciones/retardantes-para-concreto.html>
- <http://technologyclass.wikispaces.com/file/view/Los+aditivos.pdf>

ANKOS



**RESIDENCIA ALVARO NOBOA**



**SOTANO DE CITY MALL**



**AEROPUERTO SIMON BOLIVAR**



**PLANTA DE TRATAMIENTO  
URBANIZACION MALAGA 2**

Guayaquil, 29 de Octubre del 2014

Señores

CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA

Email: carlosi88rs@gmail.com

Contacto : 0997756287

Ref: Costo Aplicacion de membrana elastomerica

Ciudad



AGRECONS S.A  
COT AG 612-2014

Adjunto servase encontrar presupuesto para el trabajo de Aplicacion de membrana Elastomerica

Descripcion	Und	Area Aprox.	Costo	COSTO TOTAL
1. APLICACIÓN DE MEMBRANA ELASTOMERICA CON MALLA DE REFUERZO	M2	1,00	14,00	14,00

**PROCEDIMIENTO A REALIZAR EN LA IMPERMEABILIZACION**

1. Limpieza de superficie
2. Mejoramiento de superficie ( Coger pendientes)
3. Coger fisuras con masilla elastomerica
4. Sellar bajantes con Epoxico
5. Aplicar imprimante
6. Aplicación de primera capa de la membrana elastomerica
7. Aplicación de 2da capa con la membrana elastomerica
8. Aplicación de 3 capas de membrana elastomerica concentrada dejando secar entre capa y capa 24 horas

Adjunto hoja tecnica

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

70% anticipo  
30% contra entrega

EN CASO DE APROBACIÓN, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :

BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:

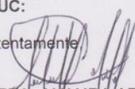
RUC:

AGRECONS S.A

3119028504

0991355669001

Atentamente,

  
SRTA. JAHAIARA ARREAGA  
COTIZACIONES

**Cotización de recubrimiento impermeable externo (Membrana Elastómerica)**

Guayaquil, 29 de Octubre del 2014

Señores  
**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**  
Email: carlosi88rs@gmail.com  
Contacto : 0997756287  
Ref: Costo Aplicacion de Emulsion Asfaltica  
Ciudad



Adjunto sirvase encontrar presupuesto para el trabajo de Aplicacion de Emulsion Asfaltica

Descripcion	Und	Area Aprox.	Costo	COSTO TOTAL
1. APLICACIÓN DE EMULSION ASFALTICA	M2	1,00	9,00	9,00

**PROCEDIMIENTO A REALIZAR**

1. Limpieza de superficie
2. Reparar oquedades
2. Aplicar primera mano de Emulsion Asfaltica
3. Aplicar 2da mano de Emulsion asfaltica

Adjunto hoja tecnica

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

**70% anticipo**  
**30% contra entrega**

**EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE**

**DE :**  
**BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:**

**AGRECONS S.A**  
**3119028504**

**RUC:**

**0991355669001**

Atemidamente,

  
**SRTA. JAHAIRA ARREAGA**  
**COTIZACIONES**

**Cotización de recubrimiento impermeable externo (Emulsión asfáltica)**

Guayaquil, 29 de Octubre del 2014

Señores

**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**

Email: carlosi88rs@gmail.com

Contacto : 0997756287

Ref: Costo Aplicacion de Recubrimiento epoxico

Ciudad



**AGRECONS S.A**

Cotizacion

**COT AG 614-2014**

Adjunto sirvase encontrar presupuesto para el trabajo de Aplicacion de Recubrimiento Epoxico

Descripcion	Und	Area Aprox.	Costo	COSTO TOTAL
1. APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO EPOXICO	M2	1,00	18,00	18,00

**PROCEDIMIENTO A REALIZAR**

1. Limpieza de superficie
2. Mejoramiento de superficie ( Cogor pendientes)
3. Cogor fisuras
4. Sellar bajantes
6. Aplicación de primera capa de Resina Epoxica
7. Aplicación de 2da capa de Resina Epoxica

Adjunto hoja tecnica

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

70% anticipo

30% contra entrega

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :

BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:

RUC:

AGRECONS S.A

3119028504

0991355669001

Atentamente,

  
SRTA. JAHAIRA ARREAGA  
COTIZACIONES

**Cotización de recubrimiento impermeable externo (Recubrimiento Epóxico)**

Guayaquil, 29 de Octubre del 2014

Señores  
**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**  
Email: carlosi88rs@gmail.com  
Contacto : 0997756287  
Ref: Costo Aplicacion de membrana asfaltica  
Ciudad



Adjunto sirvase encontrar presupuesto para el trabajo de Aplicacion de Membrana Asfaltica

Descripcion	Und	Area Aprox.	Costo	COSTO TOTAL
1. APLICACIÓN DE MEMBRANA ASFALTICA	M2	1,00	14,00	14,00

Adjunto hoja tecnica

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

**70% anticipo**  
30% contra entrega

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :  
BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:  
RUC:

AGRECONS S.A  
3119028504  
0991355669001

Atentamente,

  
**SRTA. JAHAIRA ARREAGA**  
COTIZACIONES

**Cotización de recubrimiento impermeable externo (Membrana Asfáltica)**

Guayaquil, 29 de Octubre del 2014

Señores

**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**

Email: carlosi88rs@gmail.com

Contacto : 0997756287

Ref: Costo Aplicacion de Recubrimiento Cementicio

Ciudad



**AGRECONS S.A**

Cotizacion

**COT AG 617-2014**

Adjunto sirvase encontrar presupuesto para el trabajo de Aplicacion de Recubrimiento Cementicio

Descripcion	Und	Area Aprox.	Costo	COSTO TOTAL
1. APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO CEMENTICIO	M2	1,00	9,00	9,00

**PROCEDIMIENTO A REALIZAR**

1. Limpieza de superficie
2. Coger fisuras
3. Aplicar primera mano de recubrimiento cementicio
4. Aplicar 2da mano de Recubrimiento Cementicio

Adjunto hoja tecnica

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

70% anticipo  
30% contra entrega

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :

BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:

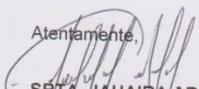
RUC:

AGRECONS S.A

3119028504

0991355669001

Atentamente,

  
SRTA. JAHAIRA ARREAGA  
COTIZACIONES

**Cotización de recubrimiento impermeable externo (Recubrimiento Cementicio)**

Guayaquil, 29 de Octubre del 2014

Señores

**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**

Email: carlosi88rs@gmail.com

Contacto : 0997756287

Ref: Costo Aplicacion de Sellador

Ciudad



**AGRECONS S.A**

Cotizacion

**COT AG 615-2014**

Adjunto sirvase encontrar presupuesto para el trabajo de Aplicacion de Sellador

Descripcion	Und	Area Aprox.	Costo	COSTO TOTAL
1. APLICACIÓN DE SELLADOR	M2	1,00	6,00	6,00

Adjunto hoja tecnica

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

**70% anticipo**

**30% contra entrega**

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :

BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:

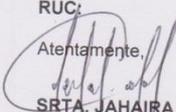
AGRECONS S.A

3119028504

RUC:

0991355669001

Atentamente,

  
SRTA. JAHAIRA ARREAGA  
CÓTIZACIONES

**Cotización de recubrimiento impermeable externo (Sellador)**

Guayaquil, 07 de noviembre del 2014

Señores

**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**

Email: carlosi88rs@gmail.com

Contacto : 0997756287

Ref: Material Requerido

Ciudad



**AGRECONS S.A**

**Cotizacion**

**COT AG 628-2014**

Adjunto sirvase encontrar presupuesto del Producto requerido.

Material	Und	Cantidad Requerida	Costo	COSTO TOTAL
<b>PENETRON</b> Aditivo por Cristalización <b>Presentacion : Saco de 22.5 Kg</b>	kg	22,50	5,50	123,75
Suma				\$ 123,75
Iva 12%				\$ 14,85
Total				\$ 138,60

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

**FORMA DE PAGO:**

**CONTADO CONTRAENTREGA**

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :

BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:

RUC:

AGRECONS S.A

3119028504

0991355669001

Atentamente

**AGRECONS S. A.**

**SRTA. JAHAIRA ARREAGA**  
**COTIZACIONES**

**Cotización de aditivo por cristalización**

Guayaquil, 12 de enero del 2015

Señor

**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**

Email: carlosi88rs@gmail.com

Contacto : 0997756287

Ref: Material Requerido



**AGRECONS S.A**

**Cotizacion**

AG 021- 2015

Luego de la inspeccion realizada y de las medidas tomadas en sitio . Adjunto servase encontrar presupuesto del material requerido.

Material	Und	Cantidad Requerida	Costo	COSTO TOTAL
<u>AGRE-AIR</u> Incluser de Aire Presentacion: Caneca de 20 KG	kg	20,00	0,81	16,20
			Suma	\$ 16,20
			IVA 12%	\$ 1,94
			Total	\$ 18,14

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

FORMA DE PAGO:

CONTADO CONTRAENTREGA

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :

BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:

RUC:

AGRECONS S.A

3119028504

0991355669001

**AGRECONS S.A.**

**GRITA JHANNY ABREAGA**  
FIRMA AUTORIZADA  
COTIZACIONES

**Cotización de aditivo incluser de aire**

Guayaquil, 12 de enero del 2015

Señor  
**CARLOS IVAN RODRIGUEZ SALDAÑA**  
Email: carlosi88rs@gmail.com  
Contacto : 0997756287  
Ref: Material Requerido



Luego de la inspeccion realizada y de las medidas tomadas en sitio . Adjunto sirvase encontrar presupuesto del material requerido.

Material	Und	Cantidad Requerida	Costo	COSTO TOTAL
<b>AGREPLASTIC DM</b> Impermeabilizante hormigon Presentacion : Caneca de 20 Kg	Kg	20,00	1,12	22,40
			Suma	\$ 22,40
			IVA 12%	\$ 2,69
			Total	\$ 25,09

Para mayor información de nuestros productos, visite la pagina [www.agrecons.com](http://www.agrecons.com)

FORMA DE PAGO:

CONTADO CONTRAENTREGA

EN CASO DE APROBACION, FAVOR DEPOSITAR A NOMBRE

DE :  
BANCO DEL PICHINCHA CTA. CTE:  
RUC:

AGRECONS S.A  
3119028504  
0991355669001

**AGRECONS S.A.**

-----  
FIRMA AUTORIZADA  
SNTA JAHAIKA ARREAGA  
COTIZACIONES

**Cotización de aditivo plastificante impermeabilizante**