



ESCUELA DE TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA

“Control del tiempo de fraguado de hormigón de f_c 240 kg/cm² mediante aditivos.”

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica.

Profesor guía
Ing. Ramiro Erazo

Autor
José Luis Padilla

Año
2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUIA

"Declaro haber dirigido el trabajo, control de tiempos de fraguado de hormigón de $f'c$ 240kg/cm² mediante aditivos, a través de reuniones periódicas con el estudiante José Luis Padilla Mera, en el semestre septiembre 2017, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Ramiro Erazo

0400880647

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber dirigido el trabajo, control de tiempos de fraguado de hormigón de $f'c$ 240kg/cm² mediante aditivos, a través de reuniones periódicas con el estudiante José Luis Padilla Mera, en el semestre septiembre 2017, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Francisco Zaldumbide

1718906280

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

José Luis Padilla Mera

1724487846

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar esta prestigiosa carrera satisfactoriamente, también quiero agradecer a mi esposa Sofía, a mi hijo Matias, a mis padres José y Olga, a mis hermanas Maribel, Stefanía y

Nayhelli que estuvieron presentes
en esta constante lucha.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi hijo Matias quien ha sido mi fuerza para impulsarme a seguir adelante.

RESUMEN

En esta tesis se da a conocer que el hormigón puede permanecer en estado fresco durante 5 horas con la ayuda de aditivos, sin afectar la resistencia a la compresión a los 28 días, mezcla que ayudará a los constructores a resolver varios problemas en el vaciado de la misma, siendo un ahorro para quienes adquieran este producto.

ABSTRACT

In this thesis you can know that the climate can remain in the cool for 5 hours with the help of additives, without affecting the resistance at 28 days, a mixture that helps builders solve problems in emptying it, being a savings for those who buy this product.

INDICE

1.	CAPÍTULO I. GENERALIDADES	1
1.1	TEMA	1
1.2	ANTECEDENTES	1
1.3	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4.1	Objetivo general.....	2
1.4.2	Objetivos específicos.	2
1.5	HIPÓTESIS	3
2.	CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1	Hormigón Hidráulico.....	4
2.1.1	Definición	4
2.1.2	Clasificación.....	4
2.2	Componentes del hormigón	9
2.2.1	El cemento portland.....	10
2.2.1	Agregados	14
2.2.2	Agua	20

2.2.3	Aditivos	21
2.3	Aditivos retardante de fraguado.....	22
2.4	Campos de aplicación del hormigón.....	23
3.	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	24
3.1	Método de diseño.....	24
3.1.1	Diseño de mezclas método ACI.....	24
3.2	Diseño de Mezcla.....	25
3.2.1	Especificaciones del diseño.....	25
3.2.2	Propiedades físicas de los agregados y cemento.....	26
3.3	Diseño Mezcla Patrón	31
3.3.1	Procedimiento para la prueba de laboratorio.....	33
3.3.2	Prueba de asentamiento.....	34
3.3.3	Elaboración de especímenes	35
3.4	Diseño definitivo	36
3.4.1	Adición de aditivos.....	38
3.4.2	Características de la mezcla fresca	38
3.4.3	Prueba de asentamiento.....	39
3.4.4	Elaboración de especímenes diseño definitivo	40

3.4.5	Curado de los especímenes	41
3.5	Pruebas de resistencia	41
4.	CAPÍTULO IV. INTERPRETACION DE RESULTADOS	43
4.1	Análisis técnico.....	43
4.1.1	Asentamiento.....	43
4.1.2	Resistencia	45
4.2	Validación de la hipótesis	46
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
6.	REFERENCIAS	48
7.	ANEXOS.....	49

INDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1.</i> COMPONENTES DEL HORMIGÓN.....	9
<i>FIGURA 2.</i> CEMENTO PORTLAND.....	10
<i>FIGURA 3.</i> AGREGADOS.....	14
<i>FIGURA 4.</i> CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA ARENA	19
<i>FIGURA 5.</i> AGUA PARA CONCRETO	20
<i>FIGURA 6.</i> ADITIVOS PARA HORMIGONES.....	21
<i>FIGURA 7.</i> CEMENTO CHIMBORAZO TIPO HE	26
<i>FIGURA 8.</i> AGREGADO GRUESO PIFO	27
<i>FIGURA 9.</i> ARENA PIFO.....	28
<i>FIGURA 10.</i> ARENA SAN ANTONIO	28
<i>FIGURA 11.</i> ADITIVO VISCOCRETE 20 HE	29
<i>FIGURA 12.</i> ADITIVO VISCOFLOW 55.....	30
<i>FIGURA 13.</i> PESAJE DE LOS MATERIALES.....	33
<i>FIGURA 14.</i> ADICIÓN DE LOS COMPONENTES A LA MEZCLADORA MECÁNICA.	34
<i>FIGURA 15.</i> ENSAYO DE ASENTAMIENTO.....	35
<i>FIGURA 16.</i> ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES	35
<i>FIGURA 17.</i> ESPECÍMENES FABRICADOS.....	36
<i>FIGURA 18.</i> MEZCLA DEFINITIVA	38
<i>FIGURA 19.</i> ENSAYO DE ASENTAMIENTO MEZCLA DEFINITIVA	39
<i>FIGURA 20.</i> DESARROLLO DEL ASENTAMIENTO.....	40
<i>FIGURA 21.</i> ESPECÍMENES DISEÑO DEFINITIVO.....	40
<i>FIGURA 22.</i> ESPECÍMENES EN LA PISCINA DE CURADO.....	41
<i>FIGURA 23.</i> REVENIMIENTO MEZCLA PATRÓN VS DISEÑO PROPUESTO	44
<i>FIGURA 24.</i> RESISTENCIA OBTENIDA MEZCLA PATRÓN Y DISEÑO	46

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIPOS DE HORMIGÓN	8
TABLA 2: FUENTES DE MATERIAS PRIMAS USADAS EN LA FABRICACIÓN DE CEMENTO PORTLAND	11
TABLA 3: TIPOS DE CEMENTO.....	13
TABLA 4: TAMICES STANDARD ASTM	18
TABLA 5:GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO	19
TABLA 6: PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS, CEMENTO Y ADITIVOS.....	30
TABLA 7: DISEÑO MEZCLA PATRÓN.....	32
TABLA 8:DISEÑO DEFINITIVO	37
TABLA 9: DESARROLLO DEL ASENTAMIENTO	39
TABLA 10: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN	42
TABLA 11: REVENIMIENTO DE LA MEZCLA PATRÓN Y EL DISEÑO PROPUESTO	44
TABLA 12: RESISTENCIA OBTENIDA MEZCLA PATRÓN Y DISEÑO	45

1. CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1 TEMA

“CONTROL DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE HORMIGÓN DE FC 240 KG/CM² MEDIANTE ADITIVOS.”

1.2 ANTECEDENTES

Existen proyectos donde requieren que el hormigón tenga un tiempo de durabilidad en estado fresco, más de los 90 minutos de los que permite la norma INEN 1855 (Norma del Hormigón fresco), por este motivo proviene la necesidad de diseñar una nueva dosificación tomando referencia al hormigón f'c 240kg/cm² haciendo énfasis a la ayuda de aditivos que ayuden a extender los 90 minutos permitidos.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema se genera, por el poco tiempo que se dispone para ser vaciado un hormigón, ya sea en obras Comerciales, Residenciales, Industriales, edificaciones, en fin, donde se realiza fundiciones de elementos como columnas, vigas, diafragmas, entre otros, es decir para elementos complicados y demorosos en la colocación del hormigón. Para este tipo de elementos se necesita más de 90 minutos para poder fundirlos, por su complejidad al hacerlo, y por el tiempo que toma en transportar el hormigón desde la planta a la obra, que este tiempo puede ser variable, ya que dependerá la distancia que tomará en transportarlo.

En la actualidad, las obras que involucran el uso del hormigón en Quito, se encuentran en su mayor apogeo, y se hace necesario buscar soluciones para otro problema que surge, que es el clima, por altas temperaturas que en muchas ocasiones se presentan, esto sumado a las demoras de fundiciones en elementos complejos, hacen que el hormigón deba tener un proceso de fraguado retardado, por ello la búsqueda de aditivos que puedan ser adicionados al hormigón sin que se altere su resistencia.

Estos problemas hacen que el acabado del hormigón no sea el correcto, provocando fisuras en el mismo, lo que hace que haya filtraciones de agua en caso de losas.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general.

Diseñar un hormigón distinto a los convencionales, con un control de tiempo de fraguados, mediante aditivos, de tal manera que el hormigón permanezca en estado fresco durante 5 horas, sin que sufra bajas en resistencias.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Realizar la caracterización de los agregados pétreos.
- Definir las cantidades de los componentes que deben combinarse para producir una mezcla que cumpla con las condiciones de resistencias establecidas, de $f'c$ 240kg/cm², aplicando el método de diseño ACI.
- Realizar la mezcla para la muestra patrón con un diseño convencional y fabricar testigos para los ensayos de resistencia.
- Realizar la mezcla objetivo en el laboratorio con las cantidades del diseño preliminar.
- Ajustar el diseño que cumplan con los requerimientos de la investigación.
- Realizar pruebas de resistencia de la mezcla patrón y la mezcla objetivo.

1.5 HIPÓTESIS

La combinación de los diferentes componentes del hormigón, más un aditivo retardante permitirá prolongar el tiempo de trabajabilidad del hormigón fresco y poder satisfacer las necesidades, de los distintos proyectos que lo requieran.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Hormigón Hidráulico

2.1.1 Definición

El hormigón hidráulico es una mezcla homogénea de material cementante, agua, arena, grava y en ciertos casos se utilizan aditivos comunes o especiales (Imcyc, 2003). Actualmente es el material más empleado en la industria de la construcción por la flexibilidad en el moldeo, así como por la economía con respecto a los demás materiales de construcción.

2.1.2 Clasificación

- Hormigón convencional

Es el hormigón que comúnmente se utiliza en elementos estructurales y no estructurales, no tiene componentes especiales.

Ofrece:

- Apropiaada trabajabilidad
- Fácilmente moldeable
- Compatible con todos los compuestos comunes y especiales tales como; aditivos y fibras.
- No contiene compuestos que afecten la resistencia de la mezcla.

- Hormigón estructural

Hormigón que cumple con las especificaciones de los proyectos de ingeniería, se utiliza en elementos estructurales, (Azul, 2015). Además están sujetas a pruebas en estado fresco y endurecido

Ofrece:

- Resistencias entre 25 y 40 MPa.
- Todos los agregados cumplen con los parámetros que exige el control de calidad.
- Excelente trabajabilidad y cohesión, mezcla homogénea.
- La durabilidad es mayor comparado con la de un concreto convencional.

- Hormigones rápidos

Son los hormigones que deben alcanzar el 100% de su resistencia en el menor tiempo (Azul, 2015).

Estos hormigones son usados cuando se requiere desencofrar rápido a su vez se necesita someter a las cargas de servicio a edades tempranas.

Ofrece:

- Ayuda a disminuir el tiempo de ejecución del proyecto.
- Se puede desencofrar en el menor tiempo con respecto a los demás hormigones, depende de la exigencia del proyecto.
- Optimiza el uso de los encofrados
- Disminuye los costos del proyecto.
- La estructura entra en servicio en menor tiempo

- Hormigón arquitectónico

El hormigón arquitectónico, además de cumplir con requerimientos estructurales cumple con características estéticas o decorativas en cuanto a colores y acabados (Azul, 2015). Prevalece el diseño arquitectónico en este tipo de mezclas.

Ofrece:

- Hormigón elaborado con cemento blanco.
- Ofrece gran variedad en cuanto a color y acabados
- Ofrece durabilidad a la resistencia y el color.
- Contienen compuestos especiales tales como minerales y mármol.

- Hormigón permeable

Es un hormigón que permite el paso del agua, son usados especialmente para pavimentos en vías o como filtros en proyectos hidráulicos (Azul, 2015). Además son amigables con el medio ambiente.

Ofrece:

- Permite el paso del agua.

- Es amigable con el medio ambiente.
- La colocación es similar a la de un hormigón convencional
- Ayuda a evitar inundaciones de aguas lluvia.

- Hormigón autonivelante

Es un hormigón que por sus características reológicas se compacta sin necesidad de utilizar vibradores, generalmente se usa en elementos de sección corta, o cuando el acceso al elemento es casi nula (Azul, 2015). Sin embargo se debe evitar la segregación de la mezcla.

Ofrece:

- El diseño dependerá de las especificaciones del proyecto.
- La mezcla se auto compacta en el encofrado, no hay necesidad de vibración.
- La mezcla no presenta segregación.
- Ocupa todos los espacios aun cuando la armadura es muy concentrado.
- Disminuye la mano de obra para su colocación.
- Acabados lisos.

- Hormigón liviano

Es un hormigón de densidad baja, por cuanto sus componentes son de peso ligero, son ideales cuando se quiere reducir la carga muerta (Azul, 2015). Este tipo de hormigones son diseñados con agregados relativamente livianos debido a que el peso de la mezcla depende del peso específico de los agregados.

Ofrece:

- Reduce el peso de la estructura
- Reduce las cargas para el diseño de la cimentación
- Contribuye para tener un diseño sismo resistente porque el peso total de la estructura es menor sabiendo que el efecto sísmico está directamente relacionada con el peso propio.

- Hormigón fluido

Tiene similares características al hormigón auto compactante, se diferencia porque este hormigón es especialmente para elementos estructurales con secciones cortas tales como; columnas, vigas, canales, pilotes entre otros (Azul, 2015). Para alcanzar esta característica es necesario utilizar aditivos fluidificantes de alto rango.

Ofrece:

- Excelente trabajabilidad.
- Facilidad para su colocación, no necesita vibración para el colado.
- Facilidad para moldearse.
- Facilita la colocación en elementos densamente armados.

- Hormigón alta resistencia

Se considera hormigón de alta resistencia cuando supera los 35 MPa en resistencia a la compresión, son utilizados en grandes proyectos de ingeniería donde requieren elevadas resistencias.

Actualmente la tecnología dentro del hormigón está muy avanzado ya ofrecen hormigones que superan los 100 MPa, utilizando compuestos especiales como: fibras, humo de sílice, minerales entre otros.

- Reduce la sección del elemento estructural esto implica reducción del costo de construcción.
- Baja permeabilidad
- Resistencias altas a tempranas edades.

\

Tabla 1: Tipos de hormigón

TIPO DE HORMIGÓN	CARÁCTERÍSTICAS	APLICACIÓN
Convencional	No tiene componentes especiales	Para elementos estructurales y no estructurales.
Estructural	Son los que están sujetos a pruebas de control de calidad.	Para elementos estructurales.
Rápidos	Son los que alcanzan la resistencia de diseño en el menor tiempo.	Son usados en proyectos que necesitan someter cargas de servicio en el menor tiempo.
Arquitectónico	Cumplen con características estéticas y decorativas	Proyectos donde prevalece el diseño arquitectónico.
Permeable	Permite el paso del agua.	Proyectos viales e hidráulicos.
Autonivelante	No necesita vibración al momento de la fundición	Elementos estructurales de secciones cortas.
Liviano	El peso del hormigón es menor con respecto al resto de hormigones	Proyectos donde se necesitan reducir la carga muerta.
Fluido	Los agregados son de menor tamaño.	Se utilizan cuando se tiene un armado del acero de refuerzo bastante concentrado.
Alta Resistencia	Contienen componentes especiales tales como fibras, sílice, minerales entre otros.	Proyectos de gran envergadura tales como puentes, rascacielos entre otros

Tomado de: libro Azul 2015

2.2 Componentes del hormigón

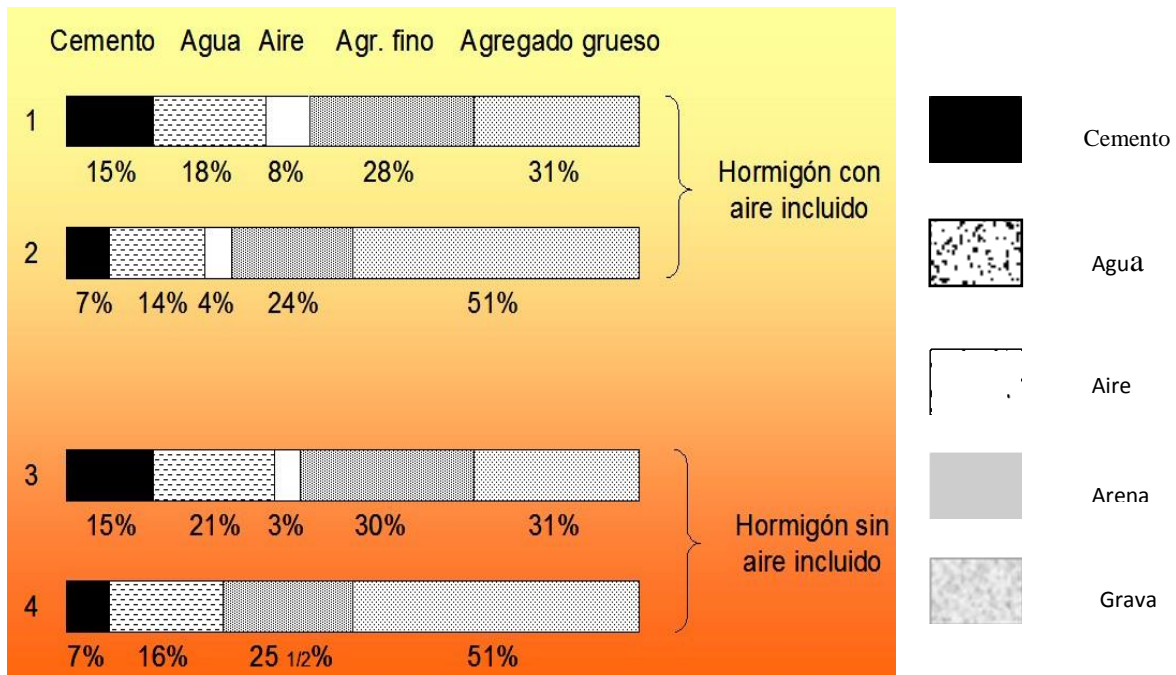


Figura 1. Componentes del Hormigón.

Tomado de: libro UPV (2017)

La Tecnología del hormigón cita los principales componentes del hormigón: Cemento, agua, agregados y aditivos. También se puede citar como otro componente el aire.

El aire en la mezcla siempre se debe tomar en cuenta porque siempre se encuentra aire atrapado dentro de la mezcla que oscila del 0.5 al 2% del volumen del hormigón.

Actualmente los aditivos son muy indispensables para las mezclas porque contribuye a dar ciertas características que los proyectos exigen para sus elementos estructurales, de esta manera en la actualidad el aditivo ya se usa normalmente y forma parte de los componentes principales del hormigón (Gomá, 1979). El cemento Portland es un aglomerante hidráulico, debido a que reacciona

con el agua forma una pasta. La elaboración es a nivel industrial en las plantas cementeras siguiendo estándares de calidad. Dentro de sus componentes principales se puede citar los siguientes;

2.2.1 El cemento portland



Figura 2. Cemento Portland

Tomado de: albaniles.org

- Composición del cemento

- a) Silicato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow$ Alita)
- b) Silicato Dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow$ Belita)
- c) Aluminato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$)
- d) Alumino-Ferrito Tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow$ Celita)
- e) Oxido de Magnesio (MgO)
- f) Oxidos de Potasio y Sodio ($\text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$ Alcalis)
- g) Oxidos de Manganeso y Titanio ($\text{Mn}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2$)

Tabla 2: Fuentes de materias primas usadas en la fabricación de cemento portland

Cal CaO	Sílice SiO ₂	Alúmina Al ₂ O ₃
Aragonita calcárea	Arcilla calcárea	Arcilla calcárea
Calcita	Arcilla (Marga)	Arcilla (Marga)
marinas	Arena	Arcilla calcárea
alcalinos	Basaltos	Arcilla calcárea
Mármol	Volátiles	Arcilla calcárea
Pizarras	Cuarcita	Arcilla calcárea
de Clinker	Piedras calizas	Arcilla calcárea
calcárea	calcárea	Arcilla calcárea
Tiza	calcio	Arcilla calcárea
Hierro Fe ₂ O ₃	Yeso CaSo ₄ .2h ₂ O	Magnesia MgO
Arcilla	Yeso	Magnesia
Ceniza de altos hornos	CaSo ₄ .2h ₂ O	MgO
Escoria de piritita	Yeso natural	
Laminaciones de hierro	Anhidrita	
Mineral de hierro	Sulfato de calcio	
Mineral de hierro	Yeso natural	
Pizarras		
Residuos de lavado de mineral de hierro		

Se describe la materia prima que se utiliza para la fabricación del cemento.

Tomado de: libro Pascal (1993).

- Tipos de Cemento

La norma ecuatoriana INEN, contempla los siguientes tipos de cemento:

- Tipo I. Es utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo, es de uso común...

- Tipo IA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo I, donde se desea incorporación de aire.
- Tipo II. Para uso general, en especial cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo IIA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II, donde se desea incorporación de aire.
- Tipo II(MH). Para uso general, en especial cuando se desea un moderado calor de hidratación y una moderada resistencia a los sulfatos.
- Tipo II(MH)A. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo II(MH), donde se desea incorporación de aire.
- Tipo III. Para ser utilizado cuando se desea alta resistencia inicial o temprana.
- Tipo IIIA. Cemento con incorporador de aire para los mismos usos del Tipo III, donde se desea incorporación de aire.
- Tipo IV. Para ser utilizado cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V. Para ser utilizado cuando se desea alta resistencia a la acción de los sulfatos.
- Tipo HE

El cemento tipo HE proporciona alta resistencia en edades tempranas, usualmente menos de una semana. Este cemento se usa de la misma manera que el cemento portland tipo III (INEN, 2010). Sin embargo se debe realizar los respectivos ensayos para determinar sus propiedades.

Tabla 3: Tipos de cemento

TIPO DE CEMENTO	CARÁCTERÍSTICAS	APLICACIÓN
I	No tienen propiedades especiales	Uso común; morteros hormigones simples.
IA	Incorporador de aire	Zonas con temperaturas bajas.
II	Moderada resistencia a los sulfatos	Uso común se puede usar estructuralmente.
IIA	Incorporador de aire con moderada resistencia a sulfatos	Para hormigones estructurales.
II(MH)	Moderado calor de hidratación	Elementos estructurales tales como losas y pavimentos.
II(MH)A	Moderado calor de hidratación	Elementos estructurales tales como losas y pavimentos.
III	Alta resistencia inicial	Elementos estructurales que requieren altas resistencias tempranas.
IIIA	Alta resistencia inicial con incorporador de aire	Elementos estructurales que requieren altas resistencias tempranas.
IV	Bajo calor de hidratación	Climas cálidos húmedos.
V	Alta resistencia a los sulfatos	Elementos bajo tierra y sumergidos.
HE	Alta resistencia inicial con moderador calor de hidratación	Hormigonados masivos.

Tomado de: Norma INEN

2.2.1 Agregados

Los agregados son los componentes que le dan volumen al hormigón, el volumen de los agregados es aproximadamente el 70% del volumen del hormigón dentro de una mezcla. Son unidos con la pasta de cemento para formar una roca artificial. La resistencia del hormigón depende en gran medida de la resistencia del agregado grueso. Bajo estas condiciones los agregados que van a ser utilizados para las mezclas deben pasar el debido control de calidad.

En las plantas de hormigón pre mezclado existe el respectivo plan de control de calidad de todos los componentes en donde el profesional determina la periodicidad de cada uno de los componentes para realizar



Figura 3. Agregados.

Tomado de: libro Maqtran

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el hormigón, para obtener una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad adecuada (Pascal, 1993). Los agregados deben tener una excelente granulometría de tal manera que ocupen todos los espacios de la estructura del hormigón, y estas a la vez estén unidos por la pasta de cemento.

- Clasificación de los agregados para concreto.

Por su procedencia.

- Agregados naturales.

Los agregados naturales provienen de los procesos geológicos naturales que han ocurrido en el planeta durante miles de años, estos extraídos, seleccionados y

utilizados para la mezcla del hormigón (Pascal, 1993). Estos agregados son generalmente de bajo costo con respecto a los demás agregados.

- Agregados Artificiales.

Los agregados artificiales provienen de un proceso de transformación (trituration) de materiales naturales (Pascal, 1993). Luego de varios subprocesos son seleccionados para la elaboración del hormigón

- Por su gradación.

La gradación o graduación es la distribución granulométrica de las partículas propiedad física muy importante para la elaboración del hormigón (Pascal, 1993). El tamiz N° 4 separa la arena y la grava, el material retenido en el tamiz es grava o material grueso y el material pasante corresponde a la arena o agregado fino.

- Por su densidad.

La densidad corresponde a la Gravedad específica, es la relación entre el peso y el volumen de los sólidos referido a la densidad del agua es un número adimensional, se acostumbra clasificarlos en normales con $G_e = 2.5$ a 2.75 , ligeros con $G_e < 2.5$ y pesados con $G_e > 2.75$ (Pascal, 1993). Son utilizados dependiendo la necesidad de cada proyecto.

- Características físicas.

Condiciones de Saturación.- Parte desde la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial (Pascal, 1993). Además puede asimilar visualmente los conceptos de saturación en sus diferentes etapas.

Peso específico.- Es la relación entre el peso de las partículas y el volumen de las mismas, no se considera los vacíos entre ellas. Las Normas ASTM C-127 establecen el procedimiento estandarizado para la determinación en laboratorio de

la propiedad física (Pascal, 1993). Su valor para agregados normales oscila entre 2,500 y 2,750 kg/m³.

Peso unitario.-Es la relación entre el peso de las partículas y el volumen total, se incluye los vacíos, Tiene gran importancia el acomodo que puedan tener entre las partículas (Pascal, 1993). El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1,500 y 1,700 kg/m³.

Porcentaje de Vacíos.- Es el volumen de los vacíos expresado en porcentaje, depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo similar al peso unitario (Pascal, 1993). La expresión para calcular según la norma ASTM C-29 es la siguiente:

$$\% \text{ de vacios} = 100 \left[\frac{(S * W) - M}{S * W} \right]$$

Donde:

S= Peso específico

W=Densidad del agua

M= Peso unitario compacto seco

Absorción.- “Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.” (Pascal, 1993).

$$\% \text{ de absorción} = \frac{\text{Peso SSS} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

Porosidad.- Corresponde al volumen de espacios dentro de las partículas de agregados.

Representa la estructura interna de las partículas (Pascal, 1993). Los valores usuales en agregados normales pueden oscilar entre 0 y 15% aunque por lo general el rango común es del 1 al 5%.

En agregados ligeros, se pueden tener porosidades del orden del 15 al 50%.

Humedad.- Se denomina humedad a la cantidad de agua superficial retenida por las partículas de agregado (Pascal, 1993). Es una propiedad muy importante dentro del diseño de mezclas, siempre se debe determinar la cantidad de agua que posee el agregado al momento de realizar la prueba pues cambia conforme cambia la temperatura del ambiente en donde se almacena los agregados.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Seco}} * 100$$

- Análisis granulométrico

La finalidad es determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente.

A esto es lo que se denomina análisis granulométrico o granulometría, que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada (Pascal, 1993). Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos específicos muy diferentes, hay que hacer las conversiones a volumen absoluto para que se represente realmente la distribución volumétrica que es la que interesa para la elaboración de concreto.

Tabla 4: Tamices standard ASTM

DENOMINACIÓN DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILIMETROS
3"	3.0000	76.2000
1 1/2"	1.5000	38.1000
3/4"	0.7500	19.0500
3/8"	0.3750	9.5250
N°4	0.1870	4.7498
N°8	0.0937	2.3800
N°16	0.0469	1.1913
N°30	0.0234	0.5944
N°50	0.0117	0.2972
N°100	0.0059	0.1499
N°200	0.0029	0.0737

Se presenta la serie de tamices utilizada para el análisis granulométrico.

Tomado de: Pascal (1993)

- El módulo de fineza.

En la búsqueda de caracterizaciones numéricas que representaran la distribución volumétrica de las partículas de agregados, se definió hace muchos años el Módulo de Fineza.

Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el año 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz No 100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica. (Pascal, 1993). Debe tenerse muy en claro que es un criterio que se aplica tanto a la piedra como a la arena.

A continuación se presenta un estudio granulométrico de una arena extraída de un ejemplo del texto Pascal, Carvajal. Se muestra la tabla y el gráfico.

Tabla 5: Granulometría del agregado fino

MASA INICIAL (g):		576	MUESTRA	ARENA			
TAMIZ		RETENIDO		% RETENIDO	% PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
		PARCIAL (g.)	ACUMULADO (g.)				
3/8"	9,35 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
No.4	4,75 mm	1.0	1.0	0.2	99.8	95	100
No.8	2,36 mm	2.0	3.0	0.5	99.5	80	100
No.16	1,18 mm	15.0	18.0	3.1	96.9	50	85
No.30	0,60 mm	121.0	139.0	24.1	75.9	25	60
No.50	0,30 mm	271.0	410.0	71.2	28.8	10	30
No.100	0,15 mm	140.0	550.0	95.5	4.5	2	10
No.200	0,075 mm	25.0	575.0	99.8	0.2	0	5
BANDEJA		1.0	576.0	100.0	0.0		
TOTAL		576.0	M. FINURA	1.95	98.053		

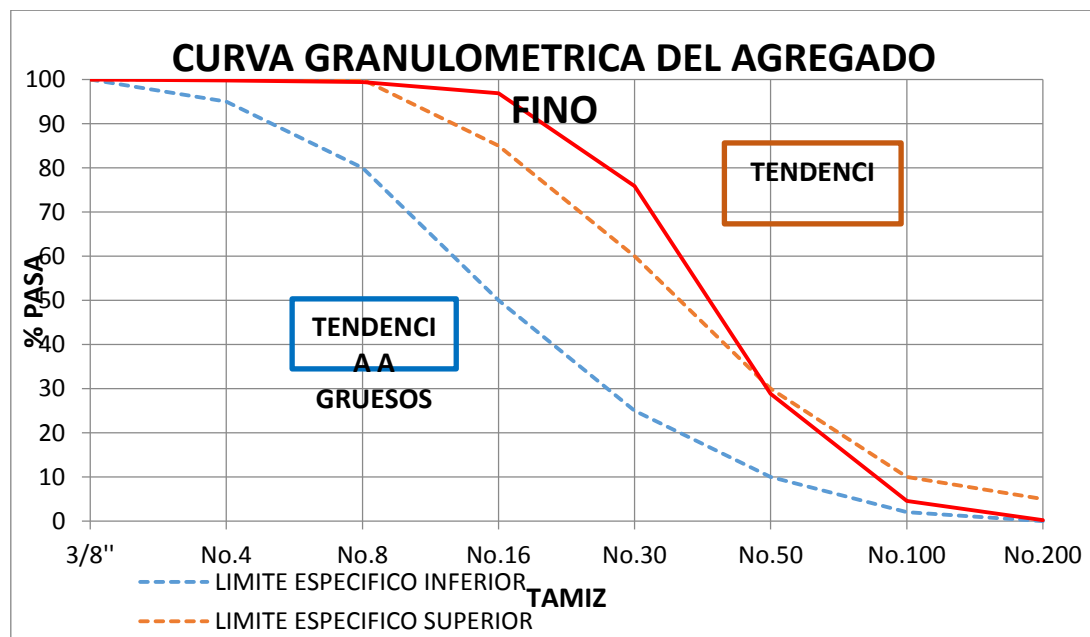


Figura 4. Curva granulométrica de la arena

2.2.2 Agua



Figura 5. Agua para Concreto

Tomado de: libro de Tecnología de los materiales (2015)

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante al reaccionar con este. Debe cumplir con la norma NTE INEN 1108. A falta de agua potable, esta debe reunir las siguientes condiciones mínimas:

- 1) El agua de la mezcla debe ser clara y de apariencia limpia, libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que puedan ser dañinas para el hormigón o para el acero de refuerzo (INEN, 2010). Sin embargo se debe verificar el tipo de agua que se usa para la mezcla.
- 2) El agua proveniente de las operaciones de lavado de las mezcladoras u otras provenientes de los procesos de elaboración del hormigón, podrá ser utilizada para el mezclado, siempre que cumplan con los límites indicados en la norma NTE INEN 1108 (INEN, 2010). Sin embargo se debe verificar el tipo de agua que se usa para la mezcla.

2.2.3 Aditivos



Figura 6. Aditivos para Hormigones

Tomado de: Libro Eddy.h

Los aditivos provienen de naturaleza orgánica e inorgánica que se utiliza como un componente más del hormigón su adición lo determina el diseñador en cantidad así como también el momento en el que se debe adicionar (Arquys Arquitectura, 2017). Los aditivos orgánicos son aquellos aditivos que son formados por surfactantes hidrofílicos que al disolverse en el agua dispersan las partículas de cemento y contribuyen al mejoramiento de las propiedades reológicas del concreto. Los principales aditivos de origen orgánico son los superplastificantes. (Alonso, 2009). La dosificación del aditivo viene dado al peso del cemento variando desde 0.1% hasta un 2% generalmente, como se puede ver la cantidad con respecto a los otros componentes es irrelevante pero el efecto es notorio en las mezclas.

Los aditivos se pueden clasificar según sus funciones, como sigue:

- Inclusor de aire
- Reductores de agua

- Plastificantes
- Aditivos acelerantes de fraguado y resistencia
- Aditivos retardantes.
- Aditivos que controlan la hidratación
- Inhibidores de corrosión
- Reductores de retracción
- Inhibidores de reacción álcali-agregado
- Aditivos colorantes
- Aditivos diversos, tales como aditivos para mejorar la trabajabilidad (manejabilidad), para mejorar la adherencia, a prueba de humedad, impermeabilizantes, para lechadas, formadores de gas, anti-deslave, espumante y auxiliares de bombeo (Arquys Arquitectura, 2017). En el mercado existe una alta gama de aditivos, el diseñador debe tener el criterio técnico para elegir el o los aditivos adecuados.

2.3 Aditivos retardante de fraguado

La característica principal de estos aditivos es disminuir el tiempo de fraguado de la mezcla fresca dando un mayor tiempo de trabajabilidad para el vaciado en obra, generalmente cuando el vaciado es demasiado lento (Constructor Civil, 2010). Se utiliza cuando se tiene climas calurosos o también cuando la obra con respecto a la planta de hormigón es largo lógicamente se va tener un prolongado tiempo de viaje. Esta característica se atribuye porque el aditivo es absorbido por las partículas de cemento dilatando el contacto del agua con el cemento (Constructor Civil, 2010). Los aditivos retardadores de fraguado se emplean para retrasar el tiempo de fraguado del concreto, dando con esto más tiempo para el manejo del concreto en la obra, especialmente cuando se trata de colados grandes y cuando no se cuenta con suficiente personal. Este tipo de aditivos son de mucha utilidad cuando los trabajos se tienen que realizar en climas calientes y/o cuando se espera que el transporte del concreto tome mucho tiempo.

El uso principal se amerita en los siguientes casos:

- Tiempo de viaje prolongado
- Vaciados lentos
- Climas cálidos
- Longitud de tubería para bombeo largas.

2.4 Campos de aplicación del hormigón

- Pavimentos para patios, vías entre otros.
- Estructuras de puentes y túneles.
- Muros pantalla, muros de contención
- Plantas industriales.
- Estructuras para proyectos hidráulicos
- Cimentaciones en la mayoría de las edificaciones.
- Infraestructuras marinas.
- Proyectos de vivienda
- Estructuras de hormigón masivo.
- Acueductos y obras de saneamiento.

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Método de diseño

Dentro de los métodos de diseño de mezclas la mayoría es desarrollada con procedimientos empíricos acompañado de una base científica para obtener un procedimiento, mismo que ayuda a obtener las proporciones de cada uno de los componentes.

En la presente investigación se desarrollará aplicando la metodología de diseño propuesta por el ACI

3.1.1 Diseño de mezclas método ACI

El comité 211 del ACI desarrolló un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple el cual, se basa en algunas tablas elaboradas mediante ensayos de los agregados, nos permiten obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cubica del concreto, el procedimiento fue desarrollado para dosificar al volumen y al peso.

En todo proyecto de ingeniería se utiliza hormigón estructural en donde se especifica las características principales del hormigón en estado fresco y endurecido.

- Principales especificaciones para diseño.
 - Relación agua/cemento.
 - Contenido de cemento (Factor cemento).
 - Contenido máximo de aire.
 - Asentamiento.
 - Tamaño máximo del agregado grueso.
 - Resistencia en compresión mínima.
 - Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos o la utilización de tipos especiales de cemento.

- Secuencia de diseño
 - Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada, y la desviación estándar de la compañía constructora.
 - Selección de tamaño máximo de agregado grueso.
 - Selección del asentamiento.
 - Selección del volumen de agua de diseño.
 - Selección del contenido del aire.
 - Selección de la relación agua-cemento, por resistencia y durabilidad.
 - Determinación del factor cemento.
 - Determinación del contenido de agregado grueso.
 - Determinación de volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.
 - Determinación del volumen absoluto del agregado fino.
 - Determinación del peso seco del agregado fino.
 - Determinación de los valores de diseño del cemento, agua aire agregados finos y gruesos.
 - Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.
 - Determinación de la proporción en peso, de diseño y de obra
 - Determinación de los pesos por tanda de un metro cúbico cuando la producción por medio de una planta hormigonera.

Como se mencionó anteriormente el método es aproximado, para poder controlar el diseño se debe hacer varias pruebas de laboratorio, además se debe seguir un plan de control de calidad de todos los componentes del hormigón.

3.2 Diseño de Mezcla

3.2.1 Especificaciones del diseño

Se desea calcular las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en vigas, columnas y elementos de secciones cortas en donde la colocación de la mezcla es bastante lenta, entonces se requiere que la

mezcla permanezca trabajable hasta un tiempo de 5 horas sin que exista una afectación en la resistencia a la compresión final, es decir a los 28 días.

- Resistencia a la compresión especificada 24 MPa a los 28 días, con una desviación estándar de 2 MPa.
- Tamaño del agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " (19 mm).
- Asentamiento de 18 ± 2 cm

3.2.2 Propiedades físicas de los agregados y cemento

La caracterización de los agregados fue facilitada por la Empresa Hormigonera Equinoccial, los agregados son los que usan para la producción diaria y están sujetos a un plan de control de calidad estricto, actualmente bajo las especificaciones que sugiere el proyecto Metro de Quito.

- Cemento

Para la presente investigación se utilizó el cemento Chimborazo tipo HE, el mismo que cumple con los requisitos que la norma ecuatoriana INEN 2380 exige, se logra que el concreto tenga una mayor, resistencia, trabajabilidad, impermeabilidad y pueda ser resistente a la acción de ataques químicos, aguas residuales, reacciones química de los agregados, sulfatos, entre otros.



Figura 7. Cemento Chimborazo tipo HE

- Agregados

Agregado Grueso

El agregado grueso se utiliza el tamaño Huso 67 de 19 mm, proveniente de la mina Pifo el mismo que cumple con los requerimientos de granulometría para el diseño de la mezcla, las demás propiedades se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



Figura 8. Agregado Grueso Pifo

Agregado fino

Para mejorar la granulometría del agregado fino se utiliza dos arenas las cuales son:

Arena Pifo

Tiene una tendencia de arena gruesa por cuanto su módulo de finura es 3.4. Las demás características se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



Figura 9. Arena Pifo

Arena San Antonio.

Tiene una tendencia fina por cuanto su módulo de finura es 2.8. Las demás características se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



Figura 10. Arena San Antonio

- Agua

El agua que proviene de la red pública entonces se puede decir que es agua potable.

- Aditivos

Para elegir el tipo de aditivo se asesoró con los técnicos de SIKA ECUATORIANA, los mismos que sugirieron trabajar con un aditivo súper plastificante y otro, un mantenedor de cono (trabajabilidad), entonces se procedió a realizar las pruebas con los siguientes aditivos;

- *Aditivo VISCOCRETE 20 HE, cumple con la norma ASTM C 494*

Descripción del producto

Aditivo líquido reductor de agua de alto rango y súper plastificante de alto desempeño para concretos, no contiene cloruros.

Ventajas

Alta compactación ideal para hormigones autocompactantes.

Alta reducción de agua, produciendo concretos de alta resistencias y gran impermeabilidad.

Altas resistencias iniciales.

Disminución de la retracción del concreto.



Figura 11. Aditivo VISCOCRETE 20 HE

- *Aditivo VISCOFLOW 55*

Descripción del producto

Es un aditivo diseñado para mantener la manejabilidad (trabajabilidad) de mezclas de concreto en base de la tecnología PCE, no contiene cloruros.

Diseñado para cumplir la norma ASTM C 494 Como tipo F.

Ventajas del producto

- Es compatible con otros aditivos
- Mantiene la manejabilidad por un tiempo prolongado
- Mantenimiento del slump sin retardos del fraguado con el subsecuente rápido desarrollo de las resistencias.
- Slump y plasticidad del concretos constantes durante horas.

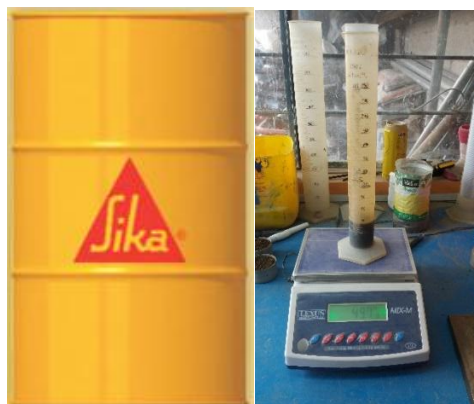


Figura 12. Aditivo VISCOFLOW 55

Tabla 6: Propiedades físicas de los agregados, cemento y aditivos.

N°	Material	Procedencia	Propiedades Físicas del Agregado, Cemento						
			Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	MF	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	Mailla > 200	
1	Cemento Tipo HE	Chimborazo - UCEM	3015						
2	Agua	Planta Quito	1000						
3	Arena PIFO	50.00 % PIFO	2590	2.6	3.4	1630	1820	12.70	
4	Arena San Antonio	50.00 % San Antonio	2466	4.1	2.8	1600	1840	15.60	
5	Piedra Huso 67 - PIFO	100.00 % PIFO	2560	2.9	6.5	1360	1520	0.90	
6	Aditivo Viscoflow 55	0.003 % SIKA ECUATORIANA							
7	Aditivo Viscocrete 20 HE	0.004 % SIKA ECUATORIANA							

Nota: Se describe las propiedades físicas de los materiales a utilizar en la investigación.

3.3 Diseño Mezcla Patrón

Para tener un punto de comparación se procede a realizar un diseño patrón en donde se obtendrá los mismos asentamientos sin la adición de aditivos, que el diseño especificado para la investigación, teniendo la referencia se podrá comparar las propiedades mecánicas así como también el costo de producción de cada uno de los diseños.

El diseño se realiza con la ayuda de una hoja electrónica en Excel en donde está programado todo el procedimiento del método ACI, para poder tener las cantidades para 1 m³ de mezcla y posteriormente las proporciones para 30 litros de mezcla para realizar pruebas a nivel laboratorio.

FORMATO ACI: FORMULACIÓN DEL DISEÑO

Tabla 7: Diseño Mezcla Patrón

N°	Material	Procedencia	Propiedades Físicas del Agregado, Cemento y Aditivo							Formulación del Concreto				
			Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	MF	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	Humedad (%)	Malla > 200	Peso sss (kg)	Volumen absoluto (m ³)	Peso corregido por humedad (kg)	Peso de la tanda (kg)	Peso Seco (kg)
1	Cemento Tipo HE	Chimborazo - UCEM	3015							330	0.1095	330	6.60	330.00
2	Agua	Planta Quito	1000							221	0.2211	227.9	4.56	275.20
4	Arena PIFO	50.00% PIFO	2590	2.6	3.4	1630	1820	3.00	12.70	475	0.1835	477	9.54	462.78
5	Arena San Antonio	50.00% San Antonio	2466	4.1	2.8	1600	1840	2.00	15.60	452	0.1835	443	8.86	433.84
9	Piedra Huso 67 - PIFO	100.00% PIFO	2560	2.9	6.5	1360	1520	3.00	0.90	800	0.3125	801	16.02	776.91
17	% Aire Atrapado	1.00%								3.3	0.0100			
Peso Total (kg.)										2282.04	1.0200	2278.74	45.57	2278.74

FC (kg)	330
Material cementante (kg)	330
a/c	0.670

Tomado de: método ACI.

Las pruebas de laboratorio se realizan en las instalaciones del laboratorio LABSCOTEST CIA. LTDA. En donde se tienen todos los equipos necesarios para el desarrollo de la investigación.

3.3.1 Procedimiento para la prueba de laboratorio

- Humedades de los agregados

Para obtener la corrección del agua por humedad se debe sacar la humedad del material en el instante que se va a realizar la prueba obteniendo una muestra representativa del agregado.

Es importante que la muestra este homogenizada para obtener la humedad bastante ajustada para la muestra.

- Pesaje de los materiales.

Una vez obtenida las cantidades para la prueba de laboratorio se procede a pesar cada uno de los componentes.



Figura 13. Pesaje de los materiales

- Mezclar los materiales

Los materiales se deben agregar según el orden que se detalla a continuación;

- Adicionar $\frac{3}{4}$ partes del agua de diseño.
- Poner todo el agregado grueso.
- Poner todo el agregado fino.
- Poner todo el cemento.
- Poner el resto del agua.
- Dejar que mezcle 5 minutos a una velocidad de 30 rpm.



Figura 14. Adición de los componentes a la mezcladora mecánica.

3.3.2 Prueba de asentamiento

El ensayo se realiza de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM C- 143.

Para alcanzar el asentamiento que especifica el diseño se realizó varios ajustes, entonces se procede a realizar el ensayo a los 5 minutos de mezcla. Dando 20 cm de asentamiento.



Figura 15. Ensayo de asentamiento.

3.3.3 Elaboración de especímenes

Los especímenes se elaboran de acuerdo a la normativa ASTM C 31.

Se fabricaron 4 cilindros de 20 cm de diámetro y 30 cm de altura para ser ensayados a los 7 y 28 días y determinar la resistencia a la compresión.



Figura 16. Elaboración de especímenes

Los especímenes se deben poner a buen recaudo protegiendo del sol, lluvia y otros agentes perjudiciales para que luego de 24 horas sean desencofrados y puestos en la cámara de curado.



Figura 17. Especímenes fabricados.

3.4 Diseño definitivo

Al igual que la mezcla patrón se sigue el mismo procedimiento para el diseño definitivo, las proporciones se ajustó luego de varias pruebas, a continuación los resultados se presenta en la

Tabla 8:Diseño definitivo

N°	Material		Procedencia	Propiedades Físicas del Agregado, Cemento y Aditivo						Formulación del Concreto						
				Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)	MF	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	Humedad (%)	Malla > 200	Peso sss (kg)	Volumen absoluto (m ³)	Peso corregido por humedad (kg)	Peso de la tanda (kg)	Peso Seco (kg)	
1	Cemento Tipo HE		Chimborazo - UCEM	3015							330	0.1095	330	9.90	330.00	
2	Agua		Planta Quito	1000							188	0.1881	195	5.86	244.60	
4	Arena PIFO	50.00 %	PIFO	2590	2.6	3.4	1630	1820	3.00	12.7	496	0.1916	498	14.94	483.26	
5	Arena San Antonio	50.00 %	San Antonio	2466	4.1	2.8	1600	1840	2.00	15.6	472	0.1916	462	13.87	453.04	
9	Piedra Huso 67 - PIFO	100.00 %	PIFO	2560	2.9	6.5	1360	1520	3.00	0.9	836	0.3264	836	25.09	811.29	
12	Viscoflow 55	0.40%	SIKA	1150							1.32	0.0011	1.32	0.0396		
13	Viscocrete 2100 HE	0.50%	SIKA	1100							1.65	0.0015	1.65	0.0495		
17	% Aire Atrapado	1.00%									3.3	0.0100				
										Peso Total (kg.)		2328.7	1.0200	2325.49	69.76	2322.19
FC (kg)								330								
Material cementante (kg)								330								
a/c								0.570								

Nota: En esta tabla se presenta las proporciones en peso del diseño planteado para la presente investigación.

3.4.1 Adición de aditivos

El orden de la adición de los aditivos se debe seguir estrictamente de la siguiente manera:

Primero se adiciona el aditivo VISCOCRETE 20 HE, esperar 1 minuto de mezcla con el aditivo y adicionar el aditivo VISCOFLOW 55, dejar mezclar por lo menos 2 minutos para que la mezcla sea homogénea.

Es importante echar el aditivo con una cierta cantidad del agua de diseño, para que pueda expandirse y no perderse en las paredes del mezclador.



Figura 18. Mezcla definitiva

3.4.2 Características de la mezcla fresca

La mezcla permaneció trabajable 4 horas llegando a un asentamiento de 12 cm, pero se prolongó a las 5 horas con la redosificación del aditivo VISCOFLOW 55.

La redosificación del aditivo VISCOFLOW 55 se debe realizar luego de las 4 horas de la mezcla al 0.1% del peso del cemento, esto tiene que realizarse estrictamente en ese tiempo porque si adicionamos todo el aditivo inicialmente el asentamiento de la mezcla tiende a dispararse por fuera del rango medible en el cono de Abrams.

La mezcla tuvo la característica de auto compactante, esta característica se dio por la adición del aditivo VISCOCRETE 20 HE, el mismo que es favorable porque el presente

diseño es destinado para elementos de secciones cortas como son columnas, vigas, muros, etc, debido a que es muy difícil introducir el vibrador para una buena compactación del hormigón.

3.4.3 Prueba de asentamiento

El ensayo se realiza de acuerdo a las especificaciones de la norma ASTM C- 143.



Figura 19. Ensayo de asentamiento mezcla definitiva

El desarrollo del asentamiento versus el tiempo se presenta a continuación en la Tabla 9: Desarrollo del asentamiento

Tiempo (minutos)	Slump (cm)
10	19.0
30	20.0
60	20.0
120	20.0
150	19.0
180	18.0
210	15.0
240	12.0

Nota: Se presenta el comportamiento de la mezcla en función del tiempo.

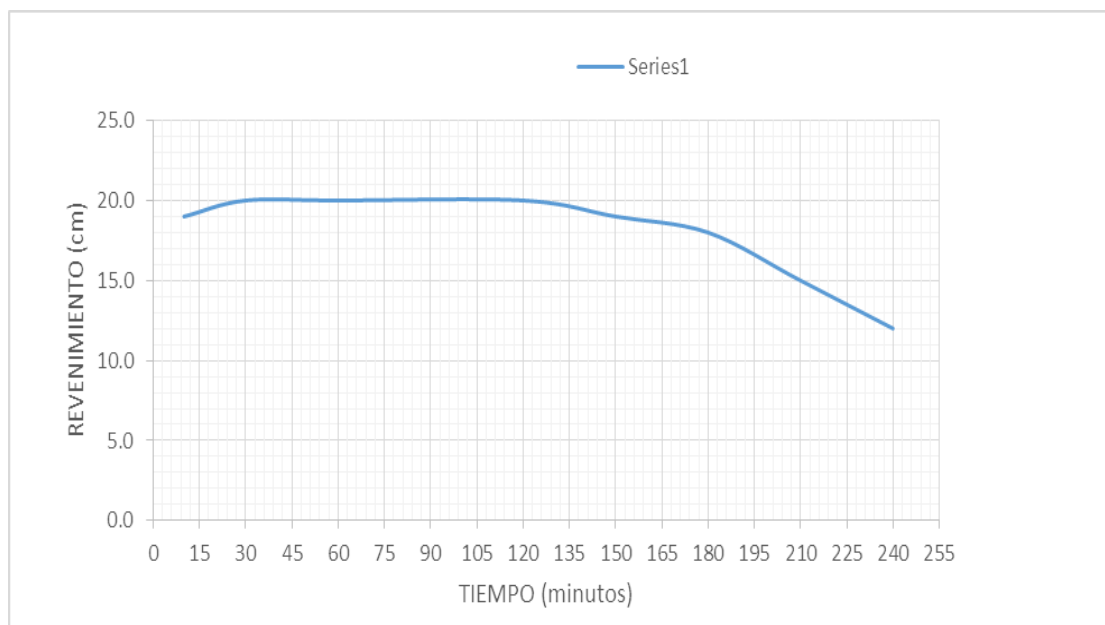


Figura 20. Desarrollo del asentamiento

Esta gráfica se puede observar como el asentamiento permanece trabajable después de 4 horas, esto es gracias al comportamiento del aditivo VISCOFLOW 55, esta curva a la vez indica que es la adecuada para la elaboración del hormigón planteado.

3.4.4 Elaboración de especímenes diseño definitivo

Al igual que la mezcla patrón se realiza 4 especímenes para las pruebas de resistencia a los 7 y 28 días.



Figura 21. Especímenes diseño definitivo

3.4.5 Curado de los especímenes

Luego de 24 horas de elaborado los especímenes de la mezcla definitiva, así como de la mezcla patrón se procede a desencofrar y poner a la piscina de curado para los respectivos ensayos a los 7 y 28 días.

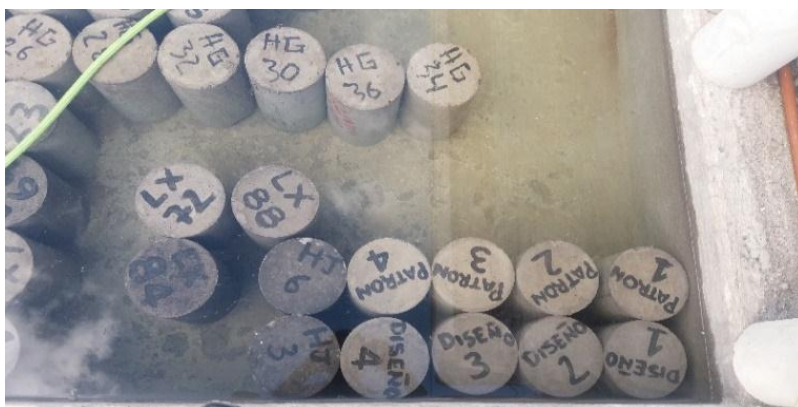


Figura 22. Especímenes en la piscina de curado.

3.5 Pruebas de resistencia

Los ensayos a compresión de los testigos se realiza a la edad de 7 y 28 días, dos testigos por cada edad, paralelamente se ensaya los testigos de la mezcla patrón para realizar la comparación técnica y económica.

Los ensayos se realizaron en las instalaciones del laboratorio LABSCOTEST S.A. en donde el laboratorio emitió el respectivo informe con los resultados obtenidos.

Tabla 10: Resultados de los ensayos a compresión

ITEM	TESTIGO	fc' Esp. (Mpa)	EDAD (días)	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	CARGA (KN)	RESISTENCIA (Mpa)	PROMEDIO (Mpa)	% Fc req.
1	PATRON 1	24	7	150	300	210,6	11,67	12,06	50,27
2	PATRON 3	24		150	300	223,1	12,46		
3	DISEÑO 2	24		150	300	314,7	17,57	16,09	67,04
4	DISEÑO 4	24		150	300	261,8	14,61		
1	PATRON 2	24	28	150	300	397,6	22,18	24,13	100,5
2	PATRON 4	24		150	300	467,1	26,08		
3	DISEÑO 1	24		150	300	467	26,07	32,53	135,5
4	DISEÑO 3	24		150	300	698,5	39		

Nota: Se presenta los resultados de los ensayos a compresión simple en donde se muestra la resistencia de los diseños realizados en la investigación.

4. CAPÍTULO IV. INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Análisis técnico

El diseño de mezcla realizado en la presente investigación se realizó con el método ACI 311, al igual que la muestra patrón. Se realizó dos diseños para poder observar las ventajas de utilizar aditivos actualmente en las mezclas, y principalmente para poder conseguir las características físicas del hormigón fresco que se propuso al inicio del presente trabajo.

A continuación se analizará los principales parámetros de la mezcla en estado fresco.

4.1.1 Asentamiento

El comportamiento de las dos mezclas fueron muy diferentes la mezcla patrón tuvo un asentamiento inicial de 20 cm, para luego después de 90 minutos caer a 5 cm de asentamiento teniendo una mezcla no plástica no apto para bombeo y su respectivo colado.

A diferencia de la mezcla propuesta se mantuvo hasta las 4 horas bombeable, se pudo prolongar a las 5 horas trabajable redosificando al 0.1% del peso del cemento. Esto lo podemos aplicar en la obra al momento que pasa el tiempo, porque si se añade al inicio de la mezcla tiende a segregar la mezcla.

El comportamiento de las dos mezclas se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

El aporte del aditivo es totalmente importante para conseguir estas características en el hormigón fresco, en la actualidad la mayoría de las mezclas de hormigón estructural tiene aditivos entre los componentes.

Tabla 11: Revenimiento de la mezcla patrón y el diseño propuesto

DISEÑO		PATRON	
Tiempo (minutos)	Slump (cm)	Tiempo (minutos)	Slump (cm)
10	19	10	20
30	20	30	16
60	20	60	10
120	20	90	5
150	19	-	-
180	18	-	-
210	15	-	-
240	12	-	-

Nota: Se realiza la comparación de los ensayos de asentamiento de los dos diseños.

A continuación se puede visualizar mejor en el grafico

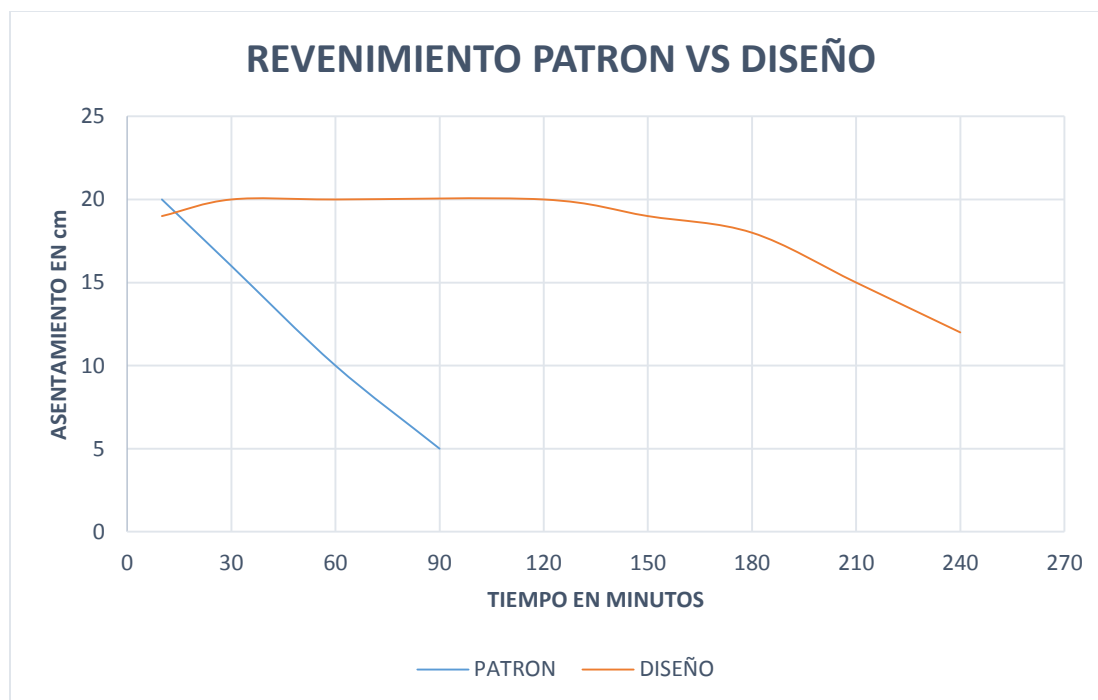


Figura 23. Revenimiento mezcla Patrón vs Diseño propuesto

En esta tabla se puede determinar que el hormigón prolonga su trabajabilidad en relación al diseño patrón, esto con la ayuda del aditivo descrito anteriormente.

4.1.2 Resistencia

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el ensayo a compresión de los especímenes tomados para las dos mezclas se pudo determinar la resistencia a los 7 y 28 días. Los resultados se pueden apreciar en la Nota: . Los resultados arrojados nos mostró que el diseño que lleva aditivo tiene una mejora en la resistencia versus el diseño de la mezcla patrón, este análisis se puede realizar debido a que se utilizó el mismo factor cemento para las dos mezclas lo único que varió fue la cantidad de agua de diseño, modificando la relación agua/cemento, parámetro determinante de la resistencia en el hormigón.

Tabla 12: Resistencia obtenida Mezcla Patrón y Diseño

DISEÑO				PATRON			
Edad (días)	Resistencia (Mpa)	fc' req. (Mpa)	% fc'	Edad (días)	Resistencia (Mpa)	fc' req. (Mpa)	% fc'
7	16.09	24	67.04	7	12.06	24	50.27
28	32.54		135.58	28	24.13		100.54

Nota: Se presenta la resistencia obtenida Mezcla Patrón y Diseño

El porcentaje obtenido de la mezcla patrón nos da un 100.54% el mismo que está en el límite de la resistencia especificada, en cambio el diseño propuesto alcanza un 135.58% de la resistencia especificada esto quiere decir que aún se puede optimizar el diseño reduciendo el factor cemento de esta mezcla.

Cabe recalcar que las dos mezclas fueron elaboradas en las mismas condiciones y con los mismo equipos para poder realizar una comparación, al igual que los especímenes fueron puestos a curar en las mismas condiciones esto hace que los resultados tenga una validez técnica confiable.

A continuación se muestra el desarrollo de la resistencia de las dos mezclas según la edad de los especímenes.



Figura 24. Resistencia obtenida mezcla Patrón y Diseño

En la tabla descrita se puede observar que los resultados obtenidos son favorables, logrando cumplir con el objetivo general de esta tesis.

4.2 Validación de la hipótesis

Al inicio del presente trabajo de investigación se planteó diseñar un hormigón, el mismo que tenía que permanecer trabajable cinco horas luego de su fabricación sin perjudicar la resistencia de la mezcla, de acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño propuesto se puede concluir que se pudo obtener resultados satisfactorios validando de esta manera la hipótesis planteada.

El uso de los aditivos fue fundamental para conseguir las especificaciones que exigía el presente trabajo, los aditivos usados fue de casa de aditivos SIKA ECUATORIANA.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se consiguió la característica principal de la mezcla, el tiempo de trabajabilidad se pudo extender gracias a la aplicación de los aditivos VISCOFLOW 55 y VISCOCRETE 20 HE en las proporciones mostradas en la tabla de diseño.
- La mezcla fue elaborada a nivel de laboratorio con ciertos ajustes en el momento de la mezclar, de esta manera conseguir la consistencia adecuada.
- Los materiales usados en el presente trabajo fue con la colaboración de la HORMIGONERA EQUINOCCIAL, el materia utilizado fue de la mina Pifo, y arena fina de la mina de San Antonio, la mezcla de todos los agregados hizo que la mezcla tenga un adecuado acomodo entre las partículas porque mejoró la granulometría.
- El cemento utilizado es el tipo HE, que tiene la característica de obtener altas resistencias a tempranas edades, favoreciendo a la resistencia de la mezcla propuesta.
- La caracterización de los agregados es el punto inicial para un diseño adecuado de una mezcla, cabe señalar que para cumplir con las especificaciones de grandes proyectos de ingeniería las empresas de hormigón premezclado deben cumplir con un estricto Control de Calidad de todos los componentes de la mezcla.
- El método de diseño utilizado ACI, es bastante empírico, esto quiere decir que lo que nos arroja la hoja de cálculo no es la última palabra, siempre se debe comprobar el diseño en el laboratorio para luego ser llevado a obra y ajustar el diseño en el sitio de producción.
- En el diseño propuesto se obtuvo un exceso del 35.8 % de la resistencia especificada el cual indica que la mezcla aún puede ser optimizada para disminuir el costo de producción.

REFERENCIAS

Barriga, P, (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño*.

Gomá F. (1979). *El cemento Portland y otros Aglomerantes*. Barcelona, España: Editorial ETA.

Gutiérrez de López, (2003). *El concreto otros materiales para la construcción*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Segunda Edición.

Mar Alonso, Puertas F., Palacios M. (2009). *Aditivos para el Hormigón*. Madrid, España. Editorial SAE

Pascal Carbajal, E. ,(1993). *Temas de tecnología del concreto en el peru*. Lima.

Portland Cement Association, (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*, Skokie, Illinois EE.UU, EB201.

Sánchez de Guzmán, D, (2001). *Tecnología del Concreto y del mortero*. Bogotá, Colombia. Quinta edición.

6. ANEXOS

ANEXO 1. Ensayo a compresión - Resultados del laboratorio a los 7 días.



001 N° 0046889

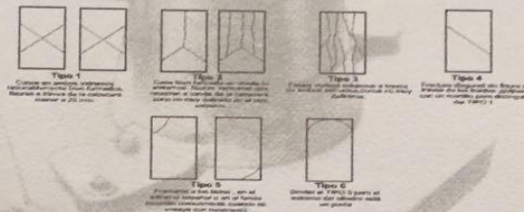
TOPOGRAFIA, CALCULOS ESTRUCTURALES
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS,
ENSAYOS SPT, DENSIDADES NUCLEARES,
EXTRACCIONES DE NUCLEOS, TOMA DE
TESTIGOS, ENSAYOS ESCLEROMETRICOS,
ADITIVOS PARA EL HORMIGON,
ALISADO DE PISOS, IMPERMEABILIZACIONES

LABORATORIO DE CONCRETOS
ENSAYOS DE CONCRETO A LA COMPRESION
NORMA ASTM C-39/C39M-12a

OBRA: CONTROL DE CALIDAD
LOCALIZACION: QUITO
FISCALIZADOR:
HORMIGONERA: HECHO EN LABORATORIO
REFRENTADO, SOLICITADO: NO ADHERIDO (ASTM C 1231)
ORDEN DE TRABAJO: OT- 09-0013475-01

SOLICITADO POR: SR. JOSE LUIS PÁDILLA
LABORATORISTA: SR. SAMUEL ANASI
REVISADO POR: ING. MARCELO GALLARDO
FECHA: 5 de octubre de 2017
RESISTENCIA: 23,55 MPa

N°	DESCRIPCION ESTRUCTURA	F (mm)	h (mm)	AREA (mm2)	VOLUMEN (mm3)	MASA (gr)	P. UNIT. (gr/cm3)	FECHAS			CARGA (KN)	RESIST. (MPa)	%f'c	PROM.	ESQUEMA FRACTURA
								FUNDICION	EDAD	ENSAYO					
1	PATRON	151,00	302,10	17907,86	5409066	12242	2,26	7-Sep-17	7	14-Sep-17	210,6	11,76	80	80	5
2	PATRON	150,00	301,00	17671,46	5319109	12241	2,30	7-Sep-17	7	14-Sep-17	223,1	12,62	84	84	5
2	DISEÑO	150,00	300,00	17671,46	5301438	12252	2,31	7-Sep-17	7	14-Sep-17	314,7	17,81	76	76	5
4	DISEÑO	150,00	301,20	17671,46	5322643	12241	2,30	7-Sep-17	7	14-Sep-17	261,8	14,81	83	83	5



OBSERVACIONES : MUESTRAS TOMADAS Y TRANSPORTADAS POR EL LABORATORIO.
1MPa = 10,2 kg/cm²

Marcelo Gallardo
ING. MARCELO GALLARDO S.
CP: 175644

ABSCOTEST Cía. Ltda.
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
info@abscotest.com
Cels: 0987349445 / 0997027170

PRINCIPAL: Quito
Isla Genovesa N4282 y Tomás de Berlanga Telf.: 6042-160
Telefax: (02) 2243-407 Cels.: 0987-349-445 / 0997-027-170
E-mail: info@abscotest.com / www.abscotest.com

SUCURSAL 1: Sucumbios
Av. 9 de Octubre 113 entre Av. Colombia
y Manabi. Telfs: (06)2831-486 / (06)2835223
Cels.: 0997-027-170 / 0987-349-445

ANEXO 2. Ensayo a compresión - Resultados del laboratorio a los 28 días.



001 N° 0046887

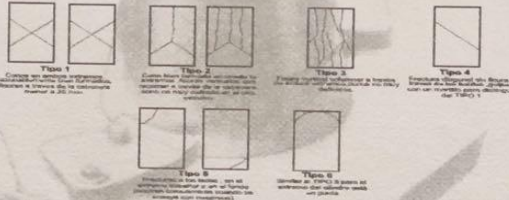
TOPOGRAFIA, CALCULOS ESTRUCTURALES
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS,
ENSAYOS SPT, DENSIDADES NUCLEARES,
EXTRACCIONES DE NUCLEOS, TOMA DE
TESTIGOS, ENSAYOS ESCLEROMETRICOS,
ADITIVOS PARA EL HORMIGON,
ALISADO DE PISOS, IMPERMEABILIZACIONES

LABORATORIO DE CONCRETOS
ENSAYOS DE CONCRETO A LA COMPRESION
NORMA ASTM C-39/C39M-12a

OBRA: CONTROL DE CALIDAD
LOCALIZACION: QUITO
FISCALIZADOR:
HORMIGONERA: HECHO EN LABORATORIO
REFERENTADO, SOLICITADO: NO ADHERIDO (ASTM C 1231)
ORDEN DE TRABAJO: OT- 09-0013476-01

SOLICITADO POR: SR. JOSE LUIS PADILLA
LABORATORISTA: SR. SAMUEL ANASI
REVISADO POR: ING. MARCELO GALLARDO
FECHA: 5 de octubre de 2017
RESISTENCIA: 23,53 Mpa

N°	DESCRIPCION ESTRUCTURA	F (mm)	h (mm)	AREA (mm ²)	VOLUMEN (mm ³)	MASA (gr)	P. UNIT. (gr/cm ³)	FECHAS			CARGA (KN)	RESIST. (MPa)	%F _c	PROM.	ESQUEMA FRACTURA
								FUNDICION	EDAD	ENSAYO					
1	PATRON	150,10	302,10	17695,03	5345668	12415	2,32	7-Sep-17	28	5-Oct-17	397,6	22,47	95	95	5
2	PATRON	151,20	300,00	17955,33	5386600	12476	2,32	7-Sep-17	28	5-Oct-17	467,1	26,01	111	111	5
3	DISEÑO	150,20	301,12	17718,61	5335429	12468	2,34	7-Sep-17	28	5-Oct-17	467,0	26,36	112	112	5
4	DISEÑO	151,20	300,00	17955,33	5386600	12415	2,30	7-Sep-17	28	5-Oct-17	698,5	38,90	165	165	5



OBSERVACIONES : MUESTRAS TOMADAS Y TRANSPORTADAS POR EL LABORATORIO.
1MPa = 10,2 kg/cm²

Marcelo Gallardo
ING. MARCELO GALLARDO S.
LP: 175644

ABSCOTEST Cía. Ltda.
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
info@labscotest.com
Cels: 0987349445 / 0997027170

PRINCIPAL: Quito
Isla Genovesa N4282 y Tomás de Berlanga Telf.: 6042-160
Telefax: (02) 2243-407 Cels.: 0987-349-445 / 0997-027-170
E-mail: info@labscotest.com / www.labscotest.com

SUCURSAL 1: Sucumbios
Av. 9 de Octubre 113 entre Av. Colombia
y Manabí. Telfs: (06)2831-486 / (06)2835223
Cels.: 0997-027-170 / 0987-349-445

Sika® ViscoFlow®-55

ADITIVO PARA MANTENER LA MANEJABILIDAD DEL CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® ViscoFlow®-55 es un desarrollo de una aplicación específica, para mantener la manejabilidad de mezclas de concreto en base de la tecnología PCE. Diseñado para cumplir la norma ASTM C 494 Como tipo F.

USOS

Sika® ViscoFlow®-55 es especialmente adecuado para las mezclas de concreto con amplios requisitos de manejabilidad, así como mejorar las características de fluidez de mez.

Sika® ViscoFlow®-55 se utiliza principalmente para las siguientes aplicaciones:

- Cualquier concreto en clima frío o caliente con largos tiempos de transporte y manejabilidad.
- Adecuado para una amplia gama de aplicaciones con alta o baja relación agua / cemento y / o temperaturas ambiente altas o bajas.
- Definir el tiempo de manejabilidad sobre la base de los requerimientos del proyecto, sin un efecto negativo sobre el desarrollo resistencias tempranas.

VENTAJAS

Sika® ViscoFlow®-55 trabaja sobre la base de una combinación de adsorción electrostática y efectos estéricos de repulsión. Así, las partículas sólidas pueden ser efectivamente dispersadas y un alto nivel de fluidez puede ser alcanzado con menos cantidad de agua. Como resultado, Sika® ViscoFlow®-55 HQ puede proporcionar un mayor tiempo de manejabilidad y estabilidad que los dispersantes convencionales.

- Es compatible con otros aditivos
- Mantiene la manejabilidad por un tiempo prolongado
- Mantenimiento del slump sin retardos del fraguado con el subsecuente rápido desarrollo de las resistencias.
- Slump y plasticidad del concretos constantes durante horas.

Sika® ViscoFlow®-55 no contiene cloruros o cualquier otro ingrediente que promueva la corrosión del acero. Por consiguiente, es adecuado para uso en hormigón armado y estructuras de hormigón pretensado.

ANEXO 4. Ficha técnica Aditivo Viscocrete –HE

Hoja Técnica
Edición 1, 2010
Identificación No. 78832, 96611
Sika ViscoCrete®-20 HE

Sika ViscoCrete®-20 HE

Aditivo reductor de agua de alto rango y súper-plastificante de alto desempeño para concreto.

Descripción	Aditivo líquido reductor de agua de alto rango y superplastificante de alto desempeño de tercera generación para concretos. No contiene cloruros. Cumple con la norma ASTM C 494 Tipo F y ASTM C 1017 Tipo I.
Usos	<p>El Sika ViscoCrete®-20 HE se utiliza en la producción de concretos de altas prestaciones en prefabricación, obras y plantas de concreto premezclado.</p> <p>Los concretos elaborados con Sika ViscoCrete®-20 HE se caracterizan por su baja relación agua / cemento, una fluidez elevada, así como una cohesión óptima y una gran facilidad de autocompactación.</p> <p>El Sika ViscoCrete®-20 HE se utiliza en:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Concretos con una gran reducción de agua.■ Concretos de altas prestaciones.■ Concretos de altas resistencias iniciales.■ Prefabricados de concreto. <p>La importante reducción de agua unida a su elevada fluidez da lugar a concretos de muy altas cualidades.</p>
Ventajas	<p>El Sika ViscoCrete®-20 HE combina diferentes mecanismos de acción. La adsorción en la superficie de finos así como su mejor dispersión durante el proceso de hidratación producen los siguientes efectos:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Alta compactación, es conveniente para la producción de concretos autocompactantes.■ Alta reducción de agua, produciendo concretos de altas resistencias y gran impermeabilidad.■ Altas resistencias iniciales.■ Disminución de la retracción del concreto.■ Reduce la velocidad de la carbonatación del concreto. <p>El Sika ViscoCrete®-20 HE no contiene cloruros ni sustancias que puedan favorecer la corrosión del acero de refuerzo y por lo tanto puede utilizarse sin restricciones en concretos armados o pretensados</p>
Modo de Empleo Aplicación del Producto	El Sika ViscoCrete®-20 HE se añade en el agua de mezcla o sobre la mezcla. Para aprovechar de manera óptima la gran capacidad de reducción de agua recomendamos ampliar el tiempo de mezclado medio minuto más por cada metro cúbico de concreto.

ANEXO 5. Determinación de las impurezas orgánicas en el agregado fino (Cantera de Pifo)

Informe de Ensayo

DETERMINACIÓN DE LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO

NORMA ASTM C40

NORMA INEN 855

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por:	JAVIER CABRERA	Fecha de Pedido:	13 DE JULIO DEL 2016
Cliente:	HORMIGONERA EQUINOCCIAL	Fecha de Entrega:	22 DE JULIO DEL 2016
Dirección:	CHEDEIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO	Fecha de Ensayo:	14 DE JULIO DEL 2016
Obra/Proyecto:	CONTROL INTERNO		

Datos Generales

Cantera:	PIFO BLANCO
Ubicación:	NO IDENTIFICADA POR EL CLIENTE
Tipo de Agregado:	POLVIO DE PIEDRA
Fecha de Muestreo:	13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado



Procedimiento con el comparador de color normalizado	
Color de Acuerdo a la Escala de Gardner	5
Color Determinado en el Ensayo	1
Recomendaciones	El agregado contiene cantidades de materia orgánica en poca cantidad que no influyen en las propiedades mecánicas del mortero u hormigón

OPINIONES E INTERPRETACIONES: X.....



DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 6. Densidad aparente suelta y compactada árido fino (Cantera de Pifo)



Informe de Ensayo
 DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA ÁRIDO FINO
 NORMA ASTM C128, C566
 INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por:	JAVIER CABRERA	Fecha de Pedido:	13 DE JULIO DEL 2016
Cliente:	HORMIGONERA EQUINOCCIAL	Fecha de Entrega:	22 DE JULIO DEL 2016
Dirección:	CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO	Fecha de Ensayo:	14 DE JULIO DEL 2016
Obra/Proyecto:	CONTROL INTERNO		

Datos Generales

Cantera:	PIFO BLANCO
Ubicación:	NO IDENTIFICADO POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo:	13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

AGREGADO GRUESO		Masa Suelta del Agregado + Cilindro Metálico (g)				Masa Unitaria Suelta (g/cm ³)
Cilindro Metálico de Prueba		m1	m2	m3	Promedio	
Masa	1322,5 g	2996,8	2992,2	2997,8	2995,60	1,83
Volumen	1027,8 cm ³	Masa Compactada del Agregado + Cilindro Metálico (g)				Masa Unitaria Compactada (g/cm ³)
		m1	m2	m3	Promedio	
		3193,7	3193,7	3195,2	3194,20	1,82

OPINIONES E INTERPRETACIONES: x.....


 DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 7. Densidad, densidad relativa y absorción del árido fino (Cantera de Pifo)



Informe de Ensayo
 DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO
 NORMA ASTM C128, C566
 INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por:	JAVIER CABRERA	Fecha de Pedido:	13 DE JULIO DEL 2016
Cliente:	HORMIGONERA EQUINOCCIAL	Fecha de Entrega:	22 DE JULIO DEL 2016
Dirección:	CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO	Fecha de Ensayo:	15 DE JUNIO DEL 2016
Obra/Proyecto:	CONTROL INTERNO		

Datos Generales

Cantera:	PIFO BLANCO
Ubicación:	NO IDENTIFICADA POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo:	13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

PESO ESPECIFICO: AGREGADO FINO		
1. Masa del Picnómetro Vacío	150,7	g
2. Masa del Picnómetro + Agregado	651,1	g
3. Masa del Picnómetro + Agregado + Agua	958,0	cm ³
4. Masa del Picnómetro + Agua 500ml	650,7	cm ³
5. Volumen Desalojado	193,10	cm ³
6. Peso Especifico del Agregado	2,59	g/cm ³
	2591	kg/m ³

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN: AGREGADO FINO		
1. Masa del Agregado en Estado SSS	500,8	g
2. Masa del Agregado Seco al Horno	488,3	g
3. Capacidad de Absorción del Agregado (C.A.)	2,5	%
C.A.>C.H. (Seco al Aire)		C.A.<C.H. (Sobresaturado)

ESTADOS DE SATURACIÓN DE LA PARTICULA



OPINIONES E INTERPRETACIONES:

X...

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 8. Análisis granulométrico del árido fino (Cantera de Pifo)



Centro Tecnológico
del Cemento y Hormigón



Informe de Ensayo
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN EL ÁRIDO FINO
NORMA ASTM C136
NTE INEN 696
INFORME 0056

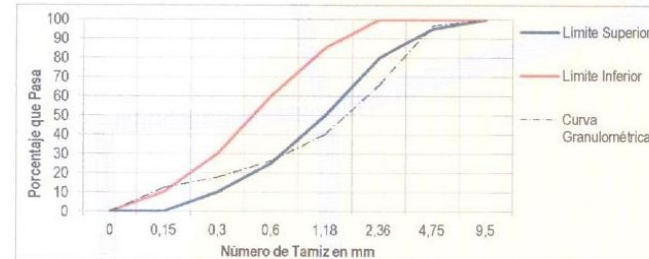
Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
Fecha de Entrega: 22 DE JULIO DEL 2016
Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
Fecha de Ensayo: 14 DE JULIO DEL 2016
Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO

Información de la Muestra

Cantera: PIFO BLANCO
Muestra: TOMADA POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Tamiz	Retenido en Masa		Porcentaje		Límites Especificados	
	pulg	mm	Parcial (g)	Acumulado (g)		Retiene (%)
3/8"	9.50	0	0	0,0	100,0	100
N°4	4.75	15,3	15,3	3,1	96,9	95 a 100
N°8	2.36	154,6	169,9	34,0	66,0	80 a 100
N°16	1.18	128,5	298,4	59,7	40,3	50 a 85
N°30	0.60	69	367,4	73,5	26,5	25 a 60
N°50	0.30	42,2	409,6	82,0	18,0	10 a 30
N°100	0.15	27,7	437,3	87,5	12,5	0 a 10
Bandeja		62,3	499,6	100,0	0,0	-
Masa Inicial (g)		500	$MF = \frac{\sum(\% \text{ Retenido}) \text{ Serie Tyler}}{100}$			
Modulo de Finura		3,4				



OPINIONES E INTERPRETACIONES: x.....

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
Ing. Alexander Cadena P.

CENTRO TECNOLÓGICO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN INECYC

DEPARTAMENTO TÉCNICO

Informe de Resultados - REPORTE TÉCNICO

Calle Luxemburgo y Holanda N34-54 / Sector Tribuna de los Shyris

Teléfono: 6039850 - 2246737 - 2456789

QUITO - ECUADOR

MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200

NORMA ASTM C117

NTE INEN 697

Informe N° 0056

Datos del Solicitante:

Solicitado Por: JAVIER CABRERA FECHA DE PEDIDO: 13 DE JULIO DEL 2016
FECHA DE ENTREGA: 22 DE JULIO DEL 2016
OBRA: CONTROL INTERNO FECHA DE ENSAYO: 16 DE JULIO DEL 2016

Datos Generales

Cantera: PIFO
Ubicación: NO IDENTIFICADA POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

Procedimiento aplicado (NTE INEN 697)	A
Masa Seca Original de la Muestra (g)	500,4
Masa Seca de la Muestra Luego del Lavado (g)	443,9
Porcentaje del Material más Fino que el Tamiz N°200 (%)	12,7%

OBSERVACIONES:


DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC

Ing. Alexander Cadena P.



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Veintimilla y Av. 12 de Octubre
Telf.: 593 299 1529 • Fax: 593 299 1624
Cel.: 09870 49430
Quito-Ecuador
LMC-PUCE@puce.edu.ec
www.puce.edu.ec

AREA DE HORMIGONES
INFORME DE ENSAYO
DURABILIDAD DE LOS ÁRIDOS A LA ACCIÓN DE LOS SULFATOS

PROYECTO: Control de Calidad
LOCALIZACION: Quito
NORMA ENSAYO: ASTM C 88
RECEPCION N°: 3509 M
HOJA: 4 de 6
CANTERA: Pifo
LOCALIZACION:
MUESTRA: Tomada por el cliente

SOLICITADO POR: INECYC
FISCALIZADOR:
CONTRATISTA:
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 30/03/2016
FECHA DE EMISIÓN: 02/05/2016

SOLUCION DE SULFATO DE SODIO

ARIDO FINO

FRACCION N°	N° DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA DE LAS FRACCIONES DES- PUES DEL ENSAYO	% QUE PASA DESPUES DEL ENSAYO	% DE DESGASTE PARCIAL
	PASA	RETIENE					
1	N° 4	N° 8	29.11	100.00	98.60	1.40	0.41
2	N° 8	N° 16	26.04	100.10	97.50	2.60	0.68
3	N° 16	N° 30	15.32	100.30	97.50	2.79	0.43
4	N° 30	N° 50	10.10	100.10	98.00	2.10	0.21
PORCENTAJE DE DESGASTE TOTAL							1,72

OBSERVACIONES:

NOTA: Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.


Tigo Luis Tapia
Responsable de Ensayos.


Ing. Maria Ines Calvo
Responsable de Area.


Ing. Guillermo Realpe M.Sc.
Director LMC.

Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad...



ANEXO 10. Durabilidad de los áridos a la acción de los sulfatos (Cantera de Pifo)

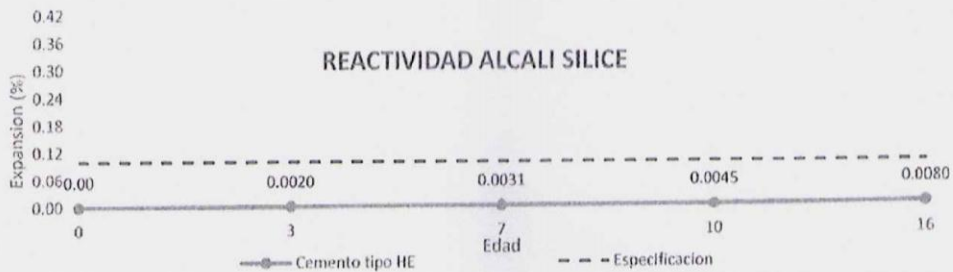
ANEXO 11. Ensayo potencial de reactividad alcalina (Cantera de Pifo)



ENSAYO: POTENCIAL DE REACTIVIDAD ALCALINA

PARA HORMIGONERA EQUINOCCIAL CIA. LTDA.
OBRA CONSORCIO LINEA 1 – METRO DE QUITO
UBICACIÓN PICHINCHA - ECUADOR
MATERIAL ARENA GRUESA – CEMENTO TIPO HE
CANTERA PIFO
NORMA ASTM C 1567
EXPEDIENTE 570 - 16
FECHA AREQUIPA, 2016 JUNIO 15

DESCRIPCION	RESULTADOS	METODO
Expansión - 03 días	0.0020	ASTM C 1567
Expansión - 07 días	0.0031	
Expansión - 10 días	0.0045	
Expansión - 16 días	0.0080	



Observaciones:

La muestra analizada cumple con la especificación de la norma ASTM C 1567.

CONCRETOS SUPERMIX
 Productos de Alta Resistencia
 ING. NANCY RUIZ PANDURO
 JEFE DE CONTROL DE CALIDAD
 CIP: 102218



ANEXO 12. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en agregado fino (Cantera de Pifo)

Informe de Ensayo

PORCENTAJE DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DESMENUZABLES EN AGREGADO FINO

NORMA ASTM C142

NORMA INEN 698

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
Fecha de Entrega: 27 DE JULIO DEL 2016
Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
Fecha de Ensayo: 23 DE JULIO 2016
Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO

Datos Generales

Cantera: PIFO
Ubicación: NO IDENTIFICADA POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

PORCENTAJE DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DESMENUZABLES: AGREGADO FINO		
1. Masa del Agregado (Retenido en el tamiz N° 16)	2000,0	g
2. Masa de las partículas retenidas en el tamiz N° 4	1981,3	g
3. Porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables	0,94	%

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

X...


DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 13. Densidad, densidad relativa y absorción del árido grueso (Cantera de Pifo)



Informe de Ensayo

DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

NORMA ASTM C128, C566

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por:	JAVIER CABRERA	Fecha de Pedido:	13 DE JULIO DEL 2016
Cliente:	HORMIGONERA EQUINOCCIAL	Fecha de Entrega:	22 DE JULIO DEL 2016
Dirección:	CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO	Fecha de Ensayo:	21 DE JULIO DEL 2016
Obra/Proyecto:	CONTROL INTERNO		

Datos Generales

Cantera:	PIFO
Ubicación:	NO IDENTIFICADO POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo:	13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

PESO ESPECÍFICO: AGREGADO GRUESO		
1. Masa del Agregado en Estado SSS	3000,0	g
2. Masa del Agregado Sumergido en Agua	1826,0	g
3. Volumen desplazado	1174,0	cm ³
3. Peso Especifico del Agregado	2,56	g/cm ³
	2549	kg/m ³
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN: AGREGADO GRUESO		
1. Masa del Agregado en Estado SSS	3000,9	g
2. Masa del Agregado Seco al Horno	2916,4	g
3. Capacidad de Absorción del Agregado	2,90	%
Densidad Relativa del Agregado	2,48	g/g

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

X.....

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.



Informe de Ensayo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN EL ÁRIDO GRUESO

NORMA ASTM C136

NORMA INEN 696

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
 Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
 Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
 Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO

Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Entrega: 22 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Ensayo: 20 DE JULIO DEL 2016

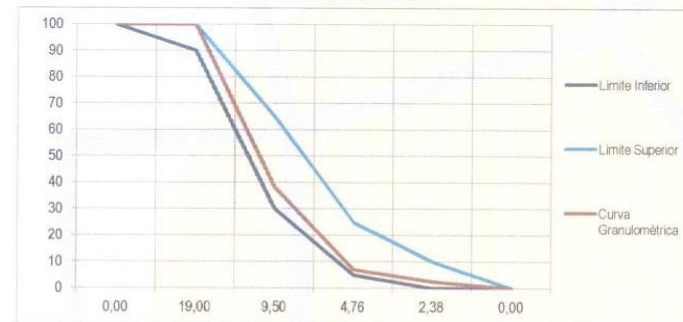
Datos Generales

Cantera: PIFO
 Ubicación: NO IDENTIFICADA POR EL CLIENTE
 Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

Tamiz	Retenido en Masa		Porcentaje		Límites Especificados		
	pulg	mm	Parcial (g)	Acumulado (g)		Retiene (%)	Pasa (%)
2"	50,80	0	0	0	0,0	100,0	-
1 1/2"	38,10	0	0	0	0,0	100,0	-
1"	25,40	0	0	0	0,0	100,0	-
3/4"	19,00	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	90-100
1/2"	12,50	1564,3	1564,3	1564,3	31,4	68,6	-
3/8"	9,50	1519,5	3083,8	3083,8	61,8	38,2	30-65
N°4	4,76	1555,8	4639,6	4639,6	93,0	7,0	5 - 25
N°8	2,38	225,5	4865,1	4865,1	97,5	2,5	0-10
Bandeja		123,6	4988,7	4988,7	100,0	0,0	-
Masa Inicial (g)		5000,6	MF = $\frac{\sum(\% \text{ Retenido}) \text{ Serie Tyler}}{100}$				
Módulo de Finura		8,5					
Tamaño Nominal Máximo		1 1/2"	Número de Tamaño		68		

Curva Granulométrica



OPINIONES E INTERPRETACIONES:

x...

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.



Informe de Ensayo

DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA AGREGADO GRUESO

NORMA ASTM C128, C566

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
 Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
 Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
 Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO

Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Entrega: 22 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Ensayo: 21 DE JULIO DEL 2016

Datos Generales

Cantera: PIFO
 Ubicación: NO ESPECIFICADA POR EL CLIENTE
 Tamaño Nominal Máximo: 1/2"
 Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

AGREGADO GRUESO		Masa Suelta del Agregado + Cilindro Metálico (g)				Masa Unitaria Suelta (g/cm ³)
Cilindro Metálico de Prueba		m1	m2	m3	Promedio	
Masa	2600,0 g	9920	9940	9940	9933,33	1,36
Volumen	5406,1 cm ³	Masa Compactada del Agregado + Cilindro Metálico (g)				Masa Unitaria Compactada (g/cm ³)
		m1	m2	m3	Promedio	
		10800	10800	10800	10800,00	1,52

OPINIONES E INTERPRETACIONES: X...

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 16. Durabilidad de los áridos a la acción de los sulfatos (Cantera de Pifo)



Pontificia Universidad Católica del Ecuador
LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Veintimilla y Av. 12 de Octubre
Telf.: 593 299 1529 • Fax: 593 299 1624
Cel.: 09870 49430
Quito-Ecuador
LMC-PUCE@puce.edu.ec
www.puce.edu.ec

AREA DE HORMIGONES INFORME DE ENSAYO DURABILIDAD DE LOS ÁRIDOS A LA ACCIÓN DE LOS SULFATOS

PROYECTO: Control de Calidad
LOCALIZACION: Quito
NORMA ENSAYO: ASTM C 88
RECEPCION N°: 3509 M
HOJA: 3 de 6
CANTERA: Pifo
LOCALIZACION:
MUESTRA: Tomada por el cliente

SOLICITADO POR: INECYC
FISCALIZADOR:
CONTRATISTA:
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 30/03/2016
FECHA DE EMISIÓN: 02/05/2016

SOLUCION DE SULFATO DE SODIO

ARIDO GRUESO

FRACCION N°	N° DEL TAMIZ		% RETENIDO PARCIAL DEL AGREGADO	MASA DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	MASA DE LAS FRACCIONES DES- PUES DEL ENSAYO	% QUE PASA DESPUES DEL ENSAYO	% DE DESGASTE PARCIAL
	PASA	RETIENE					
1	1 1/2"	1"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1"	3/4"	41,61	502,60	502,40	0,04	0,02
3	3/4"	1/2"	48,85	671,30	669,20	0,31	0,15
4	1/2"	3/8"	7,64	331,90	331,10	0,24	0,02
5	3/8"	N° 4	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00
PORCENTAJE DE DESGASTE TOTAL							0,19

OBSERVACIONES:

NOTA: Este informe de ensayo no debe ser reproducido parcialmente.


Tigo Luis Tápia
Responsable de Ensayos.


Ing. María Inés Calvo
Responsable de Área.


Ing. Guillermo Realpe M.Sc.
Director LMC.

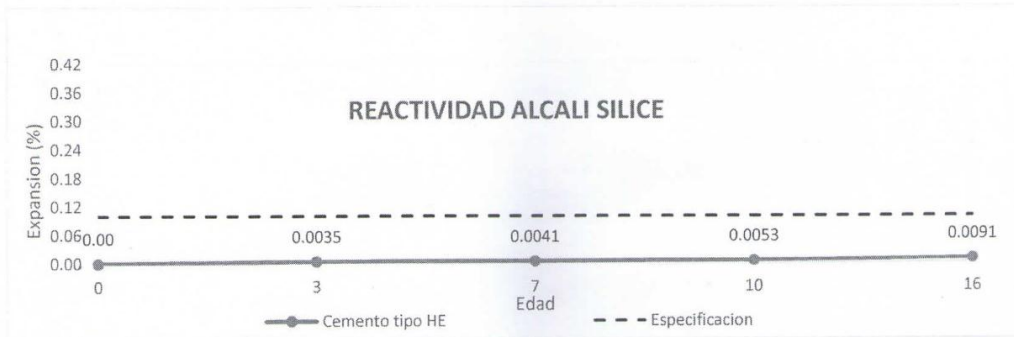


Solidarios en la construcción, excelencia en la calidad...

ENSAYO: POTENCIAL DE REACTIVIDAD ALCALINA

PARA HORMIGONERA EQUINOCCIAL CIA. LTDA
OBRA CONSORCIO LINEA 1 – METRO DE QUITO
UBICACIÓN PICHINCHA - ECUADOR
MATERIAL AGREGADO GRUESO – CEMENTO TIPO HE
CANTERA PIFO
NORMA ASTM C 1567
EXPEDIENTE 572 - 16
FECHA AREQUIPA, 2016 JUNIO 15

DESCRIPCION	RESULTADOS	METODO
Expansión - 03 días	0.0035	ASTM C 1567
Expansión - 07 días	0.0041	
Expansión - 10 días	0.0053	
Expansión - 16 días	0.0091	



Observaciones:

La muestra analizada cumple con la especificación de la norma ASTM C 1567.



ANEXO 18. Abrasión de los ángeles, degradación del árido grueso (Cantera Pifo)



Informe de Ensayo

ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES, DEGRADACIÓN DEL ÁRIDO GRUESO

NORMA ASTM C131

NORMA INEN 861

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
 Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
 Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
 Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO

Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Entrega: 26 JULIO DEL 2016
 Fecha de Ensayo: 27 DE JULIO DEL 2016

Datos Generales

Cantera: PIFO
 Ubicación: NO IDENTIFICADA POR EL CLIENTE
 Tamaño Nominal Máximo: 1/2"
 Constitución de la Partícula: AGREGADO TRITURADO
 Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

1	Masa de la Muestra de Agregado Preparada	5005,1 gramos
2	Masa de Agregado Retenido en el Tamiz N°12 después de 100 revoluciones	4793,4 gramos
3	Masa del Agregado Que Pasa el Tamiz N°12 después de 100 revoluciones	211,7 gramos
4	Porcentaje de Agregado Que Pasa el Tamiz N°12 después de 100 revoluciones (Pérdida)	4,2 %
5	Masa del Agregado Retenido en el Tamiz N°12 después de 500 revoluciones	3736,7 gramos
6	Masa del Agregado Que Pasa el Tamiz N°12 después de 500 revoluciones	1268,4 gramos
7	Porcentaje de Agregado Que Pasa el Tamiz N°12 después de 500 revoluciones (Pérdida)	25,3 %
8	Coefficiente de Uniformidad	0,17
9	Porcentaje de Desgaste del Agregado	25,3

*Ensayo aplicado a la muestra preparada

*La gradación del agregado obedece a las cantidades descritas en la tabla N°2 de la NTE INEN 860

OPINIONES E INTERPRETACIONES: x...

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC

Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 19. Determinación de las impurezas orgánicas en el agregado fino (Cantera San Antonio)



Informe de Ensayo

DETERMINACIÓN DE LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO

NORMA ASTM C40

NORMA INEN 855

INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
 Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
 Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
 Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO

Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Entrega: 22 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Ensayo: 20 DE JULIO DEL 2016

Datos Generales

Cantera: SAN ANTONIO DUEÑAS
 Ubicación: NO ESPECIFICADO POR EL CLIENTE
 Tipo de Agregado: POLVO DE PIEDRA
 Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado



Procedimiento con el comparador de color normalizado	
Color de Acuerdo a la Escala de Gardner	8
Color Determinado en el Ensayo	2
Recomendaciones	El agregado contiene cantidades de materia orgánica poco influyentes en la resistencia del mortero u hormigón

OPINIONES E INTERPRETACIONES: X...

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 20. Material más fino que el tamiz Nro. 200 (Cantera San Antonio)



CENTRO TECNOLÓGICO DEL CEMENTO Y DEL HORMIGÓN INECYC
DEPARTAMENTO TÉCNICO
Informe de Resultados - REPORTE TÉCNICO
Calle Luxemburgo y Holanda N34-54 / Sector Tribuna de los Shyris
Teléfono: 6039850 - 2246737 - 2456789
QUITO - ECUADOR

MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ N° 200

NORMA ASTM C117

NTE INEN 697

Informe N° 0056

Datos del Solicitante:

Solicitado Por: JAVIER CABRERA FECHA DE PEDIDO: 13 DE JULIO DEL 2016
FECHA DE ENTREGA: 22 DE JULIO DEL 2016
OBRA: CONTROL INTERNO FECHA DE ENSAYO: 16 DE JULIO DEL 2016

Datos Generales

Cantera: SAN ANTONIO DUEÑAS
Ubicación: NO ESPECIFICADA POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

Procedimiento aplicado (NTE INEN 697)	A
Masa Seca Original de la Muestra (g)	500,0
Masa Seca de la Muestra Luego del Lavado (g)	432,4
Porcentaje del Material más Fino que el Tamiz N°200 (%)	15,6%

OBSERVACIONES:

.....
.....

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
Ing. Alexander Cadena P.



ANEXO 21. Análisis granulométrico en el árido fino (Cantera San Antonio)



Informe de Ensayo
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN EL ÁRIDO FINO
NORMA ASTM C136
NTE INEN 696
INFORME 0066

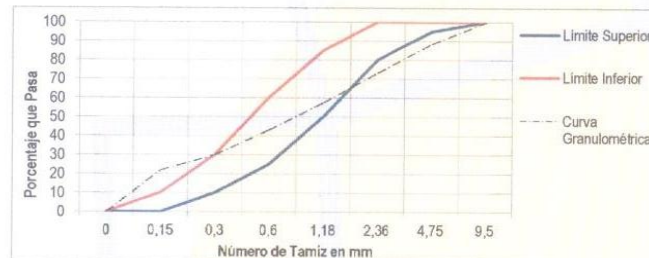
Datos del Solicitante

Solicitado Por: JAVIER CABRERA
 Cliente: HORMIGONERA EQUINOCCIAL
 Dirección: CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO
 Obra/Proyecto: CONTROL INTERNO
 Fecha de Pedido: 13 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Entrega: 22 DE JULIO DEL 2016
 Fecha de Ensayo: 15 DE JULIO DEL 2016

Información de la Muestra

Cantera: SAN ANTONIO DUEÑAS
 Muestra: TOMADA POR EL CLIENTE
 Fecha de Muestreo: 13 DE JUNIO DEL 2016

Tamiz	Retenido en Masa		Porcentaje		Límites Especificados		
	pulg	mm	Parcial (g)	Acumulado (g)		Retiene (%)	Pasa (%)
3/8"	9,50	0	0	0	0,0	100,0	100
N°4	4,75	57	57		11,4	88,6	95 a 100
N°8	2,36	75,6	132,6		26,5	73,5	80 a 100
N°16	1,18	78,7	211,3		42,3	57,7	50 a 85
N°30	0,60	70,8	282,1		56,5	43,5	25 a 60
N°50	0,30	65,5	347,6		69,6	30,4	10 a 30
N°100	0,15	40,4	388		77,7	22,3	0 a 10
Bandeja		109,4	497,4		99,6	0,4	-
Masa Inicial (g)			500				
Módulo de Finura			2,8				
				$MF = \frac{\sum(\% \text{ Retenido}) \text{ Serie Tyler}}{100}$			



OPINIONES E INTERPRETACIONES: x.....

[Firma manuscrita]
 DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 22. Densidad, densidad relativa y absorción del árido fino (Cantera San Antonio)



Informe de Ensayo
 DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO
 NORMA ASTM C128, C566
 INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por:	JAVIER CABRERA	Fecha de Pedido:	13 DE JULIO DEL 2016
Cliente:	HORMIGONERA EQUINOCCIAL	Fecha de Entrega:	22 DE JULIO DEL 2016
Dirección:	CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO	Fecha de Ensayo:	16 DE JUNIO DEL 2016
Obra/Proyecto:	CONTROL INTERNO		

Datos Generales

Cantera:	SAN ANTONIO DUEÑAS
Ubicación:	NO ESPECIFICADA POR EL CLIENTE
Fecha de Muestreo:	13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

PESO ESPECIFICO: AGREGADO FINO		
1. Masa del Picnómetro Vacío	150,7	g
2. Masa del Picnómetro + Agregado	660,7	g
3. Masa del Picnómetro + Agregado + Agua	953,9	cm ³
4. Masa del Picnómetro + Agua 500ml	650,7	cm ³
5. Volumen Desalojado	206,80	cm ³
	2,47	g/cm ³
6. Peso Especifico del Agregado	2465	kg/m ³

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN: AGREGADO FINO		
1. Masa del Agregado en Estado SSS	500,0	g
2. Masa del Agregado Seco al Horno	480,41	g
3. Capacidad de Absorción del Agregado (C.A.)	4,1	%
C.A.>C.H. (Seco al Aire)		C.A.<C.H. (Sobresaturado)

ESTADOS DE SATURACION DE LA PARTICULA



OPINIONES E INTERPRETACIONES:

X.....

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

ANEXO 23. Densidad aparente suelta y compactada árido fino (Cantera San Antonio)



Informe de Ensayo
 DENSIDAD APARENTE SUELTA Y COMPACTADA ÁRIDO FINO
 NORMA ASTM C128, C566
 INFORME 0056

Datos del Solicitante

Solicitado Por:	JAVIER CABRERA	Fecha de Pedido:	13 DE JULIO DEL 2016
Cliente:	HORMIGONERA EQUINOCCIAL	Fecha de Entrega:	22 DE JULIO DEL 2016
Dirección:	CHEDIAK N100 Y AV. ELOY ALFARO	Fecha de Ensayo:	15 DE JULIO DEL 2016
Obra/Proyecto:	CONTROL INTERNO		

Datos Generales

Cantera: SAN ANTONIO DUEÑAS
 Ubicación: NO ESPECIFICADA POR EL CLIENTE
 Fecha de Muestreo: 13 DE JULIO DEL 2016

Resultados del Ensayo Aplicado

AGREGADO GRUESO		Masa Suelta del Agregado + Cilindro Metálico (g)				Masa Unitaria Suelta (g/cm ³)
Cilindro Metálico de Prueba		m1	m2	m3	Promedio	
Masa	1322,5 g	2961,7	2964,5	2963,4	2963,20	1,60
		Masa Compactada del Agregado + Cilindro Metálico (g)				Masa Unitaria Compactada (g/cm ³)
		m1	m2	m3	Promedio	
Volumen	1027,8 cm ³	3216,7	3217,4	3213,6	3215,90	1,84

OPINIONES E INTERPRETACIONES:

X...

DEPARTAMENTO TÉCNICO INECYC
 Ing. Alexander Cadena P.

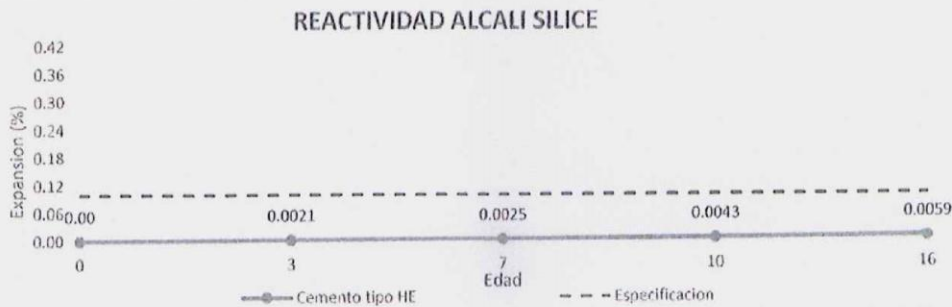
ANEXO 24. Ensayo potencial de reactividad alcalina



ENSAYO: POTENCIAL DE REACTIVIDAD ALCALINA

PARA HORMIGONERA EQUINOCCIAL CIA. LTDA
OBRA CONSORCIO LINEA 1 – METRO DE QUITO
UBICACIÓN PICHINCHA - ECUADOR
MATERIAL ARENA GRUESA – CEMENTO TIPO HE
CANTERA SAN ANTONIO
NORMA ASTM C 1567
EXPEDIENTE 568 - 16
FECHA AREQUIPA, 2016 JUNIO 15

DESCRIPCION	RESULTADOS	METODO
Expansión - 03 días	0.0021	ASTM C 1567
Expansión - 07 días	0.0025	
Expansión - 10 días	0.0043	
Expansión - 16 días	0.0059	



Observaciones:

La muestra analizada cumple con la especificación de la norma ASTM C 1567.