



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad De Ingeniería En Ciencias De La Tierra

**“HORMIGON SIMPLE UTILIZANDO AGREGADO VOLCÁNICO DE LA
ISLA GALAPAGOS”SAN CRISTOBAL “**

TESINA DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentada por:

PABLO LARREA HEREDIA

SERGIO DOMINGUEZ REYES

GUAYAQUIL- ECUADOR

AÑO-2011

AGRADECIMIENTO

A Dios ante todo, a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron con la elaboración de esta tesina, y especialmente a los miembros de mi familia que siempre me apoyaron y confiaron en mí

Pablo Larrea Heredia

A Dios quien me dio salud y fuerzas para no claudicar, a mi familia que siempre confiaron en mí y pusieron sus esperanzas en mi, a las personas que colaboraron con su aporte, tales como profesores y amigos.

Sergio Domínguez Reyes

DEDICATORIA

A todos los miembros de mi familia siempre estuvieron alentándome a seguir adelante y nunca desfallecer, a todos los que me apoyaron en los buenos y malos momentos vividos en la universidad, a mis amigos y más allegados que de una u otra forma me ayudaron a progresar y madurar cada vez más.

Pablo Larrea Heredia

A mi familia que sin importar mil dificultades de por medio siempre me dieron su ayuda y apoyo de una u otra manera, a mi abuelita Laste que en paz descansa a quien le prometí llegar un día, para ella en especial donde Dios la guarde esto es fruto de su constante entrega .

Sergio Domínguez Reyes

TRIBUNAL DE GRADUACION

.....

Ing. Gastón Proaño
DIRECTOR DEL SEMINARIO Y TESINA Y
PRESIDENTE

.....

Ing. Eduardo Santos Baquerizo
PROFESOR DEL SEMINARIO

.....

Ing. Julio García
PROFESOR DEL SEMINARIO

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta tesis, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado corresponderá a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

PABLO LARREA HEREDIA

SERGIO DOMÍNGUEZ REYES

Objetivos

Como objetivo general de la tesina que se presenta es determinar qué tipo de hormigón se puede realizar con el agregado volcánico de la Isla San Cristóbal y conocer cuales serian sus aplicaciones en la ingeniería civil.

Como objetivos específicos tenemos realizar ensayos de laboratorio para conocer las propiedades y características del agregado.

Conocer la granulometría del agregado que utilizaremos para una dosificación adecuada.

Realizar dosificaciones con diferentes porcentajes de agregados y cemento para conocer las resistencias que se pueden obtener y así poder clasificar que tipo de hormigón y que uso se le puede dar.

INDICE GENERAL

Agradecimiento.....	2
Dedicatoria.....	4
Objetivos.....	8
Índice General.....	9
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	14
Abreviaturas.....	17
Capítulo 1.- Introducción.....	18
Capítulo 2.- Hormigón.....	20
2.1 Concepto Hormigón	20
2.2 Historia del Hormigón.....	22
2.2.1 Precedentes.....	22
2.2.2 Uso del cemento Portland en hormigón armado en el siglo XIX.....	24
Capítulo 3.- Tipos De Hormigón.....	26
3.1. Introducción de los Tipos de Hormigón.....	26
3.2 Hormigón Simple	26

3.2.1	Uso del Hormigón Simple.....	27
3.3	Hormigón Pesado.....	28
3.3.1	Uso del Hormigón Pesado.....	28
3.4	Hormigón Liviano.....	29
3.4.1	Uso del Hormigón Liviano.....	30
3.5	Hormigón Estructural Liviano.....	31
3.5.1	Uso del Hormigón Liviano Estructural.....	33
3.6	Hormigón Armado.....	33
3.6.1	Uso del Hormigón Armado.....	35
3.7	Hormigón Ciclópeo.....	35
3.7.1	Uso del Hormigón Ciclópeo.....	36
3.8	Hormigón Pretensado.....	36
3.8.1	Uso del Hormigón Pretensado.....	38
3.9	Mortero.....	38
3.9.1	Usos Del Mortero.....	39
Capítulo 4.-	Materiales.....	42
4.1	Características del Material Volcánico.....	42
4.1.1	Origen.....	43
4.1.2	Primeros Usos.....	44
4.1.3	Ventajas.....	45
4.1.4	Propiedades Físicas.....	46
4.1.5	Propiedades Químicas.....	46

4.2	Cemento.....	46
4.2.1	Componentes para fabricar cemento portland.....	48
4.2.2	Fases del clinker.....	48
4.2.3	Tipos, Nombre y Aplicación.....	49
4.3	Aditivo.....	52
4.3.1	Clasificación.....	52
4.3.2	Características y propiedades principales.....	53
4.3.3	Tipos o Clases.....	54
4.3.4	Otros Aditivos.....	56
4.4	Procedimiento para la Elaboración de Probetas.....	61
4.4.1	Ensayo de Granulometría.....	61
4.4.2	Ensayos de absorción, humedad, gravedad específica.....	62
4.4.3	Peso Volumétrico.....	62
4.4.4	Dosificaciones.....	62
Capítulo 5.-	Diseño, Ensayos y usos que se puede dar al Hormigón	
	ensayado.....	66
5.1	Pruebas al Agregado Volcánico.....	66
5.2	Dosificaciones del Hormigón.....	72
5.3	Resultados.....	79
5.4	Uso del Hormigón en ingeniería Civil.....	82

Capítulo 6.- Conclusiones y Recomendaciones.....	85
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones.....	86
Bibliografía.....	87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.-Dosificacion 50% Agr. Grueso 50% Agr. Fino.....	72
Tabla 2.-Dosificacion 40% Agr. Grueso 60% Agr. Fino.....	73
Tabla 3.- Dosificación 1 30% Agr. Grueso 70% Agr. Fino.....	74
Tabla 4.-Dosificacion 2 30% Agr. Grueso 70% Agr. Fino.....	75
Tabla 5.- Pruebas de ruptura 50 – 50.....	80
Tabla 6.- Pruebas de ruptura 30 – 70.....	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Túnel de HORMIGON.....	20
Figura 3.1.- Hormigón Simple.....	26
Figura 3.2.- Hormigón Pesado.....	28
Figura 3.3.- Hormigón Liviano.....	29
Figura 3.4.- Hormigón Armado.....	33
Figura 3.5.- Hormigón Ciclópeo.....	35
Figura 3.6.- Hormigón Pretensado.....	36
Figura 3.7.- Mortero.....	38
Figura 4.1.- Material volcánico.....	42
Figura 4.2.- Agregado volcánico.....	43
Figura 4.3.- Suelo de las Islas Galápagos.....	45

Figura 4.4 Cemento portland.....	46
Figura 4.5.- Aditivo Usado en Dosificación.....	58
Figura 4.6.- Aditivo Acelerante.....	58
Figura 4.7.- Tamices usados para clasificación del material.....	63
Figura 4.8.- Cilindros 10x20 usados para pruebas.....	63
Figura 4.9.- Figura Balanza usada para los ensayos.....	64
Figura 4.10.- Mezcladora de Tambor.....	64
Figura 4.11.- Mezcladora de tambor.....	64
Figura 4.12.- Prueba de revenimiento.....	64
Figura 4.13.- Cono de Abrams.....	65
Figura 4.14.- Varillado de las capas	65
Figura 5.1.- Dosificación 50% Agreg. Grueso 50% Agreg. Fino.....	76
Figura 5.2.- Dosificación 30% Agreg. Grueso 70% Agreg. Fino.....	76
Figura 5.3.- Cilindro de Prueba 30-70	76
Figura 5.4.- Dosificación 40% Agreg. Grueso 60% Agreg. Fino.....	77
Figura 5.5.- Cilindro de Prueba 40-60	77

Figura 5.6.- Toma de muestras en los cilindros	77
Figura 5.7.- Cilindros de pruebas	77
Figura 5.8.- Curado de las muestras	78
Figura 5.9.- Cilindros 50-50.....	78
Figura 5.10.- Cilindros 50-50 con capa de arena.....	79

ABREVIATURAS

a.C: Antes de Cristo

d.C: Después de Cristo

Kg/m³: Kilogramos por metros cúbicos

mm: Milímetros

m: Metros

MPa: Mega Pascales

%: Porcentaje

HL: Hormigón Liviano

No.: Número

Agreg.: Agregado

ASTM: American Section of the International Association for Testing Materials

1 MPa = 10,197 kgf/cm²

SiO₂= Sílice

Al₂O₃= óxido de aluminio

Fe₂O₃= óxido de hierro

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre qué tipo de hormigón se puede obtener con un agregado volcánico extraído de la isla San Cristóbal del Archipiélago de las Islas Galápagos.

Se clasificara el material según la granulometría en agregado Grueso y Agregado Fino.

Se le van a realizar diferentes pruebas de laboratorio al agregado para conocer sus propiedades y poder realizar las dosificaciones.

Se darán diferentes conceptos de los tipos de Hormigón más importantes, sus usos en el campo de la ingeniería Civil para poder tener una mejor visión a la hora de clasificar el tipo de Hormigón que se puede realizar con el agregado volcánico de la Isla San Cristóbal

En este estudio se analizara diferentes porcentajes para la elaboración de un hormigón y así poder sacar una conclusión de que tipo de hormigón se puede realizar con este agregado.

Para concluir se dará unas recomendaciones de los usos que se le puede dar en el campo de la construcción al tipo de Hormigón que se logro obtener de los ensayos realizados a las probetas de Hormigón que se realizaran con este tipo de agregado volcánico.

CAPITULO 2

2.1 CONCEPTO HORMIGON

El hormigón, también denominado concreto en algunos países de Iberoamérica, es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (piedra, grava, gravilla y arena) y agua. La mezcla de cemento con arena y agua se denomina mortero.

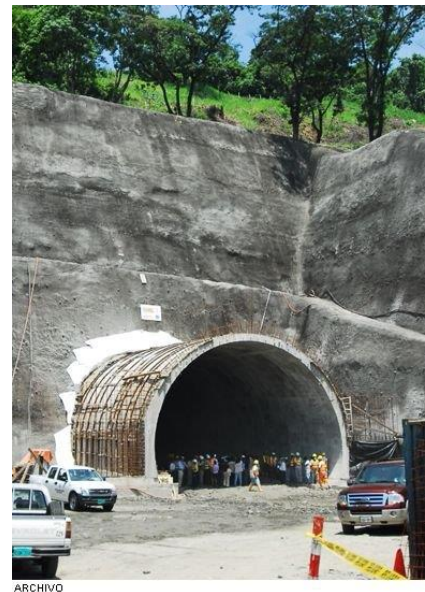


Figura 2.1

El cemento, mezclado con agua, se convierte en una pasta moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece tornándose en un material de consistencia pétreo.

La principal característica estructural del hormigón es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento

frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de hormigón armado, comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones.

Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones, existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

Cuando se proyecta una estructura de hormigón armado se establecen las dimensiones de los elementos, el tipo de hormigón, los aditivos, y el acero que hay que colocar en función de los esfuerzos que deberá soportar y de las condiciones ambientales a que estará expuesto.

Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso

en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación.

2.2 HISTORIA DEL HORMIGON

2.2.1 PRECEDENTES

La historia del hormigón constituye un capítulo fundamental de la historia de la construcción. Cuando el hombre optó por levantar edificaciones utilizando materiales arcillosos o pétreos, surgió la necesidad de obtener pastas o morteros que permitieran unir dichos mampuestos para poder conformar estructuras estables. Inicialmente se emplearon pastas elaboradas con arcilla, yeso o cal, pero se deterioraban rápidamente ante las inclemencias atmosféricas. Se idearon diversas soluciones, mezclando agua con rocas y minerales triturados, para conseguir pastas que no se degradaran fácilmente.

Los egipcios usaron el yeso además de la cal. Tanto los romanos como los griegos mezclaban cal con cenizas volcánicas o con tejas de arcillas quemadas, obteniendo un material de condiciones muy superiores a los de la cal común. La sílice activa y la alúmina que se encuentran en las cenizas y en las tejas con la cal para producir lo que

es conocido como cemento puzolánico, proveniente del nombre de Puzzuoli ciudad que queda en el Golfo de Nápoles, Italia, cerca del Vesubio. En este sitio los Romanos extraían el material volcánico que mezclaban con la cal, estos utilizaron éste cemento para construir el Coliseo de Roma y el Pont du Gard. Los griegos obtenían estos materiales en la Isla Santorin.

En la edad media hubo una disminución general en la calidad y uso del cemento. En 1756 Jhon Smeaton encontró que el mejor mortero se obtenía cuando se mezclaba puzolana con caliza que contenía una alta cantidad de material arcilloso, Smeaton fue el primero en conocer las propiedades químicas de la cal hidráulica. Posteriormente en 1824, *Jhosep Aspin* conoció los estudios de Smeaton y continuo las investigaciones llegando a obtener un material que al mezclarlo con el agua reaccionaba dando lugar al endurecimiento de la pasta producida. Este material endurecido presentaba un aspecto similar al de unas piedras de construcción extraídas en Inglaterra, en la localidad de Portland. El prototipo del cemento moderno fue obtenido en 1845 por Isaac Johnson, quien quemo una mezcla de arcilla y caliza hasta la formación del clinker. En general el cemento portland, concebido originalmente por la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y la piedra de portland, éste cemento se ha conservado en nuestros días para describir un cemento obtenido en la

mezcla minuciosa de materiales calcáreos y arcillosos y otros materiales que contienen sílice, alúmina y quemándolos a una temperatura da la formación del clinker.

2.2.2 Uso del cemento Portland para hormigón armado en el siglo XIX.

Joseph Aspdin y James Parker patentaron en 1824 el Cemento *Portlandt*, obtenido de caliza arcillosa y carbón calcinados a alta temperatura –denominado así por su color gris verdoso oscuro, muy similar a la piedra de la isla de Pórtland. Isaac Johnson obtiene en 1845 el prototipo del cemento moderno elaborado de una mezcla de caliza y arcilla calcinada a alta temperatura, hasta la formación del clinker; el proceso de industrialización y la introducción de hornos rotatorios propiciaron su uso para gran variedad de aplicaciones, hacia finales del siglo XIX.

El cemento de Portland moderno es el producto de la conversión a altas temperaturas de los materiales finalmente molidos tan básicos como la piedra caliza, la arcilla, y de pizarra que contienen cuatro ingredientes dominantes:

Óxido de calcio, sílice, alúmina, e hierro.

Los fabricantes de cemento portland usan los materiales locales, las plantas generalmente están ubicadas cerca de las minas, especialmente de las piedras calizas. Los materiales una vez en planta se trituran, muelen y mezclan hasta su completa homogeneización, ya sea en seco o en húmedo.

Los materiales ya homogenizados se introducen en hornos rotatorios donde se calcinan a temperaturas aproximadas de 1400 C, hasta que alcanza un estado de fusión incipiente durante este proceso se producen las reacciones químicas requeridas y el material se subdivide y aglutina en fragmentos no mayores a 6 cm, cuya forma se regulariza por efecto de la rotación del horno; el material fragmentado, resultante de la calcinación, se denomina clinker portland. Una vez frío, el clinker se muele conjuntamente con una reducida proporción de yeso, que tiene la función de regular el tiempo de fraguado, y con ello se obtiene el polvo fino de color gris que se conoce como cemento Pórtland simple.

Durante la molienda el clinker puede combinarse con diferentes materiales para producir otros tipos o variedades de cementos. El cemento es distribuido por las fabricantes en sacos o bultos para sus diferentes usos en obra o en fábricas de hormigón (concreto) y morteros.

CAPITULO 3

3.1 INTRODUCCION DE LOS TIPOS DE HORMIGON

Las propiedades del hormigón dependen en gran medida de la calidad y proporciones de los componentes en la mezcla, y de las condiciones de humedad y temperatura, durante los procesos de fabricación y de fraguado.

Para conseguir propiedades especiales del hormigón (mejor trabajabilidad, mayor resistencia, baja densidad, etc.), se pueden añadir otros componentes como aditivos químicos, microsílíce, limallas de hierro, etc., o se pueden reemplazar sus componentes básicos por componentes con características especiales como agregados livianos, agregados pesados, cementos de fraguado lento, etc.

3.2 HORMIGÓN SIMPLE

El hormigón de cemento Pórtland estará constituido por una mezcla homogénea de los siguientes materiales: agua,



Figura 3.1

cemento Pórtland, agregado fino y agregado grueso, proporcionados en forma tal, que se obtengan las características generales que se indican a continuación: La mezcla será de calidad uniforme y su transporte, colocación, compactación y curado se realizarán en forma tal, que una vez retirados los encofrados se obtengan estructuras compactas, de textura uniforme, resistente y durable. El hormigón endurecido estará libre de vacíos internos y externos. En general deberá estar libre de todo defecto que facilite la destrucción de las estructuras por la acción de los agentes atmosféricos o por las condiciones a que aquellas se encuentran sometidas durante el uso.

3.2.1 USO DEL HORMIGON SIMPLE

Dependiendo del agregado que se use y de la dosificación el hormigón simple puede ser usado para todo tipo de elementos estructurales, vigas, columnas, cimentaciones, etc.

3.3 HORMIGÓN PESADO

Se define así a todo hormigón que posee un peso específico superior a 3.7 (ton/m³), debido al uso de agregados de gran peso específico. Son numerosas las aplicaciones de hormigones sumergidos, en donde un



Figura 3.2

alto peso unitario sumergido, es de gran importancia.

3.3.1 USO DEL HORMIGÓN PESADO

Los hormigones pesados se utilizan como protección contra las radiaciones producidas en las plantas en base a energía nuclear. La obtención de estos queda condicionada al empleo de áridos bajo peso específico, para lo cual se obtienen normalmente de rocas mineralizadas o bien, aunque con menor frecuencia, se recurre a áridos constituidos por granalla o trozos metálicos.

3.4 HORMIGÓN LIVIANO

Se designa convencionalmente como hormigones livianos a aquellos que producen una densidad que fluctúa entre 300kg/m³ y 2000 kg/m³, ya que los normales presentan una densidad normal de 2400 kg/m³



Figura 3.3

La disminución de la densidad de estos hormigones se produce por una presencia de vacíos en el agregado, para la piedra volcánica en una proporción del 40 al 50% de su volumen, que determinan las características físicas y mecánicas que hacen que este material sea especialmente valorado y apreciado en el sector de la construcción.

En el mortero o entre las partículas de agregado grueso. Esta presencia de vacíos ocasiona la disminución de la resistencia del Hormigón, por lo que muchas veces la resistencia no es la condición predominante para los hormigones, y en otros casos se compensa.

En construcciones de Hormigón, el peso propio de la estructura representa una proporción importante en la carga total de la estructura por lo que reducir la densidad del mismo resulta muy beneficioso. Así se reduce la carga muerta, con la consiguiente reducción del tamaño de los distintos elementos estructurales, llegando a los cimientos y al suelo con menores cargas.

3.4.1 USO DEL HORMIGON LIVIANO

Básicamente el uso de Hormigones livianos depende de las consideraciones económicas. Las aplicaciones que se le pueden dar al hormigón liviano se basan exclusivamente en el diseño que se le dé además de los agregados escogidos para la elaboración del mismo.

El hormigón liviano es ideal para la construcción de elementos secundarios en edificios o viviendas, que requieren de ser ligeros a fin de reducir las cargas muertas; para colar elementos de relleno que no soporten cargas estructurales; para la construcción de vivienda con características de aislamiento térmico.

Entre las aplicaciones y usos más importantes para el hormigón liviano podemos resaltar las siguientes:

- Hormigón estructural: Losas y muros para casas. (la resistencia del hormigón deberá ser superior a 17 MPa.)
- Construcción de bloques de mampostería
- Ductos de ventilación
- Vigas y paneles prefabricados
- Edificios en zonas sísmicas
- Puentes
- Muros divisorios.
- Capas de nivelación de losas y pisos.
- Rellenos para nivelar y como aislante

3.5 HORMIGÓN LIVIANO ESTRUCTURAL

El uso fundamental del hormigón liviano busca reducir la carga muerta de una estructura de hormigón, lo que permite a su vez que el diseñador estructural reduzca el tamaño de columnas, zapatas y otros elementos de cargas en la cimentación particularmente.

Este sería un beneficio financiero directo capaz de cuantificarse con bastante aproximación al reducirse el consumo de acero y el peso de la estructura en sí, debido a un ahorro en el diseño de la cimentación y de la estructura de soporte, ofreciendo al arquitecto o ingeniero una mayor libertad de planeación debido a un mayor espaciamiento entre columnas y mayores luces.

Se encuentran además otros beneficios como por ejemplo la reducción en peso produce un ahorro en el transporte de los materiales con respecto al volumen, además se facilitan las operaciones en el sitio de la construcción debido a que hay menos fatiga humana y al mismo tiempo esto ayuda a que se aumente el rendimiento de cada trabajador, dando lugar a una edificación más rápida y así a una reducción en el costo.

El hormigón estructural liviano posee una densidad en el orden de 1440 kg/m³ a 1840 kg/m³, en comparación con el concreto de peso normal que presenta una densidad en el rango de 2240 kg/m³ a 2400kg/m³. Para aplicaciones estructurales la resistencia del hormigón deberá ser superior a 17 MPa.

En edificios, el hormigón estructural liviano proporciona una estructura de concreto con mayor calificación de resistencia al fuego,

además la porosidad del agregado liviano proporciona una fuente de agua para el curado interno del hormigón que permite el aumento continuo de la resistencia y durabilidad del hormigón.

Las mezclas de hormigón liviano se pueden diseñar para lograr resistencias similares a las que ofrece el hormigón de peso normal.

3.5.1 USOS DE HORMIGON LIVIANO ESTRUCTURAL

El hormigón estructural liviano se ha utilizado para cubierta de puentes, pilares y vigas, losas y elementos de muros en edificios de acero y de estructura de acero, estructuras de parque, losas de cubierta y losas compuestas en cubiertas metálica.

3.6 HORMIGÓN ARMADO

La técnica constructiva del hormigón armado consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. También es posible armarlo con fibras,



Figura 3.4

tales como fibras plásticas, fibra de vidrio, fibras de acero o combinaciones de barras de acero con fibras dependiendo de los requerimientos a los que estará sometido.

El hormigón, por sus características pétreas, soporta bien esfuerzos de compresión, pero se fisura con otros tipos de sollicitaciones (flexión, tracción, torsión, cortante); la inclusión de varillas metálicas que soportaran dichos esfuerzos propició optimizar sus características y su empleo generalizado en múltiples obras de ingeniería y arquitectura.

Tal disposición de los dos materiales (hormigón y hierro) está basado en el hecho de que el hormigón resiste de por sí muy bien a la compresión (hasta 50 Kg. por cm^2 , siendo que el hierro presenta una gran resistencia a la tracción, de 1000 a 1200 Kg. por cm: y más).

La invención del hormigón armado se suele atribuir al constructor William Wilkinson, quien solicitó en 1854 la patente de un sistema que incluía armaduras de hierro para la mejora de la construcción de viviendas, almacenes y otros edificios resistentes al fuego. El francés

Joseph Monier patentó varios métodos en la década de 1860, pero fue François Hennebique quien ideó un sistema convincente de hormigón armado, patentado en 1892, que utilizó en la construcción de una fábrica de hilados en Tourcoing, Lille, en 1895.

3.6.1 USOS DEL HORMIGON ARMADO

El hormigón armado está en edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles y obras industriales. La utilización de fibras es muy común en la aplicación de hormigón proyectado o *shotcrete*, especialmente en túneles y obras civiles en general.

3.7 HORMIGON CICLOPEO

El hormigón ciclópeo se realiza añadiendo su interior grandes piedras de dimensión no inferior a 30 cm, a medida que se va hormigonando para economizar material; se van llenando los

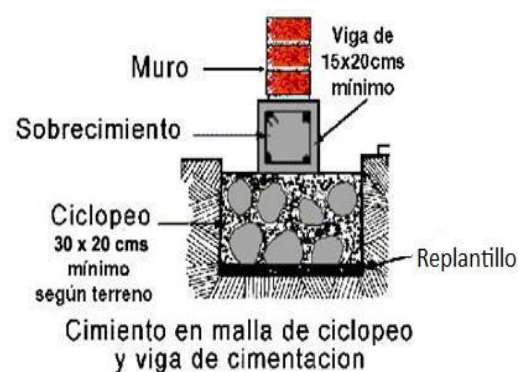


Figura 3.5

intersticios entre las rocas hasta conseguir homogeneizar el conjunto.

Utilizando este sistema, se puede emplear piedra más pequeña que en los cimientos de mampostería hormigonada.

La técnica del hormigón ciclópeo consiste en lanzar las piedras desde el punto más alto de la zanja sobre el hormigón en masa, que se depositará en el cimiento.

3.7.1 USOS DEL HORMIGON CICLOPEO

El Hormigón Ciclópeo es un tipo de material de construcción usado en Cimentaciones, en lechos marinos o de río.

Este es un sistema que ha quedado prácticamente en desuso; se usaba en construcciones con cargas poco importantes, exceptuando las construcciones auxiliares como vallas de cerramiento en terrenos suficientemente resistentes.

3.8 HORMIGON PRESFORZADO

Se denomina hormigón presforzado a la tipología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos intencionadamente a



Figura 3.6

esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Dichos esfuerzos se consiguen mediante cables de acero que son tensados y anclados al hormigón.

Esta técnica se emplea para superar la debilidad natural del hormigón frente a esfuerzos de tracción, y fue patentada por Eugène Freyssinet en 1920.

El objetivo es lograr que parte de las tracciones que producirían las cargas de servicio se traduzcan en una disminución de la compresión ya existente en el material.

El esfuerzo de pretensado se puede transmitir al hormigón de dos formas:

- Mediante armaduras *pretensas* (generalmente barras o alambres), método utilizado mayoritariamente en elementos prefabricados.
- Mediante armaduras postensadas o *postesas*, (generalmente *torones*, grupos de cables), utilizadas mayoritariamente en piezas hormigonadas *in situ*.

Normalmente al aplicar esta técnica, se emplean hormigones y aceros de alta resistencia, dada la magnitud de los esfuerzos inducidos.

3.8.1 USOS DEL HORMIGON PRETENSADO

El empleo de hormigón postensado suele reducirse a estructuras sometidas a grandes cargas y con grandes separaciones entre apoyos, en las cuales la reducción del coste de los materiales compensa el aumento de la complejidad de ejecución.

3.9 MORTERO

En construcción, se llama **mortero** a la combinación de aglomerantes y aglomerados. Los más comunes son los de cemento y están compuestos por cemento, agregado fino y agua.



Figura 3.7

El mortero de cemento se desarrolló a mediados del siglo XIX.

3.9.1 USOS DEL MORTERO

Se utilizan para obra de albañilería como material de agarre, Aplanados, revestimiento de pared, pegado de bloques para formar pared y muros, Hechura de Registros, Emboquillados y Resanes, Entortados y Chaflanes en azoteas.

Los morteros pobres o ásperos son aquellos que tienen poca cantidad de cemento y, por consiguiente, poseen menos adherencia y resultan más difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y muestran fisuras, además de tener mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada.

Las proporciones de los morteros para un saco de cemento son:

Tipo	Proporción	Uso del Mortero
MORTEROS DE CEMENTO PORTLAND	1 parte de cemento portland 3 partes de arena gruesa	<ul style="list-style-type: none"> • Capa aisladora de cimientos • 1ª capa de revoques exteriores (Ambos aditivados con hidrófugo) • 1ª capa sobre metal desplegado • Protección de tuberías de hierro • Azotada de cielorraso • Alisados (pisos, azoteas) • Frisos
	1 parte de cemento portland 4 partes de arena gruesa	<ul style="list-style-type: none"> • Alisados (pisos, azoteas) • Elevación de muros o mortero de toma para ladrillo visto

Tipo	Proporción	Uso del Mortero
MORTEROS CON MAS DE UN AGLOMERANTE	1 parte de cemento portland 5 partes de mezcla gruesa	2ª capa de revoques exteriores 2ª capa sobre metal desplegado
	1 parte de mezcla gruesa 1/20 de cemento portland	1ª capa de revoques interiores 2ª capa de cielorraso
	1 parte de mezcla fina 1/10 de cemento portland	2ª capa de revoques interiores 3ª capa de cielorraso 3ª capa de revoques exteriores colocación de azulejos, pétreos, mesadas y zócalos
	1 parte de mezcla gruesa 1/20 de cemento portland	mortero de toma para mampuestos cerámicos (ladrillos, ticholos, tejas), baldosas, pétreos) .
	2 partes de cemento portland blanco 7 a 10 partes de mezcla fina	3ª capa de revoques exteriores de fachada
	2 partes de portland blanco 1 parte de carbonato 2 partes de marmolina 3 partes de grano de mármol	<ul style="list-style-type: none"> 3ª capa de revoques exteriores de fachada (diferente terminación a la anterior)

CAPITULO 4

4. MATERIALES

Los agregados livianos usados en la elaboración de hormigones, han sido adoptados en consideración a su estructura celular, que ofrece una de las principales ventajas, que es la baja densidad y consecuentemente el aislamiento térmico, a la par de ciertas propiedades acústicas, pues amortiguan las vibraciones. La estructura del interior, se produce generalmente con altas temperaturas, originando gases que causan expansión. La capacidad de absorción de agua y el grado de aislamiento térmico no vienen fijados solamente por el porcentaje de burbujas, sino también por la naturaleza de estas y por su cantidad tamaño y distribución.

4.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL VOLCÁNICO



Figura 4.1



Figura 4.2

4.1.1 ORIGEN

La piedra volcánica está formada casi en su totalidad por productos procedentes de actividades volcánicas prolongadas en fases sucesivas durante más de un millón de años. En el caso de sustancias erupcionadas durante las fases efusivas, se refiere especialmente a dos tipos de litotipos, uno de los cuales es el que se conoce genéricamente como "lava", independientemente de su edad y composición mineralógica. El otro tipo es el que, en la literatura vulcanológica reciente, aparece con el término moderno de "ignimbrita.

Son el fruto de la solidificación del magma, fragmentado o compacto, sobre o en el interior de la corteza terrestre. Esas temperaturas de cristalización oscilan así: para los magmas riolíticos 1000 °C, para los andesíticos 1150 °C y para los basálticos 1250 °C.

La composición mineralógica promedio de las rocas ígneas es:

59% feldespatos, 12% cuarzo, 17% anfíboles y piroxenos, 4% micas y 8% otros minerales. Por el volumen en la corteza, las rocas ígneas representan el 95% contra el 5% de las sedimentarias, aunque estas últimas exhiben mayor afloramiento.

La acción del magma resulta ser la asimilación y fusión de la roca encajante o el fracturamiento y la intrusión de dicha roca. Al fluir a través de ella genera movimientos telúricos por la presión de los gases magmáticos o por la presión del magma mismo.

4.1.2 PRIMEROS USOS

La piedra volcánica, material volcánica, comenzó a emplearse a partir del siglo VII a.C, posiblemente tras el encuentro entre los romanos y una civilización etrusca más evolucionada. Este material posee excelentes cualidades para la construcción ya que es blando durante

su extracción, aunque se endurece al contacto con el aire, siendo un buen aislante de espacios.

4.1.3 VENTAJAS

Las numerosas cualidades técnicas de la piedra volcánica, ya sean sus variantes cromáticas como las cualidades físicas, entre las que se encuentran su ligereza, resistencia y maleabilidad, permiten adaptarlo a cualquier tipo de construcción. La piedra volcánica es especialmente apreciada en la fabricación de muros de carga internos y externos, ya que su esponjosidad permite construir estructuras ligeras pero con unas características de resistencia y compresión bastante elevadas.

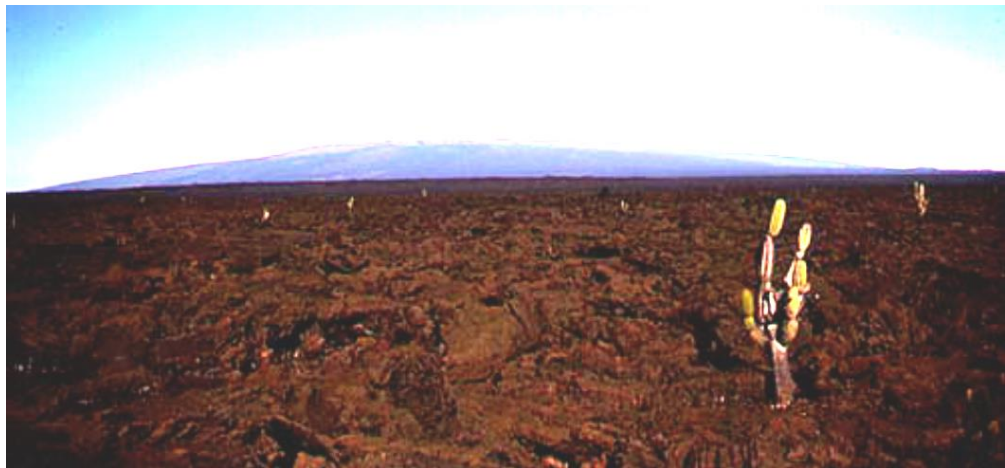


Figura 4.3

4.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS

- Color rojizo
- Alta porosidad
- Forma irregular

4.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

El agregado volcánico extraído de la Isla San Cristóbal en el Archipiélago de Galápagos que será usado en esta tesina es una escoria volcánica que se crea del choque de la lava con el agua del mar, de composición Básica (contiene Hierro y Magnesio) y de composición Intermedia (Hierro en menor cantidad y contenido de Cuarzo).

4.2. CEMENTO

Se denomina **cimento** a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas



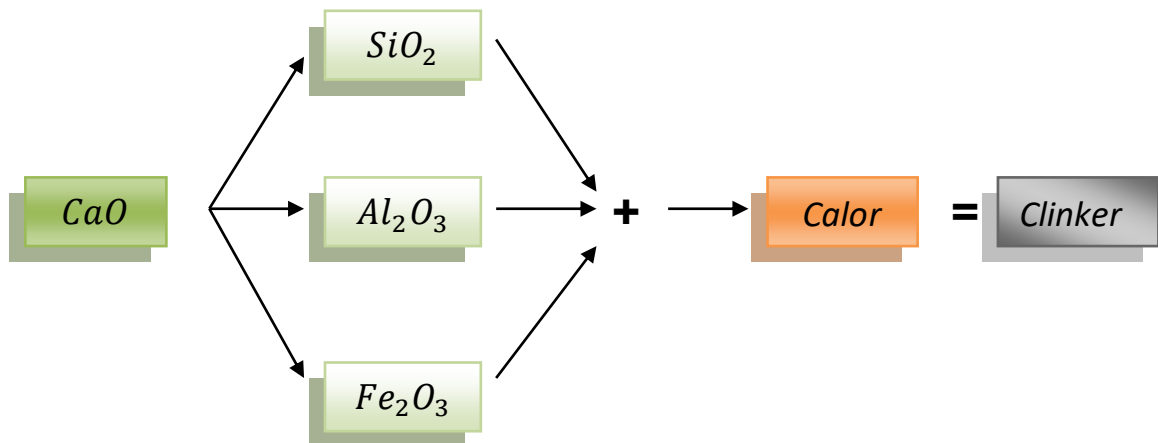
Figura 4.4

posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Mezclado con agregados pétreos (grava y arena) y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada **hormigón**.

El tipo de cemento más utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón o concreto es el cemento portland.

Producto que se obtiene por la pulverización del clinker portland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. Cuando el cemento portland es mezclado con el agua, se obtiene un producto de características plásticas con propiedades adherentes que solidifica en algunas horas y endurece progresivamente durante un período de varias semanas hasta adquirir su *resistencia característica*.

4.2.1 COMPONENTES PARA FABRICAR CEMENTO PORTLAND



4.2.2 FASES DEL CLINKER

- **Alita** $\Rightarrow C_3S \rightarrow 3Ca \cdot SiO_2 \Rightarrow$ material que más abunda en el clinker entre (60 – 70) % responsable de la resistencia inicial.
- **Belita** $\Rightarrow C_2S \rightarrow 2CaO \cdot SiO_2 \Rightarrow$ responsable de la resistencia (5 – 15) %
- **Aluminato** $\Rightarrow C_3A \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \Rightarrow$ responsable del fraguado y el alto calor de hidratación (7 - 10)%
- **Luminoferrito** **tetracalcio** $\Rightarrow C_4AF \rightarrow 4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ no aporta resistencia, da color al cemento, baja el punto de fusión.

Con el agregado de materiales particulares al cemento (calcáreo o cal) se obtiene el *cemento plástico*, que fragua más rápidamente y es más fácilmente trabajable. Este material es usado en particular para el revestimiento externo de edificios.

4.2.3 TIPO, NOMBRE Y APLICACIÓN

El cemento se clasifica en:

Tipo I: Normal. Para uso general, donde no son requeridos otros tipos de cemento. Es comúnmente usado para la construcción general, especialmente al hacer prefabricados de hormigón prefabricado y pretensado que no están en contacto con suelos o aguas subterráneas. Las composiciones de compuestos típicos de este tipo son:

55% (C_3S), el 19% (C_2S), 10% (C_3A), 7% (C_4AF), 2,8% de MgO , 2.9% (SO_3), un 1,0% la pérdida de ignición, y 1.0 % CaO libre.

Una limitación de la composición es que el (C_3A) no deberá exceder del quince por ciento.

Tipo IA: Normal. Uso general, con inclusor de aire.

Tipo II: Moderado. Para uso general y además en construcciones

donde existe un moderado ataque de sulfatos o se requiera un moderado calor de hidratación. Su composición es:

51% (C_3S), el 24% (C_2S), el 6% (C_3A), el 11% (C_4AF), 2,9% de MgO, 2.5% SO_3 , el 0,8% de pérdida de ignición, y 1.0 % CaO libre.

Una limitación de la composición es que el (C_3A) no podrá exceder de ocho por ciento que reduce su vulnerabilidad a los sulfatos.

Tipo IIA: Moderado. Igual que el tipo II, pero con inclusor de aire.

Tipo III: Altas resistencias. Para uso donde se requieren altas resistencias a edades tempranas. Su composición compuesto típico es:

57% (C_3S), el 19% (C_2S), 10% (C_3A), 7% (C_4AF), 3,0% de MgO, 3.1% (SO_3), el 0,9% de pérdida de ignición, y 1.3 % CaO libre.

Tipo IIIA: Altas resistencias. Mismo uso que el tipo III, con aire incluido.

Tipo IV: Bajo calor de hidratación. Para uso donde se requiere un bajo calor de hidratación. Su composición compuesta típica es:

28% (C_3S), el 49% (C_2S), el 4% (C_3A), 12% (C_4AF), 1,8% de MgO, 1,9% (SO_3), el 0,9% de pérdida de ignición, y el 0,8 % CaO libre.

Tipo V: Resistente a la acción de los sulfatos. Para uso general y además en construcciones donde existe un alto ataque de sulfatos. Su composición compuesta típica es:

38% (C_3S), el 43% (C_2S), el 4% (C_3A), el 9% (C_4AF), el 1,9% de MgO, 1,8% (SO_3), el 0,9% de pérdida de ignición, y el 0,8 % CaO libre.

Debido a sus características, el cemento es utilizado para construcciones que requieren de gran firmeza y resistencia, usándose para la construcción de cimientos y muros de grandes edificios y hogares. Además es posible encontrarlo en la fabricación de monumentos y estatuas que adornan nuestra ciudad, sin embargo, para este uso, el cemento utilizado es uno de color blanco, ya que el clásico de color gris le da un acabado poco estético. De este modo, podemos notar que el cemento se encuentra presente en casi cada rincón de nuestras ciudades y hogares.

4.3. ADITIVO

Se define como un producto químico que se agrega a la mezcla de concreto en cantidades no mayores de 5% por masa de cemento durante el mezclado o durante una operación adicional antes de la colocación del concreto. Los aditivos pueden ser orgánicos o inorgánicos en cuanto a su composición pero su carácter químico, que difiere del mineral, es su característica esencial.

4.3.1 CLASIFICACIÓN

Los aditivos se clasifican por su función en el concreto. La clasificación de la Norma ASTM C 494-92 es la siguiente:

- Tipo A Reductores de agua.
- Tipo B Retardantes.
- Tipo C Acelerantes.
- Tipo D Reductores de agua y retardantes.
- Tipo E Reductores de agua y acelerantes.
- Tipo F Reductores de agua de alto rango o superfluidificantes.
- Tipo G Reductores de agua de alto rango y retardantes o superfluidificantes y retardantes.

En la práctica los aditivos se compran o venden como productos patentados y la promoción incluye beneficio variados y amplios alcances. Aunque estos pueden ser ciertos, algunos solo ocurren indirectamente, de modo que es importante entender los efectos específicos de los aditivos antes de usarlos, además como señala la norma ASTM C 494-92, los efectos específicos pueden variar con las propiedades y proporciones de los otros ingredientes de la mezcla. Los aditivos pueden ser utilizados en estado sólido o líquido, aunque un líquido se puede dispersar más rápidamente durante el mezclado del concreto. Se utilizan recipientes calibrados, siendo el aditivo descargado dentro del agua de mezclado. Las dosis de los diferentes aditivos son recomendadas por los fabricantes pero varían de acuerdo a las circunstancias. La efectividad de los aditivos varía según sea su dosificación en el concreto y también según sean los constituyentes de la mezcla. (**“TECNOLOGÍA DEL CONCRETO” (IMCYC) Autor: Adam M. Neville**)

4.3.2 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES PRINCIPALES

Su influencia se determina de acuerdo al agua y a la cantidad del agua que es necesario añadir a la mezcla para obtener la docilidad y compactación necesaria. Los áridos de baja densidad son poco resistentes y porosos.

Nos sirven para:

- **Una mejor trabajabilidad.**
- **Para regular el proceso de fraguado del hormigón.**

Son útiles para:

- Hormigones secos.
- Hormigones bombeados.
- Hormigones vistos.
- Hormigones fuertemente armados.

No se deben utilizar en:

- Hormigones blandos.
- Hormigones fluidos.

4.3.3 TIPOS O CLASES

Existen tres tipos o clases de aditivos: Plastificantes, Fluidificantes y Superfluidificantes.

- **Plastificantes:** Estos son los sólidos disueltos H₂O, sus propiedades permiten mas trabajabilidad, disminuye la relación entre el agua y el cemento y disminuye la segregación cuando el transporte es muy largo o cuando hay grandes masas de

hormigón. Estos pueden ser usados: Inyectados, proyectados, o pretensados.

- **Fluidificantes** : Estos son formulaciones orgánicas líquidas, al igual que la anterior sus propiedades permiten mas trabajabilidad, disminuye la relación entre el agua y el cemento.

Estos pueden ser utilizados en hormigones bombeados, largos transportes., hormigones proyectados con armaduras.

- **Superfluidificantes:** Estos son formulaciones orgánicas líquidas, estos pertenecen a la tercera generación.

USOS:

Modificadores de fraguado: Retardador o acelerador de fraguado - modificar solubilidad.

Tipos:

Aceleradores de fraguado: Cloruros [Cl_2Ca (más eficaz), ClNa , ClAl , ClFe], Hidróxidos, Carbonatos., Silicatos.

Retardadores de fraguado: Existen dos tipos: Inorgánicos (ZnO , PbO , PO_4H_3 , BO_4H_3), Orgánicos (ácido orgánico, glicerina).Estos dependen del tipo, cantidad de cemento, dosificación y la relación entre el agua y el cemento.

Consiste en reacciones químicas en las que aparece una película alrededor del cemento, impidiendo que se hidrate.

Aceleradores de endurecimiento: Son los que Modifican la resistencia mecánica, este a su vez puede producir efectos secundarios: Bajan la resistencia final y puede originar retracciones.

- ACELERADOR < 2,5% ACELERA.
- ACELERADOR > 2,5% RETARDA.

Modificadores contenido gases: Son los que facilitan la correcta distribución del aire ocluido.

4.3.4 OTROS ADITIVOS.

Colorantes: Pigmento que se le añade al cemento para modificar el color y está formado por óxidos metálicos.

Deben cumplir con: tener un alto poder de coloración, gran facilidad para mezclarse con el cemento, que sea insoluble en el agua, que sean estables a la luz y al ambiente, además de a los ambientes agresivos, que no alteren el proceso de fraguado del hormigón.

Anticongelantes: Es cuando el hormigón está a bajas temperaturas y se utilizará hasta una temperatura de -14°C.

Impermeabilizantes: Son repelentes al agua y actúan cerrando el sistema poroso del hormigón mediante unas sustancias químicas en el fraguado del hormigón. Este no es totalmente efectivo.

Normas Nacionales al respecto

- Los aditivos que se utilicen en el concreto estarán sujetos a la aprobación previa del ingeniero.
- Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento en todo proceso que el producto usado, para establecer las proporciones del concreto.
- Los aditivos utilizados en el concreto que contenga cementos expansivos deberán ser compatibles con el cemento y no producir efectos nocivos.
- El cloruro de calcio a los aditivos que contengan cloruro que no sea de impurezas de los componentes del aditivo, no deben emplearse en el concreto presforzado.

En nuestro caso para la elaboración de hormigón simple usamos



Figura 4.5



Figura 4.6

Plastocrete 161 HE SIKA el cual es un Acelerante plastificante para el hormigón

Descripción:

PLASTOCRETE 161 HE es un aditivo líquido para hormigón

Cumple norma ASTM C-494 TIPO E ; aditivo , químico reductor de agua y Acelerante de resistencias no es inflamable

Usos:

Plastocrete 161 HE SIKA se debe usar donde se desee :

- Alta resistencias a temprana edad
- Rápida obtención de resistencias a temprana edad.
- Rápida obtención de resistencias en lugares fríos

- Aumenta la manejabilidad de la mezcla y acelerar resistencias.
- Disminuir el contenido de cemento , al reducir el agua de la mezcla y mantener la relación A/C

Ventajas:

- Incrementa conjuntamente la resistencia inicial y final del hormigón
- Permite un rápido desencofrado
- Mayor utilización de encofrado
- Aumenta la trabajabilidad de la mezcla
- Permite el pronto uso de las obras

Modo de empleo

Agregar la cantidad requerida, manualmente o por medio de un dosificador automático, al agua de la mezcla

Dosificación

La dosificación varia del 0.2 % al 2.5% del peso del cemento
0.2 al 1.0 % para acelerar un 17% el fraguado inicial o sea
entre 95 cc y 470 cc por cemento 1.0 a 2.5 % para

incrementar un 80 % la resistencia a las 24 horas o sea entre 470 cc y 1180 cc , por saco de cemento

Precauciones:

No usar en hormigones que vayan a estar en contacto con magnesio y aluminio, o en hormigón presforzado.

En caso de contacto con la piel , lavar con agua y jabón.

En caso de salpicaduras en los ojos , lavarlos con suficiente agua y consultar al oftalmólogo , usar anteojos protectores agite el producto fuertemente antes de usar , no use aire a presión para su agitación

Datos técnicos

- Líquido color ámbar oscuro
- Densidad 1.10 kg/l aproximadamente

Almacenamiento

El tiempo de almacenamiento es de 24 meses en sitios frescos y bajo techo en su envase original bien cerrado .

Transportar con las precauciones normales a tomar para productos químicos.

4.4. PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE PROBETAS

Se pesa el material del que se dispone (en este caso el agregado volcánico de la Isla San Cristóbal), se procede a tamizar el material usando la malla No. 4, se lo clasifica de la siguiente manera:

- Retenido de la malla No. 4 como el Agregado Grueso.
- Pasante de la malla No. 4 como el Agregado Fino.

Una vez clasificado el material se procede a realizar las pruebas de laboratorio necesarias para conocer las propiedades del material.

4.4.1 ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Se pesa 500 gr del material se lo tamiza y se pesa el material el retenido de cada malla se realiza la grafica de la curva granulométrica, dependiendo si el ensayo es para el Agregado Grueso o para el fino se usan las siguientes mallas:

- Agregado Grueso : 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No.4
- Agregado Fino: No.4, No.10, No.20, No.40, No.60, No.80, No.100, No.200, fondo.

4.4.2 ENSAYOS DE ABSORCION, HUMEDAD, GREVEDAD ESPECÍFICA

Se coge 5 Lb de la muestra del pasante 3/8 para el Agregado Fino se deja remojando durante 24 horas, luego de ese tiempo se pesan 500 gr del material y se lo deposita en un matraz con agua se lo mueve hasta que la muestra absorba el agua, luego se lo coloca en el horno por 24 horas, después de ese tiempo se pesa la muestra con estos datos y las formulas en el capítulo 5 se calcula absorción, humedad, gravedad especifica. Este proceso es el mismo para el Agregado Grueso.

4.4.3 PESO VOLUMETRICO

Se coge material retenido de la malla 3/8, con un cilindro de prueba se lo llena en tres capas, 25 golpes en cada capa, se toma tres datos del peso del cilindro cuando estén las tres capas y se usan las formulas del capítulo 5.

4.4.4 DOSIFICACIONES

Una vez calculado las proporciones que se debe tener de cada uno de los elementos que intervienen en la mezcla del hormigón como es el agregado fino, el agregado grueso, el agua, el aditivo, se procede a

colocar el agregado grueso y el fino en la mezcladora (la mezcladora debe de estar encendida), después se debe de colocar la cantidad de agua que se calcula, una vez colocada el agua se coloca el cemento con cuidado para que no se levante polvo debido a que el cemento es un material muy fino, al final se coloca el aditivo y se mezcla hasta obtener una mezcla uniforme, que el agregado se mezcle con el cemento y el agua.

Una vez realizada la mezcla se procede a llenar los cilindros de prueba en tres capas de 25 golpes cada una.

Se deja por 24 horas y se desmolda los cilindros para colocarlos en una piscina de curado, para luego romper a los 7, 14, 21, 28 días para comprobar la resistencia máxima a la que se puede llegar con esa dosificación.



Figura 4.7 Tamices



Figura 4.8 Cilindros 10x20



Figura 4.9 balanza



Figura 4.10 Mezcladora de Tambor



4.11 Mesclador



4.12 Revenimiento



Figura 4.13 Cono de Abrams



Figura 4.14 Varillado de las capas

CAPITULO 5

5. DISEÑO, ENSAYO Y USOS QUE SE PUEDEN DAR AL HORMIGÓN ENSAYADO

5.1. PRUEBAS AL AGREGADO VOLCÁNICO

GRAVEDAD ESPECIFICA, HUMEDAD Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Peso Tazón = 141,2 gr
Tazón+ Muestra Pasante 3/8 = 5 Lb

Se deja remojando 24 horas

masa de matraz (Mm) 1 = 185,7 gr
masa de matraz (Mm) 2 = 190,6 gr

se coge 500 gr del material

B = Masa de Muestra Saturada con Superficie Seca
B = 500 gr

Matraz + Material + Agua (Mmw) 1 = 963 gr
Matraz + Material + Agua (Mmw) 2 = 968,4 gr

A = Masa Muestra
Seca

Psss 1 (A) = 488,7 gr

Psss 2 (A) = 407,5 gr

$$Ma = Mmw - (Mm + B)$$

Ma = Masa de Agua Añadida al Matraz

Ma 1 = 277,3 gr

Ma 2 = 277,8 Gr

$$Ges = \frac{B}{B - Ma}$$

Ges sss = Gravedad especifica saturada superficialmente seca

Ges sss (1) = 2,25

Ges sss (2) = 2,25

Ges sss = 2,25

$$Abs = \left(\frac{B-A}{A} \right) \times 100$$

Abs (1)=	2,31	Absorción=	22,70	%
Abs (2)=	22,70			
Humedad=	18,50	%		

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Se coge 4Kg de muestra para realizar el ensayo

A= 4 Kg

Psss= masa de muestra saturada en superficie seca

Psss en agua= muestra sumergida en agua

Psss (B)= 4,545 Kg

Psss en agua (C)= 2,06 Kg

$$Ges = \frac{B}{B-C}$$

Ges= 1,83

$$Abs = \left(\frac{B-A}{A} \right) \times 100$$

Absorción= 13,63 %

Pseco= 3,72 Kg

Humedad= 7,53 %

PESO VOLUMETRICO

AGREGADO GRUESO

Diámetro del Cilindro=	0,15	m
Altura del Cilindro=	0,3	m
Volumen del Cilindro=	0,005301	m ³

Sin golpe

W + Muestra Retenido 3/8 =	17,5	Lb		
	17,7	Lb		
	17,4	Lb		
	<u>17,4</u>	Lb		
Prom.	17,53	Lb	7,95	Kg

$$PVC = \frac{Prom.}{Vol. Cilindro}$$

PVC sin varillar= 1500,15 Kg/m³

3 Capas de 25 Golpes cada una

W + Muestra Retenido 3/8 =	19,1	Lb		
	19,1	Lb		
	19,5	Lb		
	<u>19,5</u>	Lb		
Prom.	19,23	Lb	8,72	Kg

$$PVC = \frac{Prom.}{Vol. Cilindro}$$

PVC varillado= 1645,60 Kg/m³

AGREGADO FINO

Sin golpe

W + Muestra Retenido 3/8 =	23,8	Lb		
	23,2	Lb		
	23,5	Lb		
Prom.	23,50	Lb	10,66	Kg

$$PVC = \frac{Prom.}{Vol. Cilindro}$$

PVC sin varillar= 2010,65 Kg/m3

3 Capas de 25 Golpes cada una

W + Muestra Retenido 3/8 =	25,8	Lb		
	27,7	Lb		
	28	Lb		
Prom.	27,17	Lb	12,32	Kg

$$PVC = \frac{Prom.}{Vol. Cilindro}$$

PVC varillado= 2324,37 Kg/m3

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

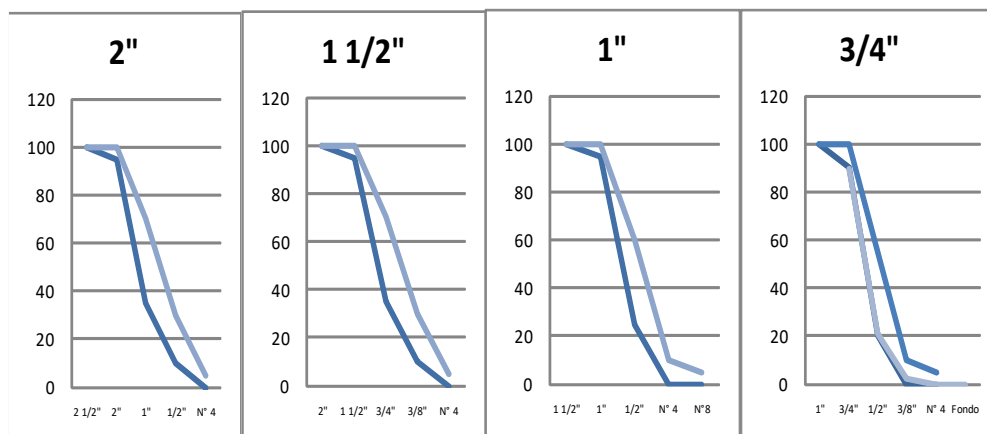
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

RESULTADOS DEL ENSAYO

Proyecto: Hormigon Simple Utilizando Agregado Volcanico de la Isla San Cristobal Fecha: _____

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33- 63			
					2"	1 1/2"	1"	3/4"
2 1/2"					100			
2"					95 - 100	100		
1 1/2"						95 - 100	100	
1"					35 - 70		95 - 100	100
3/4"	147,02	10,71	10,71	89,29		35 - 70		90 - 100
1/2"	938,92	68,38	79,09	20,91	10 -- 30		25 - 60	
3/8"	256,82	18,70	97,79	2,21		10 -- 30		20 - 55
N° 4	30,12	2,19	99,98	0,02	0 - 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10
N°8							0 - 5	0 - 5
Fondo	0,22	0,02	100,00	0,00				
Total	1373,1	100,00						



Densidad Saturada Superficialmente Seca: 1,83

Peso Volumetrico Suelto: 1500,15

Modulo de Finura: 6,08

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Laboratorio de Suelos y Resistencia de Materiales

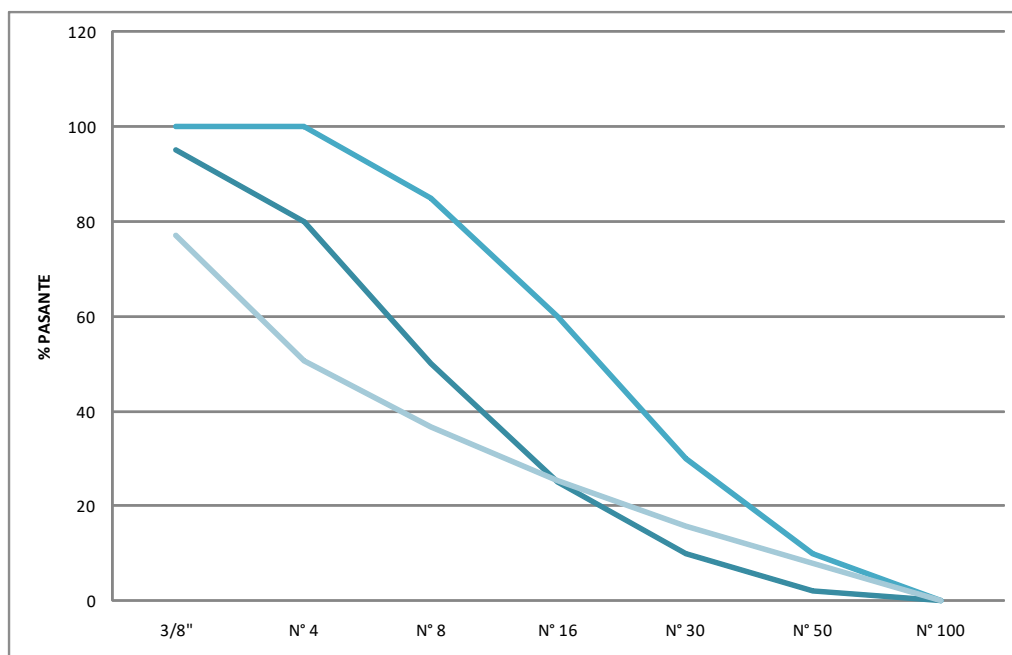
ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

RESULTADOS DEL ENSAYO

Proyecto: Hormigon Simple Utilizando Agregado Volcanico de la Isla San Cristobal

Fecha: _____

TAMIZ	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE	ESPECIFICACION ASTM C33 - 63
3/8"					
N° 4	114,1	22,91	22,91	77,09	95 - 100
N° 8	132,1	26,53	49,44	50,56	80 - 100
N° 16	69,4	13,94	63,37	36,63	50 - 85
N° 30	56,6	11,37	74,74	25,26	25 - 60
N° 50	46,7	9,38	84,12	15,88	10 -- 30
N° 100	39,7	7,97	92,09	7,91	2 -- 10
Fondo	39,4	7,91	100,00	0,00	0
Total	498	100,00			



Densidad Saturada Superficialmente Seca: 2,25 Peso Volumetrico: 2010,65

Modulo de Finura: 3,87

5.2 DOSIFICACIONES DEL HORMIGON

DOSIFICACION 50% AGREGADO GRUESO 50% AGREGADO FINO

ρ cemento=	2950	
ρ agua=	1000	
ρ agregado fino=	2250,23	Kg/m ³
ρ agregado grueso=	1828,97	Kg/m ³

Cantidad para 1 m³

Se usara 500 Kg de cemento

	Vol.(dm³)
Cemento	169,49
Agua	200
Agregados	610,51
Aire	20
	<hr/>
	1000

$$610,5 = \frac{M}{1,83} + \frac{M}{2,25}$$

2M=	1232	Kg
Ag. Grueso=	50	%
Ag. Fino=	50	%

	Peso(Kg)	Abs	Hum	Peso seco(Kg)	Peso Real (Kg)
Cemento	500			500	500
Agua	200			387,81	254
Ag. Grueso	616	13,63	7,53	542,10	582,90
Ag. Fino	616	22,70	18,50	502,00	594,88
	1932			1932	1932

Aditivo 1,5% del peso del cemento

DOSIFICACION 40% AGREGADO GRUESO 60% AGREGADO FINO

ρ cemento= 2950
 ρ agua= 1000
 ρ agregado fino= 2250,23 Kg/m³
 ρ agregado grueso= 1828,97 Kg/m³

Cantidad para 1 m³

Se usara 500 Kg de cemento

	Vol.(dm ³)
Cemento	169,49
Agua	200
Agregados	610,51
Aire	20
	1000

$$610,5 = \frac{M}{1,83} + \frac{M}{2,25}$$

2M= 1232 Kg
 Ag. Grueso= 40 %
 Ag. Fino= 60 %

	Peso(Kg)	Abs	Hum	Peso seco(Kg)	Peso Real (Kg)
Cemento	500			500	500
Agua	200			395,83	252
Ag. Grueso	493	13,63	7,53	433,68	466,32
Ag. Fino	739	22,70	18,50	602,41	713,85
	1932			1932	1932

Aditivo 1,5% del peso del cemento

DOSIFICACION 30% AGREGADO GRUESO 70% AGREGADO FINO

ρ agua= 1000

ρ cemento= 2950

ρ agregado fino= 2250,23 Kg/m³

ρ agregado grueso= 1828,97 Kg/m³

PVC= 1645,60 Kg/m³

Relacion Agua Cemento (a/c)= 0,5

$$V_s = \frac{PVC}{\rho}$$

Vs= 0,731

$$V_v = 1 - V_s$$

Vv= 0,269

$$0,269 = \frac{a}{1000} + \frac{2a}{2950}$$

a= 160,133

c = 2a

c= 320,265

$$Ag. Grueso = V_s \cdot \rho_{Ag. Grueso} \cdot \% Ag. Grueso$$

$$Ag. Fino = V_s \cdot \rho_{Ag. Fino} \cdot \% Ag. Fino$$

% Ag. Grueso= 30%

% Ag. Fino= 70%

	Peso (Kg)	Abs	Hum	Peso Seco(Kg)	Peso Real(Kg)
Cemento	320,27			320,27	320,27
Agua	160,13			421,35	221,09
Ag. Grueso	401,26	13,63	7,53	353,14	379,73
Ag. Fino	1151,92	22,70	18,50	938,81	1112,49
	2033,58			2033,58	2033,58

Aditivo 1,5% del peso del cemento

DOSIFICACION 30% AGREGADO GRUESO 70% AGREGADO FINO

ρ cemento=	2950	
ρ agua=	1000	
ρ agregado fino=	2250,23	Kg/m ³
ρ agregado grueso=	1828,97	Kg/m ³

Cantidad para 1 m³

Se usara 500 Kg de cemento

	Vol.(dm³)
Cemento	169,49
Agua	200
Agregados	610,51
Aire	20
	<hr style="width: 50%; margin: auto;"/> 1000

$$610,5 = \frac{M}{1,83} + \frac{M}{2,25}$$

2M=	1232	Kg
Ag. Grueso=	30	%
Ag. Fino=	70	%

	Peso(Kg)	Abs	Hum	Peso seco(Kg)	Peso Real (Kg)
Cemento	500			500	500
Agua	200			403,85	249
Ag. Grueso	370	13,63	7,53	325,26	349,74
Ag. Fino	862	22,70	18,50	702,81	832,83
	1932			1932	1932

Aditivo 1,5% del peso del cemento



Figura 5.1

RELACION: 50 % DE AGREGADO GRUESO 50% DE AGREGADO FINO



Figura 5.2



Figura 5.3

RELACION: 30 % DE AGREGADO GRUESO 70% DE AGREGADO FINO



Figura 5.4



Figura 5.5

RELACION: 40 % DE AGREGADO GRUESO 60% DE AGREGADO FINO



Figura 5.6



Figura 5.7

12 cilindros con la mescla

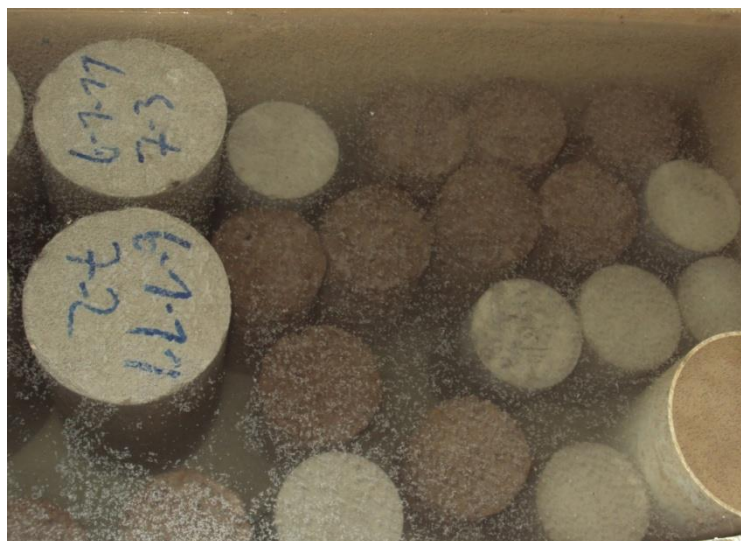


Figura 5.8

Cilindros sumergidos en agua



Figura 5.9

Doce cilindros los cuales los dejamos de un día para otros le sacamos el molde y lo sumergimos en agua



Figura 5.10

Vemos que tiene mucha relación de vacíos

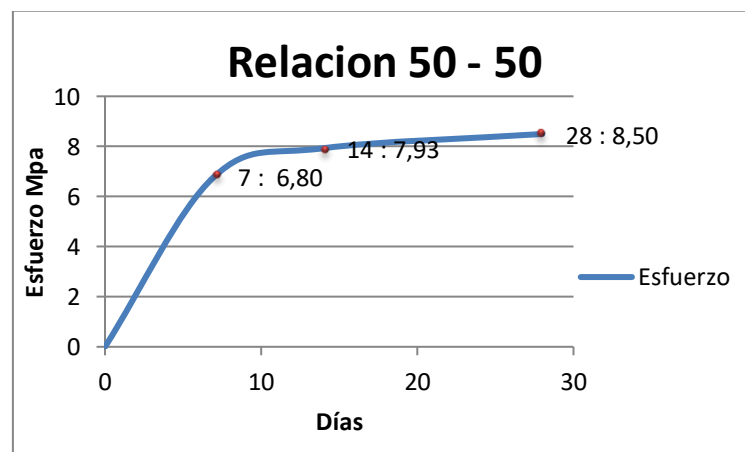
5.3 RESULTADOS

Los valores de los ensayos de compresión simple corresponden a dos pruebas que se realizaron con dos diferentes dosificaciones:

- Primer Ensayo muestra 50% Agregado Grueso 50% Agregado Fino da un esfuerzo a los 28 días de $86,63 \text{ Kg/cm}^2 = 8,50 \text{ MPa}$

PRUEBA 50-50

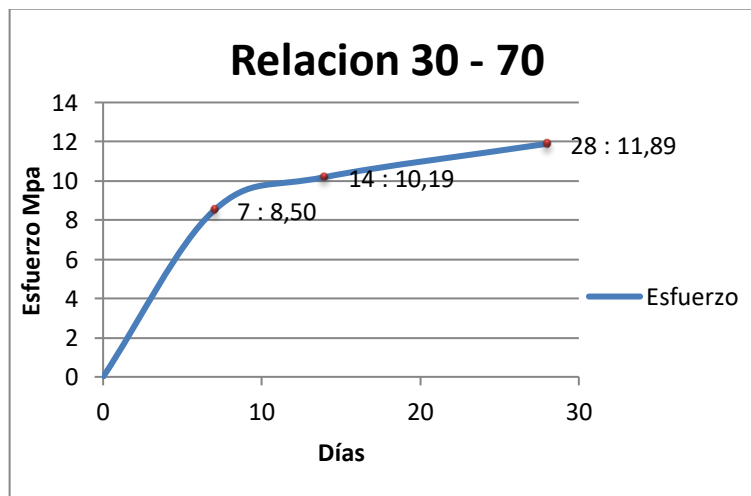
DIAS	Carga		Esfuerzo	
	Lb	Kg-f	Kg/cm2	MPa
0	0	0	0	0
7	12000	5443,20	69,30	6,80
14	14000	6350,40	80,86	7,93
28	15000	6804,00	86,63	8,50



- Segundo Ensayo muestra 30% Agregado Grueso 70% Agregado Fino da una resistencia a los 28 días de 121,28 Kg/cm2 = 11,89 MPa

PRUEBA 30-70

DIAS	Carga		Esfuerzo	
	Lb	Kg-f	Kg/cm2	MPa
0	0	0	0	0
7	15000	6804,00	86,63	8,50
14	18000	8164,80	103,96	10,19
28	21000	9525,60	121,28	11,89



5.4 USOS DEL HORMIGON EN INGENIERÍA CIVIL

- Se lo puede usar como Hormigón de Relleno que es aquel cuya densidad está comprendida entre los 300kg/m³ y los 1000kg/m³. Estos hormigones son buenos aislantes térmicos, pero poseen bajas resistencias por lo cual no son utilizados en elementos estructurales. El hormigón de relleno es una mezcla fluida que tiene la finalidad de solidarizar las armaduras con la mampostería, llenando los huecos donde se encuentra. El tamaño máximo del agregado debe ser de 25 mm a fin de evitar que queden oquedades en la estructura, y el hormigón de relleno deberá tener la fluidez necesaria para obtener un llenado íntegro.

- Con el propósito de salvaguardar la vida y la protección de la propiedad, los códigos de la construcción requieren que sea considerado en el diseño de cualquier edificio la resistencia al fuego

La resistencia al fuego se define como el tiempo durante el cual el muro de hormigón es capaz de constituir una pantalla contra las llamas y los humos, sin sobrepasar la temperatura superficial de la cara no expuesta, de 150°C

El grado de resistencia al fuego depende directamente del tipo de material a emplear para la elaboración del elemento hormigón, tipo de ocupación, tamaño del edificio.

El hormigón liviano tiene la característica de resistir mucho mejor y de conservar sus cualidades en presencia del fuego comparado con el hormigón convencional.

Esta característica del hormigón liviano se debe a los siguientes factores:

1. Durante el proceso de fabricación de los agregados livianos como la escoria volcánica, estas pasan por altas temperaturas lo cual comparado con un incendio es supremamente mayor, esto lo convierte en un material más estable comparado con la mayoría de agregados
 2. El agregado liviano tiene un bajo coeficiente de expansión y un bajo modulo de elasticidad comparado con el hormigón convencional
- El uso más común de prefabricados del hormigón con agregados de peso ligero es en forma de bloques de mampostería utilizados para la construcción de muros de carga y sin carga o muros divisorios.

En muchos países estos bloques son utilizados desde hace mucho tiempo, en áreas donde los materiales como ladrillos de arcilla y madera no son fáciles de conseguir, esto no quiere decir que estos bloques sean sustitutos de estos materiales. Tienen sus propias cualidades importantes, principalmente porque combinan la ligereza y la baja conductividad térmica con propiedades funcionales normales.

Con el fin de aligerar más el peso de los bloques en la construcción se permite extraer parte de su núcleo.

- Debido a su gran absorción se presentan problemas de corrosión del hierro, pero este problema se reduce al aumentar el recubrimiento del hierro.

CAPITULO 6

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El tipo de Hormigón que se puede obtener con este agregado es Hormigón Liviano.
- La cantidad de cemento usado en las dosificaciones es mayor en este material de Galápagos, que en el hormigón convencional, debido a que el material tiene una mayor relación de vacíos, lo cual encarece la obra para poder obtener una mayor resistencia.
- De las tres dosificaciones nos dimos cuenta que este material de Galápagos debe ser mezclado con un porcentaje mayor de finos, menor cantidad de cemento por costo.
- Los hormigones livianos no presentan retracción significativa.
- La causa de que estos hormigones sean livianos se debe a su baja densidad lograda por medio de agregados cuya relación de vacíos es alta.
- Los hormigones livianos son muy buenos aislantes de temperatura, Un aislante térmico es un material usado en la construcción y

caracterizado por su alta resistencia térmica. Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.

La conductividad es la característica por la cual el calor pasa de un material sólido a otro cuando están en contacto entre sí, sabemos que el aire es un mal conductor de calor, por lo tanto los hormigones livianos que son porosos por excelencia, lo cual indica que encierran cantidades considerables de aire, los convierte en buenos aislantes térmicos.

- Estos hormigones no alcanzan resistencias iguales a las de un hormigón tradicional.

6.2 RECOMENDACIONES

- Este tipo de hormigones está recomendado para construcciones en las cuales no se posee suelos de gran resistencia, y cuyas construcciones sean pequeñas sin soportar grandes cargas.
- Se recomienda para lugares en los que se necesite mantener la temperatura y la acústica.
- En muchos casos este tipo de hormigones se utilizarán en embarcaciones marinas.

Bibliografía

- 5.5 Arce Pezo Xavier. Hormigones livianos .Tesis. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior del Litoral, 1997. Pág. 1-3, 5-7, 10-13.
- 5.6 Peña Sterling Cecilia y Zambrano García Fulton. Hormigón celular con la utilización de materiales locales. Tesis. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior del Litoral, 2001. Pág. 32-47.
- 5.7 Javier Eduardo Molina Salinas. Adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz en Hormigón Compactado con Rodillo. Tesis. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Escuela Superior del Litoral, 2002. Pág. 19-21. Pág. 42-43.
- 5.8 Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi Diseño y Control de Muestras de Concreto, Capítulo 8 Pág. 161-181, Capítulo 18 Pág.375-383
- 5.9 <http://www.offshore-technology.com/projects/hibernia/>
- 5.10 http://www.stalite.com/projects_HiberniaPlatform.html
- 5.11 http://www.stalite.com/stalite_projects.html#StructuralBuilding
- 5.12 <http://www.arqhys.com/construccion/aditivos-tipos.html>
- 5.13 <http://www.monografias.com/trabajos16/aditivos-construccion/aditivos-construccion.shtml>