

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas  
Facultad de Construcciones  
Departamento de Ingeniería Civil**



**Trabajo de Diploma**

**Título: Adecuación de las dosificaciones en las mezclas de hormigón para la fabricación de bloques en la UEB “Eladio Rodríguez”**

**Autor: Yusvel Consuegra Marrero**

**Tutor: Dra Ing. Lesday Martínez Fernández**

**Curso: 2008-2009**

# Pensamiento

*“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”.*

*Albert Einstein*

## Dedicatoria

a mis padres, que son los cimientos que me sostienen,  
a mi hermana, que ven en mí un ejemplo,  
a toda mi familia, por la confianza que siempre han depositado en mí,  
a mis amigos, que son mi autoestima,  
a los vecinos de mi pueblo, para ellos soy su esperanza de ingeniero,  
en fin, a todas esas piezas que forman un rompecabezas al cual me he tomado  
la libertad de llamar "mi vida", es que pido me permitan dedicar esta  
investigación.

## Agradecimientos

Aunque parezca individual, este trabajo de diploma es el resultado del esfuerzo de muchas personas; por lo que me gustaría agradecer a:

mis padres por todo el apoyo que me han dado,

mi familia en general por su confianza y preocupación,

mi tutora por todo lo que hizo,

mis amigos por no mirar el reloj cuando los molesto,

mis profesores por hacer de mí lo que ahora soy,

a Camilo por toda su ayuda, un nuevo amigo,

a los compañeros de la UEB “Eladio Rodríguez” en especial a Xiomara, René e Irán por brindarme su apoyo incondicional,

a todos los que de una forma u otra me ayudaron y confiaron en mí, pero en especial quiero agradecer a los que dudaron que este momento llegaría algún día; porque ellos fueron mi motor impulsor.

## Resumen

El hormigón se produce en la gran mayoría de los países del mundo, se encuentra presente en toda obra de construcción. Desde que se utilizó por primera vez ha sufrido profundos cambios, evolucionando a un ritmo paralelo al desarrollo de la ciencia y la técnica. En la actualidad se manifiesta como el de mayor aplicación, sus características en cuanto a costos de producción, propiedades mecánicas, velocidad de construcción, durabilidad y el favorable comportamiento ambiental, lo convierten en favorito sobre el resto. La siguiente investigación presenta estudios realizados a muestras de bloques de hormigón fabricado con diferentes dosificaciones y por cientos de sustitución de cemento por adiciones puzolánicas (Tobas zeolíticas), con el objetivo de disminuir el consumo de cemento y lograr la obtención de hormigones con una resistencia que cumpla con la Norma Cubana. Esto permitirá la obtención de un concreto con un menor costo de producción, notable ahorro de energía y un mejor comportamiento del hormigón en obras. Los resultados que se obtienen a escala del laboratorio, necesitan ser comprobados en la práctica industrial, ya sea a mediana o pequeña escala. El trabajo ofrece los resultados de dimensiones, absorción y resistencia a la compresión de los bloques de hormigón estudiados en el laboratorio de Materiales de Construcción de la UEB Eladio Rodríguez del territorio, y posteriormente presenta los resultados de un pequeño análisis estadístico y también económico del consumo de materiales, que permitieron evaluar el comportamiento de las distintas mezclas a escala de laboratorio.

# Indice

<b>Introducción</b> .....	10
<b>Capítulo I Estado del arte</b> .....	16
1.1) Hormigones para bloques.....	16
1.1.1) Dosificaciones de los hormigones para bloques.....	17
1.1.2) Especificaciones de los hormigones para bloques.....	18
1.2) Puzolanas naturales como extensores del clinker.....	20
1.2.1) Antecedentes históricos de las tobas zeolíticas.....	20
1.2.2) Características generales.....	22
1.2.3) Beneficios de su uso.....	24
1.3) Bloques. Generalidades.....	26
1.3.1) Antecedentes históricos.....	27
1.3.2) Definición y Clasificación.....	28
1.3.3) Especificaciones del bloque de hormigón según Norma Cubana.....	30
1.3.4) Tecnologías de fabricación .....	32
1.4) Justificación de la investigación emprendida.....	37

<b>Capítulo II Caracterización de los materiales</b> -----	<b>38</b>
2.1) Áridos-----	38
2.1.1) Árido fino-----	38
2.1.2) Árido grueso-----	40
2.2) Cemento-----	41
2.3) Adiciones-----	42
2.4) Agua-----	44
2.5) Caracterización de la producción de bloques en la UEB-----	44
2.5.1) Descripción del proceso de manufactura del bloque de hormigón-----	45
2.6) Equipamiento-----	46
2.7) Herramientas-----	46
2.8) Ensayos realizados en laboratorio y campo-----	46

<b>Capítulo III Caracterización de los resultados</b> -----	49
3.1 Metodología Propuesta-----	49
3.2. Aplicación de la metodología-----	51
3.2.1 Etapa I: Diseño de las mezclas-----	51
3.2.2 Etapa II: Búsqueda del por ciento de sustitución de cemento -----	54
3.3 Valoración de los resultados-----	54
3.3.1 Resultados de la I Etapa.-----	54
3.3.2 Resultados de la II Etapa-----	57
3.4 Análisis estadístico de los resultados-----	60

<b>Capítulo IV Costo de los materiales de las mezclas obtenidas</b> -----	69
4.1 Ahorro de Cemento por mezclas.-----	69
4.2 Costo de materiales por mezclas-----	72
4.3 Comparación entre las dosificaciones-----	77
<b>Conclusiones Generales</b> -----	78
<b>Recomendaciones</b> -----	79
<b>Reseña Bibliográfica</b> -----	80
<b>Bibliografía Consultada</b> -----	82
<b>Anexos</b> -----	85

## Introducción

Es una necesidad de la Industria de la construcción de Villa Clara en la Unidad Empresarial de Base “Eladio Rodríguez” de contar con un juego de dosificaciones según la procedencia de las materias primas que le sirvan a dicha entidad para producir bloques huecos de hormigón con calidad, que cumplan con la NC-247. (5)

En la actualidad en dicha fábrica se produce bloques con un elevado consumo de materias primas fundamentalmente aglomerantes que inciden en el medio ecológico, si se sabe que el aglomerante consume energía intensiva dañando al ecosistema.

El CIDEM ha trabajado en la introducción de materiales alternativo al uso del cemento Pórtland como las tobas zeolíticas en mezclas de hormigón para bloque en talleres descentralizados de la gran industria, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto al comportamiento físico mecánico de las unidades confeccionadas.

La presente investigación inicia la aplicación de las tobas zeolíticas en la gran industria para lo cual es necesario conocer de las mismas, dando una pequeña reseña las puzolanas naturales como la zeolita son una familia de minerales aluminosilicatos cristalinos. La primera zeolita se describió en 1756, por Cronstedt, un mineralógico sueco, que les dio el nombre de origen griego “piedras hirviendo”, refiriéndose a la evolución del vapor de agua cuando la roca se caliente. Actualmente se conocen unas cincuenta zeolitas naturales y más de ciento cincuenta se sintetizan para aplicaciones específicas como la catálisis industrial o como carga en la fabricación de detergentes. La clinoptilolita es una zeolita natural formada por la desvitrificación de ceniza volcánica en lagos o aguas marinas hace millones de años. Este tipo es la más estudiada y considerada la de mayor utilidad. (8)

Las zeolitas naturales pueden utilizarse en la preparación de hormigón ligero para la construcción. Su estructura de silicato poroso hace que sean mucho más ligeros que la arena y dan más volumen por tonelada de producto con una dureza y resistencia similares. La zeolita no contiene barro que disminuye la resistencia del hormigón y su estructura porosa retiene la humedad lo que facilita que el hormigón cure más rápidamente.

La sustitución de parte del cemento Pórtland, en peso, por aglomerantes puzolánicos como la zeolita, supone un aumento en volumen del total de aglomerante, debido a que este material presenta menor peso específico. La finura en ellos es elevada y demanda mayor cantidad de agua por lo que el volumen de pasta también aumenta. (13)

De todos los materiales de construcción es bien sabido que los aglomerantes juegan un papel fundamental por cuanto es el que posibilita aglomerar a otros productos para formar morteros y hormigones, y a su vez constituyen el aspecto limitante que imposibilita la solución de la vivienda en los países subdesarrollados (13)

Los bloques de hormigón son piezas que se obtienen de una mezcla homogénea de cemento, árido grueso y fino de tamaño específico, además de agua. Estos bloques son confeccionados y luego de ser sometidos a un proceso de curado, fraguado y endurecimiento adquieren características portantes. (13)

Por su parte los bloques de hormigón requieren resistencias bajas, en el orden de 2.5-7 Mpa de resistencia a compresión (según el tipo y calidad) y el uso de puzolanas naturales como la zeolita representan una ventajosa opción para extender el uso de cemento Pórtland en estas aplicaciones, si contamos que el cemento base alcanza 35Mpa, pues no es posible disminuir mas allá de cierto limite la dosificación de un cemento de alta resistencia ya que de lo contrario no se lograría la cohesión necesaria para formar la estructura de hormigón con la resistencia requerida.(13)

**PROBLEMATICA**

En la UEB Eladio Rodríguez, perteneciente a la Industria de Materiales de Villa Clara se producen bloques de hormigón que cumplen con la calidad de la normativa cubana, pero con elevado consumo de cemento Pórtland ordinario (CPO). Por otra parte existen en el territorio yacimientos de tobas zeolíticas que posibilitan el empleo de sustitutos parcial al CPO.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Demostrar que la sustitución parcial de cemento Pórtland por tobas zeolíticas es viable para la elaboración de bloques

**OBJETIVOS GENERALES**

Validar la dosificación de las mezclas de hormigón para bloques en la Unidad Empresarial Básica “Eladio Rodríguez”

Ajustar dosificaciones para la producción de bloques con la tecnología POYATO

Introducción de puzolanas naturales como las tobas zeolíticas en las mezclas para bloques de hormigón

**OBJETIVOS ESPECIFICO**

Reajuste de las dosificaciones de mezclas de hormigón para la fabricación de bloques en la UEB

Sustituir un por ciento de cemento Pórtland por zeolita en diferentes granulometría (Zook y Zoad)

Caracterizar estadísticamente la producción de bloques en la UEB Eladio Rodríguez

Emitir recomendaciones para mejorar la producción de bloques en la UEB Eladio Rodríguez con la introducción de tobas zeolíticas

**HIPOTESIS**

¿Hasta qué por ciento en peso se puede sustituir el CPO por tobas zeolíticas sin afectar las características físico mecánicas del bloque producido según la tecnología POYATO y se continúe obteniendo un bloque categoría II?

**NOVEDAD O APORTE**

La obtención de bloques en los que se sustituye parcialmente CPO por tobas zeolíticas con el consecuente beneficio económico, medio ambiental y social

**APORTE CIENTIFICO RELEVANTE DE LA INVESTIGACION**

Se estudia por primera vez en Cuba el uso de tobas zeolíticas en la elaboración de bloques.

**VALOR PRACTICO DE LA INVESTIGACION**

Las mezclas de hormigón, después de verificadas sus características, serán utilizadas en la construcción de bloques de hormigón

**La estructura del trabajo la conforman:**

**Capítulo I:** Estado del arte de los diseños de mezclas existentes, y de las mezclas obtenidas con la utilización de adiciones puzolánicas. Justificación de la investigación emprendida.

**Capítulo II:** Caracterización de los materiales, breve descripción de los equipos y herramientas usadas.

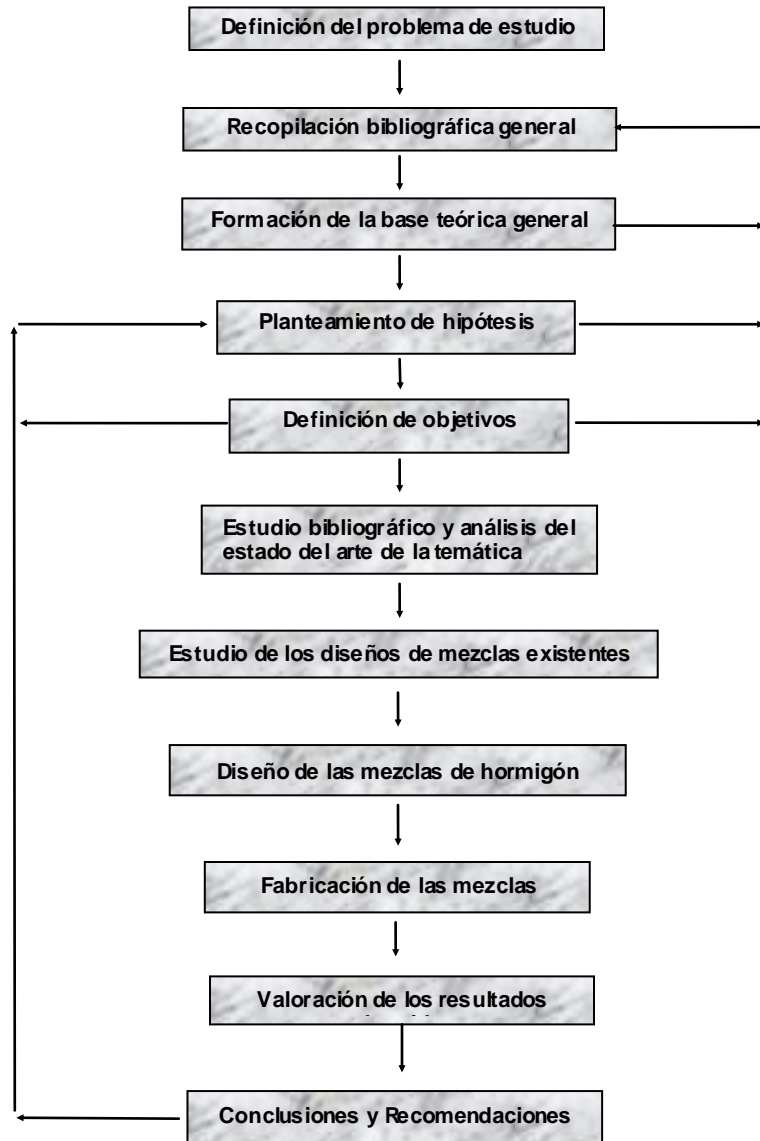
**Capítulo III:** Diseño de las dosificaciones de hormigones para bloques y de las diferentes mezclas con por ciento de sustitución. Validación y evaluación de los resultados de las mezclas de hormigón obtenidas.

**Capítulo IV:** Costos de materiales de las mezclas obtenidas.

Finalizando se muestran las conclusiones, bibliografía y un conjunto de anexos que faciliten la comprensión o aprueben lo realizado en la investigación.

Para la realización de la misma se ha seguido la Metodología de la Investigación que se muestra a continuación.

**Diagrama de la Metodología de la Investigación**



## **Capítulo I Estado del Arte**

Este capítulo tiene como objetivo realizar una búsqueda bibliográfica sobre los hormigones existentes producidos para la fabricación de bloques a pequeña escala, con la finalidad de brindar información sobre estos y sus posibles utilizaciones con la sustitución del CPO por puzolanas naturales en este caso por Tobas zeolíticas para así lograr extender su uso ya que este permite un mayor número de aplicaciones para una misma cantidad de cemento es válido destacar que cuando se habla del uso de los materiales puzolánicos aclarar que no se trata de buscar un sustituto al CPO, sino su lógica complementación .

### 1.1) Hormigones para bloques

El hormigón actual difiere significativamente del hormigón que se usó hace 50 años atrás. Este ha evolucionado desde una simple mezcla de cemento y áridos hasta una mezcla mucho más amplia y compleja de componentes minerales, con características muy específicas que le confieren propiedades muy particulares al hormigón; y del uso de aditivos químicos que provocan efectos aun más específicos. (5)

El desarrollo del hormigón moderno se debe al surgimiento de una nueva ciencia del hormigón, una ciencia de los aditivos y el uso de sofisticados aparatos científicos para observar la microestructura del hormigón y más aun su nanoestructura.

Las causas de la introducción de materiales sustitutos al cemento Pórtland han sido razones económicas y ecológicas. Esta última encaminada a un doble beneficio medio ambiental, por un lado los requerimientos más bajos de cemento conllevan a una reducción en la cantidad de CO<sub>2</sub> generada en su producción y por otro se utiliza un producto que normalmente es depositado en grandes cantidades al aire libre, contaminando el ecosistema. Las causas económicas fundamentales, parten de hacer un uso racional del petróleo en la producción del

cemento, que consume energía de forma intensiva y en su lugar emplear materiales que no requieren tratamiento térmico adicional.

En nuestro territorio los bloques constituyen el principal componente para la fabricación de elementos verticales en las edificaciones. La Unidad Empresarial de Base “Eladio Rodríguez, perteneciente a la Industria de Materiales de Construcción, Villa Clara con una capacidad instalada de 10 000 bloques diarios, distribuidas en varias tecnologías, es el abastecedor por excelencia de dichas unidades con destino tanto al desarrollo del fondo habitacional como al sector turístico. (5)

#### 1.1.1) Dosificaciones de los hormigones para bloques

El concreto comúnmente usado para hacer bloques de concreto es una mezcla del cemento Pórtland, agua, arena y piedra. Esto produce un block de color gris claro con una fina textura superficial y una gran resistencia a la compresión. Un bloque estándar pesa de 17.2-19.5 kgs. En general, la mezcla de concreto usada para los bloques con propósito de construcción contiene un bajo porcentaje de agua. Este método da como resultado un producto muy seco, de mezcla homogénea que mantiene su forma cuando es removido del molde. (1)

En otro caso, si es usada ceniza o piedra de origen volcánico en vez de arena y grava, el resultado es un bloque que presenta ciertas características como un color gris oscuro con una textura media, buena resistencia, larga duración y alta resistencia a altas temperaturas que el bloque de concreto. Un bloque elaborado con estos materiales, comúnmente pesa entre 11.8 y 15.0 kgs. En adición a los componentes básicos, la mezcla de concreto usada tradicionalmente para elaborar bloques puede contener varios químicos para alterar el tiempo de curado, incrementar la resistencia a la compresión o improvisar su manejo. Las mezclas pueden contener pigmentos que produzcan una apariencia uniforme en el bloque, o la superficie pueden ser alteradas para dar un efecto decorativo o para proveer protección contra ataques químicos. (1)

Las formas y tamaños de los bloques comunes de concreto han sido estandarizados para asegurar una uniformidad en las construcciones. El tamaño más común en las construcciones, hablando de bloques de concreto; es referido a aquel con las siguientes medidas nominales: 20 x 20 x40 que incluye una cama de mortero de concreto. Muchas empresas que manufacturan bloques ofrecen variaciones del bloque básico que permitan, por ejemplo, un efecto visual único o proveer de características estructurales para aplicaciones especializadas. Por ejemplo, ofrecer un bloque diseñado especialmente para resistir el agua del exterior. El bloque incorpora un repelente contra el agua para reducir la absorción y permeabilidad y una serie de canales para dirigir el flujo fuera del bloque que pudiera entrar en el interior del mismo. (1)

#### 1.1.2) Especificaciones de los hormigones para bloques

Los hormigones para bloques durante el proceso de vibrado deben cumplir una serie de propiedades para su correcta elaboración las cuales se darán a continuación:

##### a) Compacidad

Al amasar un concreto se emplea una cantidad de agua superior a la que el cemento necesita para su perfecta hidratación y que es muy inferior al volumen de agua empleado normalmente en el amasado, absorbida el agua de combinación por el cemento, la cantidad restante, y que se añade exclusivamente para dar maniobrabilidad al concreto, tiende a evaporarse, dejando de ese modo una gran cantidad de poros, resultando un concreto con una compatibilidad más o menos acusada, según sea la cantidad de agua evaporada. Esta situación trae como exigencia la necesidad de reducir en lo posible la cantidad de agua de amasado con el fin de conseguir un concreto de gran compacidad. (1)

b) Impermeabilidad

La impermeabilidad de un concreto es función de su compacidad. La granulometría juega un papel importante en la impermeabilidad. Con una granulometría continua y un elevado contenido de cemento, completados por una enérgica vibración, se obtiene un concreto altamente impermeable. La absorción de humedad del concreto vibrado es aproximadamente la mitad de la correspondiente al concreto ordinario. (1)

c) Resistencia mecánica

La resistencia mecánica del concreto es quizás el factor más importante dentro de las propiedades del mismo. La resistencia del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa (1)

d) Resistencia a la abrasión y congelamiento

La resistencia del concreto vibrado a las acciones extremas se deriva de su propia compacidad; la resistencia al desgaste es mayor. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos agua de amasado y ser más compactos. (1)

e) Desmolde rápido

En la fabricación de elementos prefabricados de concreto vibrado puede conseguirse un desmolde inmediato si el concreto es de granulometría adecuada y se ha amasado con poco agua. Si al efectuar esta operación la pieza rompe, se puede afirmar que la causa se encuentra en un exceso de agua o material fino. La rotura puede sobrevenir también al no estar suficientemente consolidado el concreto, es decir, la vibración ha sido de poca duración. (1)

## **1.2) Puzolanas naturales como extensores del clinker.**

En la actualidad existe una amplia variedad de cementos mezclados. Los materiales inorgánicos que son usados para reducir el consumo de cemento pueden ser mezclados y/o molidos íntimamente con el clinker y/o mezclados durante la fabricación de este o mezclados durante la fabricación del hormigón o morteros. Las cenizas volantes, escorias granuladas, micro sílice y otras puzolanas naturales o calcinadas son reportados como las adiciones minerales más utilizadas. La naturaleza de los productos formados durante la reacción puzolánica en los cementos mezclados depende de las propiedades de las puzolanas y del clinker utilizado para confeccionar el hormigón. Los principales productos de reacción son el silicato calcico hidratado (CSH) y pequeñas cantidades de estrigita, hidrogranate y aluminatos hidratados. La relativa proporción de los productos de reacción dependen de las características químicas y mineralogía de las puzolanas usadas (12)

Poco se conoce acerca de las reacciones y modo de reacción en una solución supersaturada de HC que puede existir cuando se use aglomerante cal-puzolana o cemento mezclado, uno u otro. Aparentemente, el exceso, crea una situación de nucleación de HC adicional no disuelto, principalmente debido a la alta superficie específica de este. La presencia temprana de HC parece acelerar la reacción puzolánica, probablemente debido a la gran cantidad de Ion  $Ca^{2+}$  aprovechable en la solución. (12)

### **1.2.1) Antecedentes históricos de las tobas zeolíticas**

Las puzolanas son materiales silíceos o alumino-silíceos los cuales por sí solos poseen poco o ningún valor cementante, pero cuando se han dividido finamente y están en presencia de agua reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente para formar compuestos con propiedades cementantes (6).

Recibe su nombre de la población de Pozzuoli, en las faldas del Vesubio, donde ya en tiempos romanos era explotada. Después el término fue extendiéndose a todos aquellos materiales que por sus propiedades similares a la Puzolana de origen natural pueden tener usos sustitutivos. De hecho hoy una de sus acepciones más comunes es la de la grava que frena los escapes de las curvas en circuitos de competición. (6)

La civilización romana fue la que descubrió todo el potencial que estos materiales podían ofrecer. De esta forma uno de los mejores exponentes que podemos encontrar es el Panteón de Roma. Construido en el año 123, fue durante 1.500 años la mayor cúpula construida, y con sus 43,3 metros de diámetro aun mantiene record, como el de ser la mayor construcción de hormigón no armado que existe en el mundo (6)

Dentro de las puzolanas naturales se encuentra zeolita la cual proviene de las palabras griegas zeein=hervir y lithos=piedra, que significa piedra hirviente. - Las zeolitas se presentan de forma natural en rocas de origen volcánico. Son minerales del grupo aluminio-silicatos hidratados, compuestos por: aluminio, sílice, hidrógeno y oxígeno. - Su nombre fue dado por el investigador sueco Barón de Cronsted, que en el año 1756 descubrió algunas variedades de zeolitas como cristales bien definidos, presentes en las cavidades de rocas basálticas, y constituyen los únicos silicatos de aluminio que hierven al ser calentados en un tubo de ensayo con bórax (sal blanca compuesta por ácido bórico, sosa y agua). - Estas rocas fueron usadas hace más de 2 mil años como material constructivo. - A fines del siglo XIX se descubrió el primer yacimiento en el mundo, pero al no tener promoción, quedó olvidado. - En la segunda mitad del siglo XX, precisamente por los años 60, los norteamericanos la explotaron por primera vez en California en función de la industria petrolera. (8)

### **1.1.2) Características generales.**

Las zeolitas están compuestas por aluminio, silicio, sodio, hidrógeno, y oxígeno. La estructura cristalina está basada en las tres direcciones de la red con  $\text{SiO}_4$  en forma tetraédrica con sus cuatro oxígenos compartidos con los tetraedros adyacentes. Las propiedades físicas proveen aspectos únicos para una variedad amplia de aplicaciones prácticas. (11)

Según Breck (1974) las zeolitas son caracterizadas por las siguientes propiedades:

1. Alto grado de hidratación.
2. Baja densidad y un gran volumen de vacíos cuando es deshidratado.
3. La estabilidad de su estructura cristalina cuando se deshidrata.
4. Las propiedades de intercambio del catión.
5. Presenta canales moleculares uniformes clasificados en los cristales deshidratados.
6. Por su habilidad de absorber gases y vapores.
7. Por sus propiedades catalíticas. (11)

### **Propiedades físicas.**

Las propiedades físicas de una zeolita deben de considerarse de dos formas:

a) primero una descripción mineralógica de la zeolita desde el punto de vista de sus propiedades naturales, incluyendo la morfología, gravedad específica, densidad, color, tamaño del cristal o grano, el grado de cristalización, resistencia a la corrosión y abrasión. (11)

b) el segundo desde el punto de vista de su desempeño físico como un producto para cualquier aplicación específica, tomando en cuenta las

características de brillantez, color, área superficial, tamaño de partícula, dureza, resistencia al desgaste. (11)

### **Propiedades químicas.**

Las aplicaciones de las zeolitas naturales hacen uso de uno o más de sus propiedades químicas, que generalmente incluye el intercambio de iones, adsorción o deshidratación y rehidratación. Estas propiedades están en función de la estructura del cristal de cada especie, y su estructura y composición catiónica. Mumpton describe las siguientes propiedades de la siguiente manera :

Propiedades de adsorción. Las zeolitas cristalinas son los únicos minerales adsorbentes. Los grandes canales centrales de entrada y las cavidades de las zeolitas se llenan de moléculas de agua que forman las esferas de hidratación alrededor de dos cationes cambiables. Si el agua es eliminada y las moléculas tienen diámetros seccionales suficientemente pequeños para que estas pasen a través de los canales de entrada entonces son fácilmente adsorbidos en los canales deshidratados y cavidades centrales. Las moléculas demasiado grande no pasan dentro de las cavidades centrales y se excluyen dando origen a la propiedad de tamiz molecular una propiedad de las zeolitas. (11)

El intercambio de iones en una zeolita depende de:

1. La naturaleza de las especies catiónicas, o sea, del catión, de su carga, etc.
2. La temperatura
3. La concentración de las especies catiónicas en solución.
4. Las especies aniónicas asociadas al catión en solución.
5. El solvente (la mayor parte de los intercambios se lleva a cabo en solución acuosa, aunque también algo se hace con solventes orgánicos) y,
6. Las características estructurales de la zeolita en particular. (11)

Deshidratación –Rehidratación Basado en el comportamiento de deshidratación.

Las zeolitas pueden ser clasificadas como:

- a) Aquellas que muestran cambios estructurales no mayores durante la deshidratación y exhiben continúa pérdida de peso como una función de la temperatura
- b) Aquellos que sufren mayores cambios estructurales, incluyendo colapsos (derrumbes) durante la deshidratación, y exhiben discontinuidades en la pérdida de peso.

Un ejemplo típico del primer tipo son las zeolitas naturales como: la clinoptilolita, la mordenita, la erionita, la chabazita y zeolitas sintéticos como lo son los zeolitas A y X los cuales son termalmente estables de 700 a 800°C la deshidratación zeolitas. El comportamiento en la deshidratación de las zeolitas en el segundo tipo es semejante a aquel que exhibe pérdida reversible de agua a bajas temperaturas, pero un mayor cambio estructural a una elevada temperatura, y los materiales pierden su carácter zeolítico. (11)

### **1.2.3) Beneficios de su uso**

- En la agricultura como acondicionador y fertilizante de suelos.
  - Suplemento dietético para animales
  - Tratamiento de residuos de granjas
  - Eliminación de amoniaco en piscifactorías
  - Fabricación de fertilizantes de liberación lenta
  - Modificación de suelo
  - Medio cultivo para plantas
- En la nutrición de animales. Da eficiencia en el desarrollo del ganado haciendo decrecer el agua amoniacal en el sistema digestivo (la clinoptilolita).
- Acuicultura.

- Tratamiento de aguas residuales
- Potabilización de agua
- Catálisis y refinado del petróleo.
- Gasificación del carbón.
- Separación de gases.
- Intercambio iónico.
- Purificación del gas natural.
  - Manipulación de residuos nucleares
  - Materiales de construcción ligeros
  - Control de contaminación
- Otros usos
  - Desodorizadores
  - Deshumificadores
  - Cuidado de mascotas(9)



Figura 1 y 2 Zeolita con una granulometría de 3-8 mm

### **1.3) Bloques. Generalidades**

El bloques huecos de hormigón es el material moderno más popular para construir todo tipo de edificios, como casas, edificios de oficinas, fábricas y hasta edificios de departamentos en propiedad horizontal. El buen bloque de hormigón es sinónimo de economía y versatilidad, aplicándose a todas las formas constructivas ya sea en mampostería simple o reforzada. Es adaptable, creativo y relativamente fácil de usar. Donde se levantan paredes con mampostería de bloques de hormigón hueco los costos de construcción bajan. (10)

Los bloques de hormigón son portantes, soportan altas cargas, resisten el fuego, tienen caras y lados bien formados y son uniformemente de la más alta calidad. Están disponibles en cientos de formas, tamaños, colores resistentes a la intemperie y alta estabilidad ante la exposición a la luz de sol y agentes climáticos, texturas lisas y símil piedra, normales e hidrorrepentes. Por todo esto, al momento de construir, el bloque hueco de hormigón es la mejor opción. (10)

La experiencia internacional en construcción de bloques y hormigón han demostrado el excelente comportamiento de este sistema constructivo al que se asigna cada vez mayor preferencia sobre otros materiales usados en la construcción como consecuencia de las conocidas ventajas que resultan de su empleo y que en esencia se pueden resumir en resistencia, durabilidad, economía y velocidad constructiva. Esto unido a la simplicidad de fabricación hace de este sistema constructivo uno de los procedimientos mas completos parar resolver el problema de las construcciones, en las cuales todas las ventajas de aplicación de los bloques son mas evidentes al permitir una economía total en materiales y mano de obra la fabricación de piezas hasta su colocación que difícilmente puede alcanzarse con otros sistemas. Son elementos porosos y para redistribuir este exceso de pasta se desconoce cual es el % de vacío entre áridos ideal para obtener las mejores respuestas físico-mecánicas de estos elementos. (3)

### **1.3.1) Antecedentes históricos**

La utilización del mortero de concreto por los Romanos data desde a principios del año 200 a.c. con la finalidad de dar forma a las piedras usadas en la construcción de edificios en esa época. Durante el reinado del emperador romano Calígula en el año 37-41 d.c., pequeños bloques de concreto prefabricados fueron usados como material de construcción en la región cerca de lo que hoy se conoce como Nápoles, Italia. Sin embargo, mucha de la tecnología desarrollada por los romanos se perdió tras la caída del imperio en el siglo V. No fue sino hasta 1824 que el Inglés Joseph Aspdin, desarrolló el cemento Pórtland, que llegó a ser un componente esencial del concreto moderno. El primer bloque de concreto fue diseñado en 1890 por Harmon S. Palmer en los Estados Unidos. Después de 10 años de experimentación, Palmer patentó el diseño en 1900. Los bloques de Palmer fueron de 20.3 x 25.4 x 76.2 cms. En 1905, aproximadamente 1500 compañías estadounidenses se encontraban manufacturando bloques de concreto. Estos bloques eran sólidos sumamente pesados en los que se utilizaba la cal como material cementante. La introducción del cemento Pórtland y su uso intensivo, abrió nuevos horizontes a este sector de la industria a principios del siglo XX aparecieron los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques significa, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto. Las primeras máquinas que se utilizaban en la entonces incipiente industria se limitaban a simples moldes metálicos, en los cuales se compacta la mezcla manualmente; este método de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente, más tarde se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de bloques de concreto utilizan el sistema de vibro compactación. Los bloques de concreto son principalmente usados como materiales de construcción de paredes. La mayoría de los bloques tienen una o más cavidades y sus lados pueden ser planos o con algún diseño. Ya en la construcción, los bloques de

concreto son colocados uno a la vez con concreto fresco, para formar el alto y el ancho deseado de la pared (1)

La producción de prefabricados de hormigón de pequeño formato es una atractiva alternativa para producciones pequeñas en centros productivos, los productos resultantes varían desde los bloques huecos para paredes, hasta los adoquines de pavimentos. (4)

El hormigón de alta consistencia y baja resistencia indicado para la elaboración de estos elementos precisa una correcta distribución por tamaño de granos de los áridos, así como la mínima cantidad de pasta que garantice aporte mecánico y no que forme parte de la mezcla para cubrir los defectos del acomodamiento de los granos si en algún caso existe defecto o exceso de pasta la laborabilidad de dicho hormigón decae y esto influye en su masa una vez fraguado. (4)

### **1.3.2) Definición y Clasificación**

Pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos y/o artificiales con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente ortoédrica, con dimensiones exteriores no superiores a 60cm, con una relación alto ancho inferior a 6, y alto largo inferior a 1, sin armadura alguna y con densidades comprendidas entre 1.700 Kg. /m<sup>3</sup> y 2.200 Kg./m<sup>3</sup>. (13)

#### **CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO**

**a):** Según su índice de macizo (La relación entre la sección neta y la sección bruta del bloque).

Pueden ser:

**H: bloque hueco:** bloque con índice macizo entre 0.4 y 0.8.

**M: bloque macizo:** bloque con índice macizo superior a 0.8.

**b):** Según su acabado.

**V: Cara vista:** bloque adecuado para su uso sin revestimiento.

**E: A revestir:** Bloque que tiene una rugosidad suficiente para proporcionar una buena adherencia al revestimiento.

**c):** Según las dimensiones.

**SERIE A:** 400, 200,

**SERIE B:** 500, 250

**SERIE C:** 600, 300(7)

### **CLASIFICACIÓN SEGÚN GRADO:**

El grado viene definido por su capacidad para absorber agua. I: grado I II: grado II los bloques no deberán presentar un valor de absorción superior al establecido para su grado recomiendan que las dimensiones se ajusten a las siguientes series.

El grado viene definido por su capacidad para absorber agua. I: grado I II: grado II

Los bloques no deberán presentar un valor de absorción superior al establecido para su grado.

Absorción máxima  $\leq 9\%$

Máximo valor individual  $\leq 11\%$

**Características**

**A) DE ASPECTO:**

- No deben tener fisuras en sus caras y deben presentar una textura superficial adecuada para facilitar el posible revestimiento.
- Si los bloques tienen un tratamiento ornamental, éstas caras han de adaptarse a este tratamiento.

**B) GEOMÉTRICAS:**

En cuanto a su forma:

Se refiere a la rectitud de las aristas y planeidad de sus caras

**C) FÍSICAS:**

La absorción no debe presentar valores superiores a los tratados en la clasificación de grado.

**1.3.3) Especificaciones del bloque de hormigón según Norma Cubana**

De acuerdo a las dimensiones

Los bloques deberán adaptarse preferentemente en sus dimensiones nominales y de fabricación, a los valores establecidos en la tabla.

	nominales	De fabricación
Anchura	65,100,150,200.	60,95,154,195.
Altura	200,940,680,420.	195
Longitud	400,500.	395,495.

Tabla 1 Dimensiones nominales y de fabricacion del bloque según la NC 247

De acuerdo a la forma

Los bloques con respecto a la rectitud de aristas y planeidad de caras, deberán cumplir con las condiciones indicadas en dicha tabla.

	Rectitud de aristas	Planicidad de caras
Bloques cara vista	Flecha máxima 0.5	Flecha máxima 0.5
Bloque a revestir	Flecha máxima 1	Flecha máxima 1

Tabla 2 Correspondiente a la forma del bloque según la NC 247.

De acuerdo a la absorción

Los bloques no deberán presentar un valor de absorción de agua superior al establecido para su grado y reflejado en la tabla

Grados	Absorción máxima	Máximo valor individual
I	Media $\leq 9$	Individual $\leq 11$
II, III, y IV	Sin limitación	Sin limitación

Tabla 3 Capacidad de absorber agua según la NC 247.

De acuerdo con las características mecánicas

Las características mecánicas de los bloques de hormigón, de acuerdo con sus grados se establecen en la tabla.

Categoría	Resistencia media a compresión nominal a los 7 días(Mpa)	Resistencia media a compresión nominal a los 28 días(Mpa)
I	5.6	7
II	4	5
III	2	2.5
IV	2.5	2.5

Tabla 4 Resistencia mecánica del bloque según la NC 247. (2)



Figura 3 Muestras de los bloques confeccionados.

#### 1.3.4) Tecnologías de fabricación

Los procesos de producción no han cambiado mucho en estos últimos años sin embargo, en la actualidad las máquinas desempeñan trabajos realizados antes con mano de obra. Aún así la parte correspondiente al trabajo manual sigue siendo muy importante y aunque la cantidad ha disminuido, la calidad se ha elevado es decir, las máquinas más modernas requieren de menos personal, pero a la vez son más complejas en su manejo, lo cual obliga a prever la capacitación para quienes las manejan, demás, conviene la intervención de personal profesional altamente calificado, que desarrolla tareas de supervisión y control de la producción para elaborar un producto de alta calidad. La maquinaria para fabricar bloques desarrolla dos funciones básicas, además de otras complementarias. La primera de dichas funciones es la de moldear el concreto

para obtener de éste la forma precisa y las dimensiones estándares. La segunda es la de vibro compresión, a la cual se debe someter el concreto para tomar perfectamente la forma de molde y, al mismo tiempo, obtener una porosidad mínima. De manera complementaria, la maquinaria generalmente incluye los aditamentos siguientes: silo de almacenamiento del cemento con báscula para el proporcionamiento adecuado; revoladora para el concreto; tolva que contenga el concreto listo para ser utilizado en los moldes, y finalmente, el sistema de transportación del bloque fresco de la máquina al lugar de estiba para el curado, el cual puede hacerse a través de bandas transportadoras. La cantidad o tamaño de los aditamentos para las funciones complementarias depende de la máquina encargada de desarrollar las funciones básicas (13)

En la UBE Eladio Rodríguez existen 3 máquinas para la producción de bloques de 10cm y 15cm, la primera es la máquina “Tradicional criolla” la cual produce bloques de 10cm con las materias primas siguientes: cemento, polvo de piedra, granito y agua esta compuesta por 3 tolvas con mediciones en pie cúbico, dos de granito y otra de polvo de piedra debajo de esta existen otras de las mismas componentes pero de menor volumen de 3 pie cúbico, se abre las tolvas grandes y cuando se llenan las pequeñas se cierran, después se abren estas cayendo el material en la mezcladora con el volumen requerido, el cemento es transportado por un vagón estándar el cual evacua 36kg y se vierte en la mezcladora, el agua llega por un conducto y se vierte directamente en la mezcladora, la mezcla es transportada por una cinta transportadora la cual la lleva hacia los moldes que son 5, una vez conformado los bloques se retira el molde rápidamente y son llevados por un obrero con un vagón hacia el depósito para realizarse el curado alcanzando su resistencia, con esta tecnología se consume 1kg de cemento/bloque, se producen en cada amasada 36 bloques.



Figura 4 Tecnología Tradicional Criolla

La otra máquina es la “Ponedora” la cual produce bloques de 15cm con las siguientes materias primas: cemento, granito, arena artificial y agua el proceso de elaboración es el mismo que la máquina criolla con la diferencia que la mezcla es transportada por una volqueta hacia la máquina Ponedora y esta recibe la mezcla y por debajo del equipo se encuentran los moldes de los bloques y va colocándolos y desplazándose.



Figura 5 Tecnología Ponedora

La última tecnología es la “Poyato” la más moderna de las 3, esta máquina produce bloques de 15cm con las mismas materias primas que la Ponedora, esta conformada por una pizarra digital la cual te va marcando las cantidades de los materiales a utilizar, posee un brazo mecánico para obtener los áridos fino y grueso, este brazo transporta los áridos hacia la mezcladora interna, primero un y después el otro, el cemento es extraído de un silo pequeño por un conducto a presión este silo esta cerca de la máquina a menos de 5m de la mezcladora, el agua se transporta por un conducto y se vierte, una vez terminada la mezcla la maquina automáticamente se detiene y transporta la mezcla mediante una cinta hacia un compartimiento en el cual se encuentran los moldes, los cuales son de diferentes formas, esta máquina contiene 3 formas de bloques saliendo en cada grupo de encofrados 2 bloques de cada tipo, después de retirados los moldes y confeccionados los bloques son recogidos y transportados hacia el depósito para realizarle el curado, para así alcanzar su resistencia, con esta tecnología y la Ponedora se consume 2kg de cemento/bloque.



Figura 6 Tecnología Poyato

**Bloques de la Tecnología Poyato (15x50cm)**

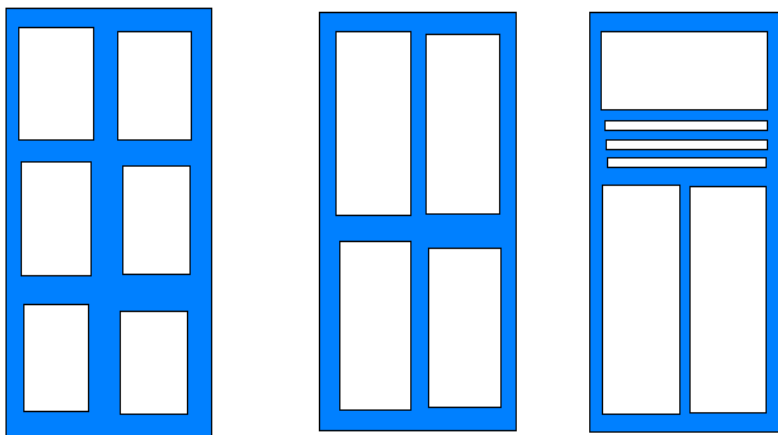


Figura 7 Forma de los bloques producidos en la tecnología Poyato

#### **1.4) Justificación de la investigación emprendida**

La presente investigación se inicia con el objetivo de validar las dosificaciones tradicionales para bloques y la introducción de nuevas materias primas en las mezclas para bloques huecos de hormigón en la Unidad Empresarial de Base "Eladio Rodríguez, perteneciente a la Industria de Materiales de Construcción, Villa Clara, en nuestro territorio los bloques constituyen el principal componente para la fabricación de elementos verticales en las edificaciones, por lo que dicha entidad produce con una capacidad instalada de 10 000 bloques diarios, distribuidas en varias tecnologías, es el abastecedor por excelencia de dichas unidades con destino tanto al desarrollo del fondo habitacional como al sector turístico.

## **Capítulo II Caracterización de los Materiales**

En este capítulo se realiza una caracterización de los materiales con el objetivo de lograr un hormigón lo más compacto posible partiendo del concepto de que el hormigón es un material heterogéneo formado por mezcla de diversos materiales (árido grueso y fino, cemento, agua y según sea el caso se pueden usar aditivos y adiciones minerales) donde estos materiales son aglomerados mediante un conglomerante hidráulico como es el cemento. De ahí la importancia que tiene hacer una correcta caracterización de cada componente que lo forma.

### **2.1) Áridos**

Las características de los áridos utilizados en la Industria de la construcción de Villa Clara la Unidad Empresarial Básica “Eladio Rodríguez” no solo desde el punto de vista geológico sino también de forma y granulometría, van a condicionar mucho en la propiedad del hormigón tanto fresco como endurecido, en su estabilidad y durabilidad, estos áridos provienen de la cantera El Purio localizada en la parte norte de Villa Clara a 30Km aproximadamente de Santa Clara, estos áridos son producidos mediante la trituración de roca calizas, estas son de colores claros, casi blanco, los áridos presenta una buena granulometría por lo cual es factible el trabajo con la misma además de encontrarse en la misma provincia.

#### **2.1.1) Árido fino**

Tipo de árido: Arena de roca triturada

Cantera o yacimiento: El purio

**Capítulo II Caracterización de los Materiales**

Ensayo	Unidad	Fecha de ensayo	Resultado	Especificaciones	Incertidumbre
Material mas fino Tamiz 200	%	-	-	≥5 para hormigones sometidos a la abrasión ≤ Todos los demás hormigones	-
Partículas de arcillas	%	-	-	≤1	-
Impurezas orgánicas	Placa #	-	-	Hasta placa #3	-
Peso específico corriente	g/cm3	15-10-08	2.60*	≥2.50	±0.020
Peso específico saturado	g/cm3	15-10-08	2.64*	-	±0.019
Peso específico aparente	g/cm3	15-10-08	2.72*	-	±0.019
Absorción	%	15-10-08	1.7*	≤3.0	±0.17
Masa volumétrica suelta	Kg./m3	-	-	-	-
Masa volumétrica compactada	Kg./m3	-	-	-	-
Por ciento de vacío	%	-	-	-	-
Modulo de finura	%	-	-	-	-

Tabla 5 Ensayos realizados por la ENIA correspondientes a la arena de roca triturada.

Tamices(mm)	-	-	9.52	4.76	2.38	1.19	0.59	0.297	0.149	0.074	Incert
% pasado	-	-	100*	98*	75*	49*	27*	13*	5*	0	±1.55
Especificaciones	-	-	100	90	70	45	25	10	2	-	
	-	-	-	100	90	80	60	30	10	-	

Tabla 6 Análisis Granulométrico de la arena de roca triturada.

Se usa la NC251:2005 Áridos para hormigones hidráulicos. Requisitos para evaluar la conformidad

En el caso de la granulometría el árido es No conforme si al menos en un tamiz el por ciento pasado no satisface las especificaciones.

## Capítulo II Caracterización de los Materiales

La incertidumbre de la granulometría esta asociada a la determinación de la suma de los retenidos parciales

(\*) Conforme

(\*\*) No conforme

### 2.1.2) Árido grueso

Tipo de árido: Granito 10-5mm

Cantera o yacimiento: El purio

Ensayo	Unidad	Fecha de ensayo	Resultado	Especificaciones	Incertidumbre
Material mas fino Tamiz 200	%	-	-	≤1	-
Terrones de arcilla	%	-	-	≤0.25	-
Partículas plana y alargadas	%	-	-	≤10	-
Peso específico corriente	g/cm <sup>3</sup>	15-10-08	2.56*	≥2.50	±0.010
Peso específico saturado	g/cm <sup>3</sup>	15-10-08	2.62	-	±0.0076
Peso específico aparente	g/cm <sup>3</sup>	15-10-08	2.72	-	±0.0075
Absorción	%	15-10-08	2.2*	≤3.0	±0.17
Masa volumétrica suelta	Kg./m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Masa volumétrica compactada	Kg./m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Por ciento de vacío	%	-	-	-	-
Índice de triturabilidad	%	-	-	-	-
Abrasión los Ángeles	%	-	-	-	-
Modulo de finura	ad	-	-	-	-

Tabla 7 Ensayos correspondiente al granito 10-5 mm

Tamices(mm)	-	-	-	-	-	12.7	9.52	4.76	2.38	1.19	Incert ±1.54
% pasado	-	-	-	-	-	100*	96*	29*	4*	2*	
Especificaciones	-	-	-	-	-	100	85	15	0	0	
	-	-	-	-	-		100	35	10	5	

Tabla 8 Análisis Granulométrico del granito

## Capítulo II Caracterización de los Materiales

Se usa la NC251:2005 Áridos para hormigones hidráulicos. Requisitos para evaluar la conformidad

En el caso de la granulometría el árido es No conforme si al menos en un tamiz el por ciento pasado no satisface las especificaciones.

La incertidumbre de la granulometría esta asociada a la determinación de la suma de los retenidos parciales

(\*) Conforme

(\*\*) No conforme

### 2.2) Cemento

Tipo de cemento: P-350

Fabrica productora: Carl Marx en Cienfuegos

Ensayo	Unidad	Fecha de ensayo	Resultado	Especificaciones	Incertidumbre
Tiempo de fraguado inicial	min.	03-10-08	135*	≥45	-
Tiempo de fraguado final	HR	03-10-08	3.45*	≤10	-
Consistencia normal	%	-	-	-	-
Finura de molido	%	03-10-08	3.5*	≤10	-
Peso unitario suelto	Kg./m3	-	-	-	-
Peso específico real	g/cm3	03-10-08	2.98	-	±0.012
Resistencia a compresión a 7 días	Mpa	06-10-08	23.5**	≥25	±1.4
Resistencia a flexotracción a 7 días	Mpa	06-10-08	4.7*	≥4	±0.59
Resistencia a compresión a 28 días	Mpa	27-10-08	37.3*	≥35	±1.34
Resistencia a flexotracción a 28 días	Mpa	27-10-08	6.5*	≥6	±0.51

Tabla 9 Ensayos correspondientes a el cemento

Se usa en la NC95:2001 Cemento Pórtland Especificaciones para la evaluación de la conformidad

La incertidumbre declaradas para los resultados de los ensayos están expandidas con un factor de cobertura K=2

(\*) Conforme (\*\*) No conforme

**2.3) Adiciones**

Tipo de adición: Zeolita < 0.8 mm

Cantera o yacimiento: San Juan

Ensayo	Unidad	Fecha de ensayo	Resultado	Especificaciones	Incertidumbre
Material mas fino Tamiz 200	%	14-05-09	24.01	-	±0.12
Partículas de arcillas	%	-	0	-	-
Impurezas orgánicas	Placa #	14-05-09	Placa 1	-	-
Peso específico corriente	g/cm3	-	-	-	-
Peso específico saturado	g/cm3	-	-	-	-
Peso específico aparente	g/cm3	18-05-09	2.34	-	±0.018
Absorción	%	-	-	-	-
Masa volumétrica suelta	Kg./m3	15-05-09	1054	-	±0.097
Masa volumétrica compactada	Kg./m3	15-05-09	1193	-	±0.092
Por ciento de vacío	%	-	-	-	-
Modulo de finura	%	-	-	-	-

Tabla 10 Ensayos correspondiente a la zeolita

Tamices(mm)	-	-	-	4.76	2.38	1.19	0.59	0.297	0.149	0.074	Incert
% pasado	-	-	-	100	100	98	73	48	32	21	±1.55
Especificaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 11 Análisis Granulométrico de la zeolita

No se evalúa la conformidad por no contar con la norma de especificación vigente para este material

En el caso de la granulometría el árido es No conforme si al menos en un tamiz el por ciento pasado no satisface las especificaciones.

La incertidumbre de la granulometría esta asociada a la determinación de la suma de los retenidos parciales

**Capítulo II Caracterización de los Materiales**

(\*) Conforme

(\*\*) No conforme

Tipo de árido: Zeolita 3-8mm

Cantera o yacimiento: San Juan

Ensayo	Unidad	Fecha de ensayo	Resultado	Especificaciones	Incertidumbre
Material mas fino Tamiz 200	%	15-05-09	0.95*	≤1	±0.16
Terrones de arcilla	%	14-05-09	0*	≤0.25	±0.16
Partículas plana y alargadas	%	15-05-09	3.4*	≤10	±0.58
Peso específico corriente	g/cm3	18-05-09	1.62**	≥2.5	±0.0046
Peso específico saturado	g/cm3	18-05-09	1.93	-	±0.0033
Peso específico aparente	g/cm3	18-05-09	2.36	-	±0.0028
Absorción	%	18-05-09	19.3**	≤3.0	±0.19
Masa volumétrica suelta	Kg./m3	18-05-09	902	-	±0.10
Masa volumétrica compactada	Kg./m3	18-05-09	982	-	±0.099
Por ciento de vacío	%	-	-	-	-
Índice de triturabilidad	%	-	-	-	-
Abrasión los Ángeles	%	-	-	-	-
Modulo de finura	ad	-	-	-	-

Tabla 12 Ensayos correspondiente a la zeolita 3-8 mm

Tamices(mm)	-	-	-	-	-	12.7	9.52	4.76	2.38	1.19	Incert
% pasado						100*	99*	58**	4*	2*	±1.53
Especificaciones						100	85	15	0	0	
							100	35	10	5	

Tabla 13 Análisis Granulométrico ala zeolita 3-8 mm

Se usa la NC251:2005 Áridos para hormigones hidráulicos. Requisitos para evaluar la conformidad

## Capítulo II Caracterización de los Materiales

En el caso de la granulometría el árido es No conforme si al menos en un tamiz el por ciento pasado no satisface las especificaciones.

La incertidumbre de la granulometría esta asociada a la determinación de la suma de los retenidos parciales

(\*) Conforme

(\*\*) No conforme

### 2.4) Agua

Será utilizada para el amasado todo tipo de agua que no perjudique al fraguado de los hormigones, en este caso el agua es potable lo cual es factible para la elaboración de hormigones para bloques

### 2.5) Caracterización de la producción de bloques en la UEB

Los bloques de la UEB Eladio Rodríguez se caracterizan según un estudio realizado a una muestra de 6 meses de producción, estos se chequean según la NC 247, de acuerdo con los ensayos realizados y evaluando los valores se clasifican de 2 formas, de acuerdo a la absorción se clasifican en grado I producto a la capacidad de absorber agua y en cuanto a la resistencia a compresión en categoría II producto a la capacidad de resistir los esfuerzos mecánicos.

La tabla muestra la media de los valores de cada parámetro realizados a una muestra de 6 meses de producción de bloques en UEB

Mes	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 7 días (MPa)
Septiembre	494.8	145.2	21	195.5	17.2	7.6	4.7
Octubre	494.8	145.2	20.8	195.3	17.2	7.2	4.5
Noviembre	494.7	145.3	21	195.2	17.3	7.2	4.2
Diciembre	495.1	145.1	20.9	194.6	17	6.8	4.4
Enero	495.1	145.1	21	195.2	17.3	6.9	4.4
Febrero	496.7	146.4	22.2	197.4	17.1	7.3	4.3

Tabla 14 Caracterización del bloque de la UEB según el grado y la categoría

**2.5.1) Descripción del proceso de manufactura del bloque de hormigón**

No de operaciones	Descripción de la operación	Responsable	Indicador	Recurso	Cant
1	Dosificación y pesaje de las materias primas	Operario(permanente)	Tolerancia $\pm 0.5\text{kg}$	Vagón tarado Bascula	1
2	Inspección de dosificación y pesaje de las materias primas	Calidad(1turno)	Tolerancia $\pm 0.5\text{kg}$	Vagón tarado Bascula	1
3	Mezclado	Operario(permanente)	$\geq 1.5\text{min}$ para hormigonar	Mezcladora	1
4	Inspección del mezclado	Calidad(1turno)	$\geq 1.5\text{min}$ para hormigonar	Control diario de violaciones	1
5	Vibro compresión del elemento	Operario(permanente)	10Mpa	Maquina Poyatos	1
6	Inspección de la vibro compresión del elemento	Calidad(1turno)	10Mpa	Control diario de violaciones	1
7	Reposo y almacenaje	Operario(permanente)	Seco, techado y en camada	Camadas	1
8	Inspección reposo y almacenaje	Calidad(1turno)	Seco, techado y en camada	Control diario de violaciones	1
9	Curado	Operario(permanente)	Aspersión	Manguera Agua corriente	1
10	Inspección curado	Calidad(1turno)		Control diario de violaciones	1
11	Inspección final del producto	Calidad(1turno)		NC247:2005 Registro de dimensiones	1

Tabla 15 Proceso de manufactura del bloque

## **2.6) Equipamiento**

Maquina Poyato para la realización del bloque

Cargador para el traslado del mismo hacia el laboratorio

Prensa para realizar el ensayo a compresión del bloque, destinada a la aplicación de cargas lentas y progresivas, certificada por la Norma Cubana vigente como apta para su funcionamiento en el laboratorio.

Estufa para el secado de materiales, certificada y aprobada para su uso.

## **2.7) Herramientas**

Las herramientas utilizadas fueron palas, cubos, pesa mecánica, vagón, cuchara de albañilería, brocha, guantes, nivel, cinta métrica, pie de rey y regla

## **2.8) Ensayos realizados en laboratorio y campo**

Los ensayos que se le realizan al bloque en el laboratorio son los de dimensiones que nos es mas que con una cinta métrica medir las dimensiones del mismo(largo, ancho, espesor y altura) y sacar una media de estos, el de absorción donde se toma el bloque( o un pedazo mayor a un Kg) de la muestra y se coloca en la estufa 24 horas a masa constante a una temperatura aproximadamente de  $150^{\circ}C$  , una vez transcurrido el tiempo de secado se pone a refrescar las muestras hasta poder manipularse sin empleo de guantes, después se pesa el bloque, se satura el mismo en agua 24 horas preferentemente en un estanque, una vez transcurrido el tiempo se sacan las muestras y se le pasa un paño para secarles las paredes hasta que pierda el brillo y luego se vuelve a pesar y con la diferencia de peso entre el peso mojado y el peso seco que no es mas que el agua que absorbe este, se le halla el porciento que representa esa diferencia del peso seco y por ultimo el ensayo a compresión donde se toma el bloque un día antes de realizarse el ensayo y se recapa esto no es mas que una capa que se le coloca al mismo de pasta( cemento y agua), por la cara superior e inferior de este colocado como soporta carga, primero se recapa una cara se nivela y se deja curando de 2 a 4 horas y después la otra y se nivela, esto debe hacerse en una mesa nivelada para que el

## **Capítulo II Caracterización de los Materiales**

recape quede lo mejor nivelado posible, después se deja el bloque curando para al otro día romperse, se coloca el bloque en la prensa la cual esta compuesta por una esfera con valores y una aguja magnética, se le aplica la carga a una velocidad de  $500 \frac{Kn}{s}$  y esta se detiene cuando el bloque no es capaz de soportar mas carga se toma el resultado de la carga aplicada expresado en Kn.



Figura 6 Prensa para el ensayo a compresión del bloque.



Figura 7 Realización del recape al bloque.

## **Capítulo III Caracterización de los resultados**

En este capítulo se le realiza una caracterización a los resultados obtenidos de las dosificaciones realizadas con el objetivo de obtener una alternativa compatible para disminuir el consumo de cemento Pórtland, Él mismo plantea que para lograr una sustitución de cemento Pórtland por adiciones puzolánicas no es necesario desarrollar un nuevo método de dosificación de mezclas de hormigón; sino que sería suficiente corregir la cantidad de finos calculada según los métodos tradicionales para la mezcla a modificar. Esto no debe implicar un cambio en las exigencias iniciales de las del hormigón en estado fresco y endurecido.

### **3.1 Metodología Propuesta**

El plan experimental se traza con el fin de mejorar la producción de bloques huecos de hormigón en la UEB “Eladio Rodríguez” se ha dividido en dos etapas independientes que se desarrollarán en paralelo.

1ra. Validación de dosificaciones tradicionales para bloques: Esto tiene como campo de acción las dosificaciones con materias primas tradicionales, a saber: cemento + áridos + agua. El estudio estará concentrado en ajustar las dosificaciones que están montadas hoy en la planta, mediante el método de la diagonal ascendente y supone hacer pequeñas variaciones en las dosificaciones y evaluar su comportamiento en el tiempo (7 y 28 días). El estudio se montará en la línea de producción sin afectar la calidad del producto y la entrega a tiempo al cliente.

2da. Introducción de nuevas materias primas en las mezclas para bloques huecos de hormigón: Este estudio está encaminado a profundizar en la factibilidad de empleo de:

- a) Tobas zeolíticas como sustituto parcial del aglomerante para disminuir consumo de cemento.
  
- b) Tobas zeolíticas fracción 3-8 mm como alternativa al uso del granito 5-10 mm del Purio

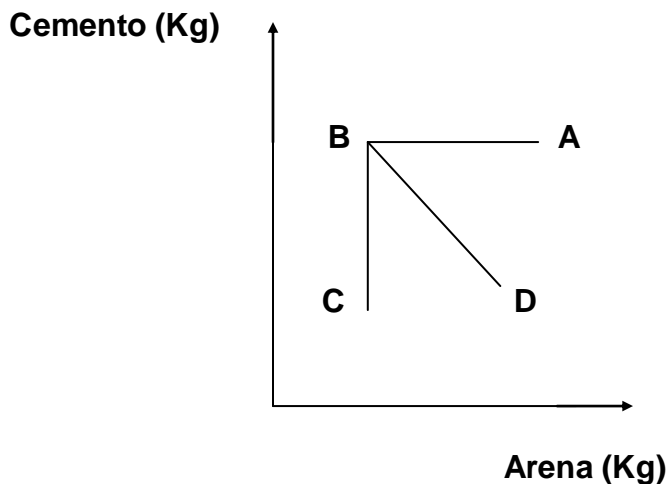
Método de la diagonal ascendente.

Esta idea fue aplicada por Camilo Adael González Díaz en la producción de bloques de la ECM #3 en Santa Clara.

Este método tiene como objetivo fundamental brindar una herramienta capaz de optimizar las mezclas de hormigones para bloques.

A modo de ejemplo se utilizó una mezcla de 4 componentes (arena, granito, agua, cemento.) y laborabilidad prefijada. Luego se busca la mezcla óptima.

Grafico #1. Zona donde se encuentra la mezcla óptima.



Si la  $R_{28}$  de la mezcla de referencia (Mezcla puntual teniendo en cuenta sus parámetros en estudios se define la dirección y el sentido donde estarán ubicadas las demás mezclas que junto a ella definirán la zona donde se encuentra la mezcla óptima) del punto A del gráfico #1, es mayor que la resistencia especificada ( $R_{esp28}$ ) entonces las mezclas extremas se cogen acorde a los puntos B, C, D. De A - B disminuye la arena y por ende el volumen de la mezcla para una cantidad constante de cemento por lo que este aumenta por unidad de volumen, disminuye la exigencia de agua y como consecuencia aumenta la resistencia hasta un punto donde  $R_{28} > R_{esp28}$ .

Entre los puntos B y C disminuye el cemento y aumenta el agua necesaria en el proceso debido a la disminución de finos, por tal motivo disminuye la resistencia llegando un momento donde  $R_{c28} = R_{esp28}$  y a partir de este momento una

disminución del cemento conllevaría a la obtención de mezclas donde  $R_{C_{28}} < R_{esp_{28}}$ .

Entre los puntos B y D disminuye también la resistencia puesto que disminuye el consumo de cemento y aumenta el consumo de arena, siendo el punto D aquel donde menor resistencia existe ya que es donde hay menor cantidad de cemento, mayor cantidad de arena y más exigencia de agua, por tanto sí:

- $R_{C_{28}}$  en el punto D es menor que  $R_{C_{esp_{28}}}$ , la mezcla óptima se encuentra en la zona limitada dentro del cuadrado formado por los puntos A, B, C y D.

-Si la  $R_{C_{28}}$  en el punto D es mayor que la  $R_{esp_{28}}$ , entonces en la figura que se forma no se encuentra el punto óptimo y se toma como mezcla de referencia entonces la que genere el punto D (que es más racional que la del punto A) y se repite el proceso.

### 3.2. Aplicación de la metodología

Las diferentes etapas se desarrollaron de la siguiente forma

#### 3.2.1 Etapa I: Diseño de las mezclas

Reajuste de las dosificaciones en la UEB Eladio Rodríguez

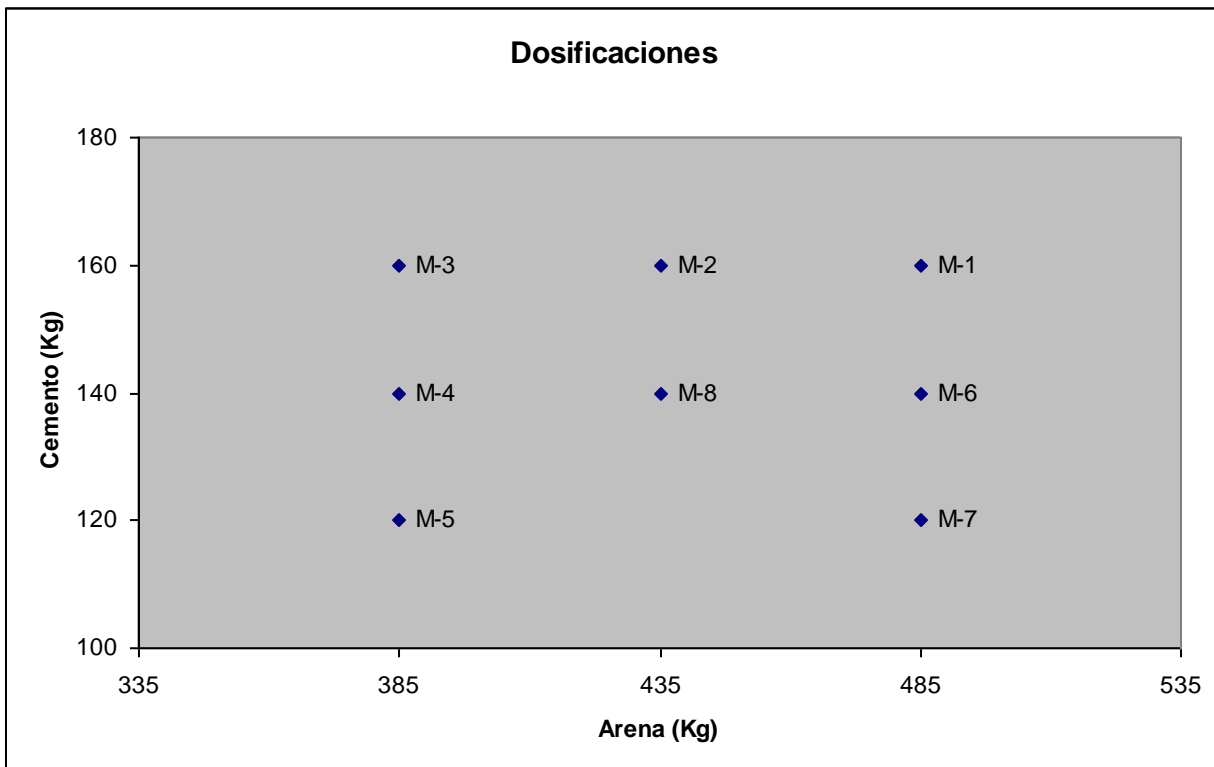


Grafico 2 Dosificaciones de las mezclas realizadas.

<b>Mezclas</b>	<b>Cemento(Kg.)</b>	<b>Arena(Kg.)</b>	<b>Granito(Kg.)</b>	<b>Agua(L)</b>
M1	160	485	650	55
M2	160	435	650	55
M3	160	385	650	55
M4	140	385	650	55
M5	120	385	650	55
M6	140	485	650	55
M7	120	485	650	55
M8	140	435	650	55

Tabla 16 Dosificaciones de las mezclas.

Peso Específico Real del cemento (PER):3.15g/cm<sup>3</sup>

Peso Específico Saturado de la arena (PES):2.64g/cm<sup>3</sup>

Peso Específico Saturado del granito (PES):2.62g/cm<sup>3</sup>

$$\frac{Cemento}{PER_{cemento}} + \frac{Arena}{PES_{arena}} + \frac{Granito}{PES_{granito}} + Agua = 1000$$

Se le realiza esa operación a todas las mezclas expuesta en la tabla anterior y se obtiene como resultado la siguiente tabla expresada en litros.

Para obtener K que se le puede nombrar como coeficiente de ajuste se divide

$$1000 / volumen$$

<b>Mezclas</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Granito</b>	<b>Agua</b>	<b>Volumen</b>	<b>K</b>
M1	51	184	248	55	538	1.859
M2	51	165	248	55	519	1.927
M3	51	146	248	55	500	2.000
M4	44	146	248	55	493	2.028
M5	38	146	248	55	487	2.053
M6	44	184	248	55	531	1.883
M7	38	184	248	55	525	1.905
M8	44	165	248	55	512	1.953

Tabla 17 Dosificaciones de las mezclas.

La siguiente tabla es la multiplicación de cada valor de las mezclas de la tabla anterior por su K para obtener los valores corregidos para 1m<sup>3</sup> expresados en litros

Mezclas	Cemento	Arena	Granito	Agua	Volumen
M1	95	342	461	102	1000
M2	98	318	478	106	1000
M3	102	292	496	110	1000
M4	89	296	503	112	1000
M5	78	300	509	113	1000
M6	83	346	467	104	1000
M7	72	351	472	105	1000
M8	86	322	484	108	1000

Tabla 18 Dosificaciónes de las mezclas.

La tabla muestra la multiplicación de cada valor de las mezclas de la tabla anterior por su peso específico expresando el resultado en  $\frac{Kg}{m^3}$

Mezclas	Cemento	Arena	Granito	Agua
M1	299	903	1208	102
M2	309	840	1253	106
M3	321	771	1300	110
M4	280	781	1318	112
M5	246	792	1334	113
M6	261	913	1224	104
M7	227	927	1237	105
M8	271	850	1268	108

Tabla 19 Dosificaciónes de las mezclas

En la siguiente tabla se expresa la división de cada valor de las mezclas de la tabla anterior por  $K^* = 1.859$  que no es más que el coeficiente de la primera mezcla, que como es la patrón es decir la que se produce hoy en día en la UEB Eladio Rodríguez se dividen estos valores, dando como resultado las dosificaciónes de cada mezcla llevadas al volumen de la primera mezcla para así lograr una producción de 80 unidades por mezcla o amasada.

Mezclas	Cemento	Arena	Granito	Agua
M1	160	485	650	55
M2	166	452	674	57
M3	173	415	699	59
M4	151	420	709	60
M5	132	426	718	61
M6	140	491	658	56
M7	122	499	665	56
M8	146	457	682	58

Tabla 20 Dosificaciónes de las mezclas corregidas, expresada en Kg.

**3.2.2 Etapa II: Búsqueda del por ciento de sustitución de cemento.**

Considerando que el 50% de la zeolita disponible es activa, sustituyendo hasta el 20% de cemento como máximo. Para esto se ajusta la arena, y considerando que el otro 50% de la zeolita es filler, realizaremos las siguientes dosificaciones

Sustitución del cemento por zeolita granulometría < 8mm (zoad)

Observaciones	Mezcla	Zeolita (Kg)	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Granito (Kg)	Agua (L)
Patrón	Z-1	0	80	243	325	50
20%	Z-2	16	72	219	325	50
40%	Z-3	32	64	195	325	50

Tabla 21 Dosificaciones de las mezclas con zeolita < 8mm.

Sustitución del granito por zeolita granulometría 3-8mm (Zook)

Mezcla	Cemento (Kg)	Arena (Kg)	Granito (Kg)	Agua (L)
Z-4	80	243	325	50

Tabla 22 Dosificaciones de las mezclas con zeolita 3-8 mm.

**3.3 Valoración de los resultados**

En el siguiente epígrafe se reflejan los valores correspondiente a los ensayos de dimensión, absorción y compresión realizados a los bloques (15cmx50cm) producidos en la maquina Poyato de la UEB Eladio Rodríguez

**3.3.1 Resultados de la I Etapa.**

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 7 días (MPa)
M-1	498.1	148.1	21.3	198	18.3	11	5.4
M-1R	498.4	148.2	21.5	198.2	18.2	7	5.3
M-2	498.1	148.1	21.4	198.1	18.5	8	5.1
M-2R	498.1	148.1	21.5	198.2	18.4	11	5.6
M-3	498.1	148.0	21.5	198.3	18.5	9	5.4
M-3R	498.1	148.2	21.3	198.2	18.4	8	5.6
M-4	498.2	148.4	21.2	198.1	18.3	11	5.5
M-4R	498.0	148.0	21.2	198.2	18.1	8	4.6

**Capítulo III Caracterización de los resultados**

M-5	498.1	148.1	21	19.1	18.1	11	5.1
M-5R	498.2	148.1	21.6	198.1	18.2	9	4.6
M-6	498.1	148.2	21.2	198.1	18.6	10	5.4
M-6R	498.1	148.2	21.5	198.2	18.4	8	5.1
M-7	498	148.3	21.2	198.1	18.4	11	4.7
M-7R	498.3	148.1	21.9	198.2	18.3	11	4.9
M-8	498.1	148.3	21.0	198.1	18.0	8	5.9
M-8R	498.3	148.0	21.5	198.4	18.2	10	6.1

Tabla 23 Resultado de los ensayos físico mecánico de las mezclas a 7 días.

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 28 días (MPa)
M-1	498.1	148.1	21.2	198.2	18.6	11	5.8
M-1R	498	148.2	21.4	198.2	18.2	7	5.6
M-2	498.1	148.1	21	198.2	18.2	8	6.5
M-2R	498.2	148.1	21.2	198.1	18.3	11	5.7
M-3	498.3	148.2	21.2	198.1	18.1	9	6.8
M-3R	498.1	148.2	21.4	198.4	18.4	8	6.4
M-4	498.2	148.1	21.3	198.1	18.1	11	6.0
M-4R	498.2	148.3	21.5	198.1	18.1	8	5.8
M-5	498.3	148.1	21.3	198.2	18.0	11	6.5
M-5R	498.2	148.1	21.2	198.1	18.2	9	7.9
M-6	498.2	148.2	21.4	198	18.3	10	5.6
M-6R	498.2	148.1	21.4	198.3	18.2	8	7.1
M-7	498.2	148.1	21.4	198.2	18.4	11	5.2
M-7R	498.1	148.1	21.3	198.2	17.9	11	6.4
M-8	498.3	148.2	21.2	198.1	18.2	8	6.6
M-8R	498.3	148.1	21.6	198.2	18.3	10	9.4

Tabla 24 Resultado de los ensayos físico mecánico de las mezclas a 28 días

### Capítulo III Caracterización de los resultados

En los siguientes gráficos se puede apreciar el comportamiento en cuanto a la resistencia de los bloques huecos de hormigón, destacándose varios cambios de pendientes debido a las diferentes dosificaciones empleadas en la confección de los mismos, producto a que al existir distintos tipos de dosificaciones las cantidades de los materiales en cada mezcla son diferentes lo cual provoca que existen mezcla donde se compacta mejor la mezcla al vibrarse debido al aumento de finos, lo que significa que va a existir una menor separación de los áridos y por lo tanto se opone muy fuerte a un esfuerzo de rotura

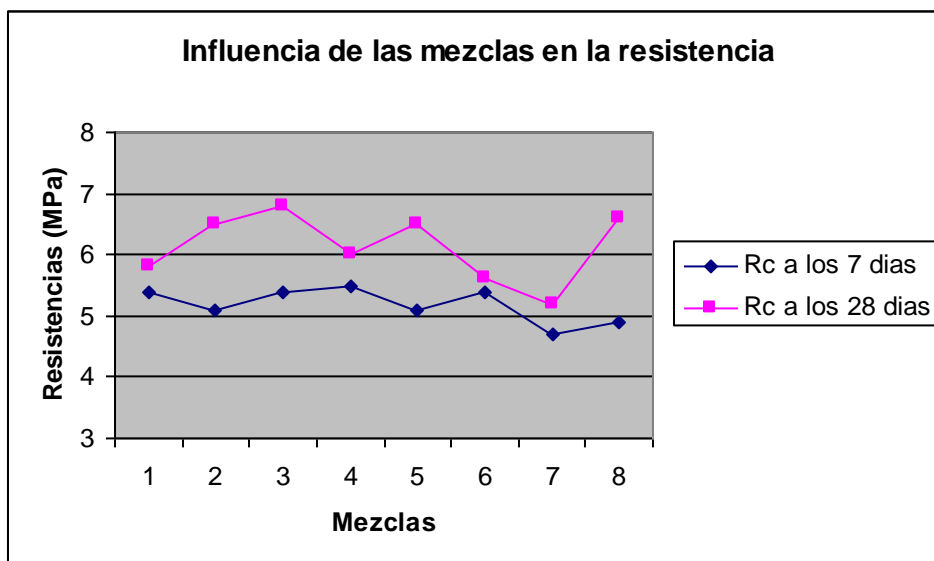


Gráfico 3 Comportamiento de la resistencia de las mezclas.

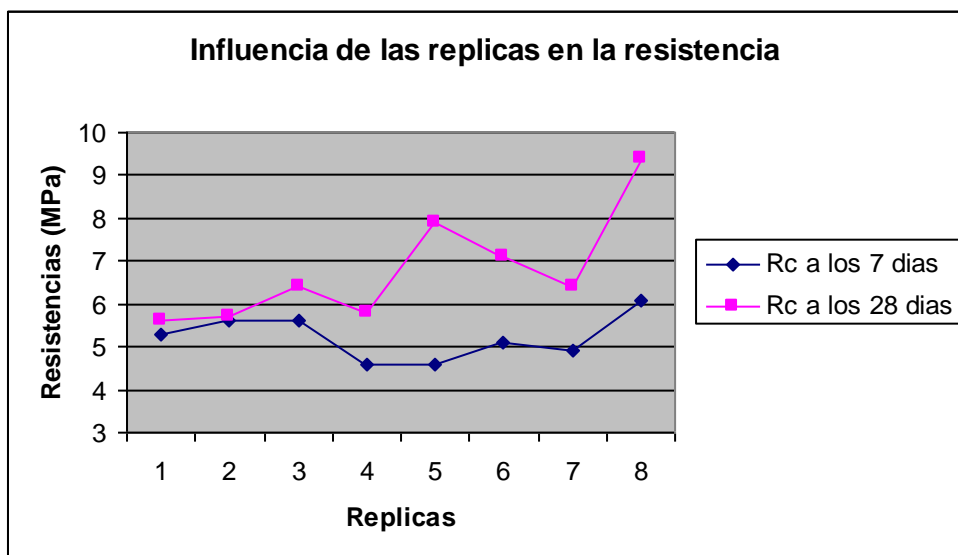


Gráfico 4 Comportamiento de la resistencia de las replicas.

En el siguiente gráfico como se puede observar existen diferentes valores de absorción para los distintos tipos de mezclas producto a que al existir mayor demanda de agua en algunas mezclas y después esta hidratarse se van a crear canales o cavidades que se comunican con el exterior a través de los cuales el elemento absorbe humedad y debido a esto aumenta los valores de absorción

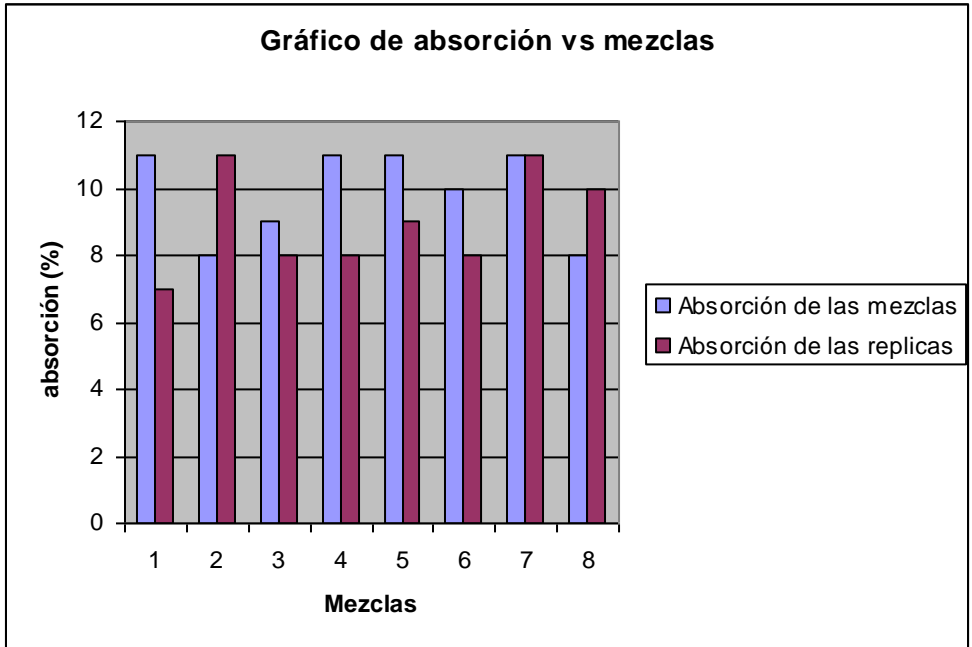


Gráfico 5 Comportamiento de la absorción en las mezclas y replicas.

### 3.3.2 Resultados de la II Etapa

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg.)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 7 días (MPa)
Z-1	498.1	148.1	21.3	198.1	18	10	5.1
Z-2	498.1	148.1	21	198	18.2	10	5.1
Z-3	498.2	148.2	21.5	198.4	18.3	9	3.6
Z-4	498.1	148.2	21.2	198.2	16	12	2.1

Tabla 25 Resultado de los ensayos físico mecánico de las mezclas con zeolita a 7 días.

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 28 días (MPa)
Z-1	498.1	148.2	21.7	198.2	18.2	10	6.5
Z-2	498.2	148.1	21.9	198.3	18.3	10	5.2
Z-3	498	148.2	21.3	198.1	18	9	4.4
Z-4	498.1	148.1	21.3	198	15.8	12	2.5

Tabla 26 Resultado de los ensayos físico mecánico de las mezclas con zeolita a 28 días.

En el siguiente gráfico a medida que aumenta el # de mezclas disminuye la resistencia a compresión, notándose una caída brusca para la última mezcla debido a la sustitución del granito por zeolita en una porción de 3-8mm, lo cual provoca que exista una mala conformación de los elementos producto a una menor exigencia de agua requerida en el proceso debido a la incorporación de un nuevo árido

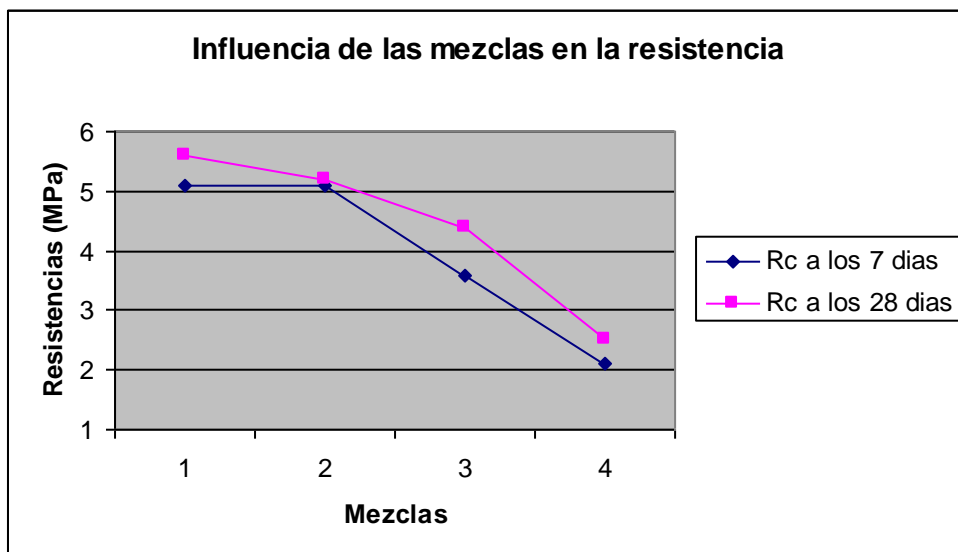


Gráfico 6 Comportamiento de la resistencia de las mezclas con zeolita.

Como se puede observar en el siguiente gráfico a medida que aumenta el % de sustitución del cemento Pórtland por zeolita, los valores de la resistencia a compresión disminuye, notándose una caída para el máximo valor de sustitución, esto se debe a que aumenta el volumen de pasta, lo que provoca una mayor demanda de agua y esto posibilita que cuando esta se evapora el porcentaje de vacío en la mezcla va hacer mayor y por lo tanto se le opone muy débilmente a un esfuerzo de rotura

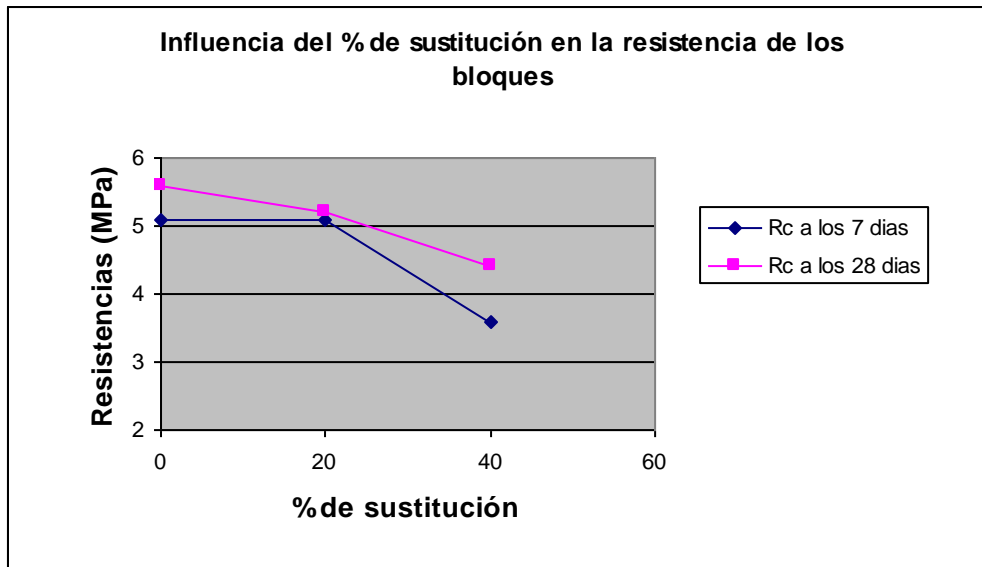


Gráfico 7 Comportamiento de la resistencia de las mezclas de acuerdo con el % de sustitución.

En este gráfico se puede observar una tendencia de la disminución de la absorción producto al por ciento de sustitución de la zeolita por cemento Pórtland a medida que aumenta el contenido de zeolita en la mezcla la absorción disminuye debido a que esta mezcla va hacer mas compacta que las demás producto al aumento de finos, con la excepción de la mezcla 4 que es sustitución del árido grueso por zeolita en grano donde se puede observar que aumenta bruscamente la absorción producto al por ciento de vacío en la mezcla

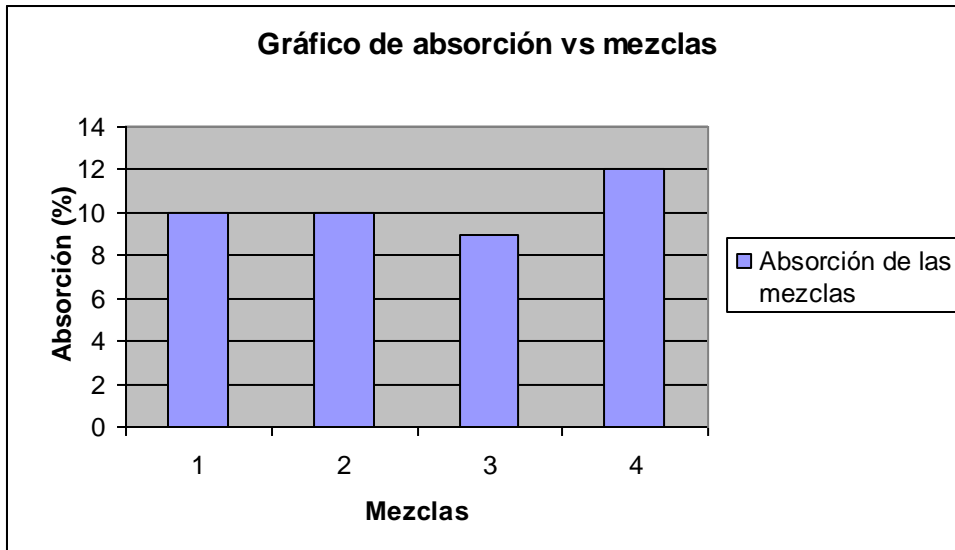


Gráfico 8 Comportamiento de la absorción en las mezclas con zeolita.

### 3.4 Análisis estadístico de los resultados.

Los bloques confeccionados después de haberse sometido a un estudio de laboratorio para caracterizar las propiedades físico-mecánicas (dimensión, absorción y resistencia a compresión), se procedió a analizar estadísticamente los resultados a través de la regresión y se estimaron los valores

**Valores de resistencia a los 7 días**

<b>Mezclas</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Standard</b>	<b>Error Standard</b>
M-1	5.4	0.50	0.29
M-1R	5.3	0.72	0.41
M-2	5.1	0.35	0.20
M-2R	5.6	0.70	0.40
M-3	5.4	0.26	0.15
M-3R	5.6	0.45	0.26
M-4	5.5	0.55	0.31
M-4R	4.6	0.60	0.35
M-5	5.1	0.18	0.09
M-5R	4.6	0.23	0.13
M-6	5.4	0.71	0.41
M-6R	5.1	0.91	0.52
M-7	4.7	0.31	0.18
M-7R	4.9	0.64	0.37
M-8	5.9	0.15	0.09
M-8R	6.1	0.72	0.42

Tabla 27 Resultados estadísticos de las mezclas a los 7 días

<b>Mezclas</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Standard</b>	<b>Error Standard</b>
Z-1	5.1	0.61	0.31
Z-2	5.1	0.47	0.23
Z-3	3.6	0.38	0.19
Z-4	2.1	0.18	0.09

Tabla 28 Resultados estadísticos de las mezclas con zeolita a los 7 días

**Valores de resistencia a los 28 días**

<b>Mezclas</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Standard</b>	<b>Error Standard</b>
M-1	5.8	0.46	0.23
M-1R	5.6	0.34	0.17
M-2	6.5	0.73	0.36
M-2R	5.7	0.35	0.18
M-3	6.8	0.61	0.31
M-3R	6.4	0.57	0.29
M-4	6.0	0.39	0.19
M-4R	5.8	0.69	0.33
M-5	6.5	0.27	0.29
M-5R	7.9	0.79	0.40
M-6	5.6	0.18	0.09
M-6R	7.1	0.68	0.34
M-7	5.2	0.31	0.15
M-7R	6.4	0.42	0.21
M-8	6.6	0.52	0.29
M-8R	9.4	2.08	1.04

Tabla 29 Resultados estadísticos de las mezclas a los 28 días

<b>Mezclas</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Standard</b>	<b>Error Standard</b>
Z-1	6.5	0.47	0.24
Z-2	5.2	1.08	0.54
Z-3	4.4	0.41	0.21
Z-4	2.5	0.44	0.22

Tabla 30 Resultados estadísticos de las mezclas con zeolita a los 28 días

### Capítulo III Caracterización de los resultados

En los siguientes gráficos se refleja como varía el comportamiento de las resistencias en las diferentes dosificaciones empleadas en el proceso de fabricación del bloque, viéndose en los gráficos de replicas el verdadero comportamiento de los mismos notándose dispersiones entre los puntos, lo que significa que existen causas que provocan estos problemas, una de las causas principales puede ser a la hora de conformar el bloque durante el proceso de la vibro compresión del elemento, donde existen mezclas las cuales se van a compactar mejor, producto al aumento de finos, provocando que existan bloques en los cuales el área de pasta entre los áridos sea mayor, lo cual provoca que se le oponga una mayor resistencia a la rotura, otra puede ser producto al curado que como es un curado manual no se distribuyan correctamente el agua en los bloques provocando mas resistencia en uno que en otros, otra sería producto a las tablas de apoyo del elemento una vez realizada la vibro compresión del mismo que al estar en mal estado ( pandeadas y deterioradas ) este no se conforme bien, y por ultimo a la hora del ensayo a compresión cuando se colocan en la prensa que esta no este comprimiendo el bloque en toda su superficie plana, es decir que exista mas distribución de tensiones en un punto que en otro.

Los gráficos que verán a continuación responden al modelo matemático siguiente debido a que se realizó el mismo proceso de ajuste de curvas a un modelo cuadrático

$Y = a + bx + cx^2$  Donde en cada gráfico los valores de a, b y c son diferentes.

Grafico 9	a=13.80	b=-0.024	c=2e-0.05
Grafico 10	a=13.80	b=-0.026	c=2e-0.05
Grafico 11	a=57	b=-0.015	c=0.0025
Grafico 12	a=57	b=-0.015	c=0.0025
Grafico 13	a=-134.20	b=0.648	c=-0.00074
Grafico 14	a=-135.88	b=0.657	c=-0.00075
Grafico 15	a=-25.1	b=0.4525	c=-0.0016
Grafico 16	a=-22.7	b=0.4175	c=-0.0015
Grafico 17	a= -83	b=1.28	c=-0.0045
Grafico 18	a= -83	b=1.28	c=-0.0045

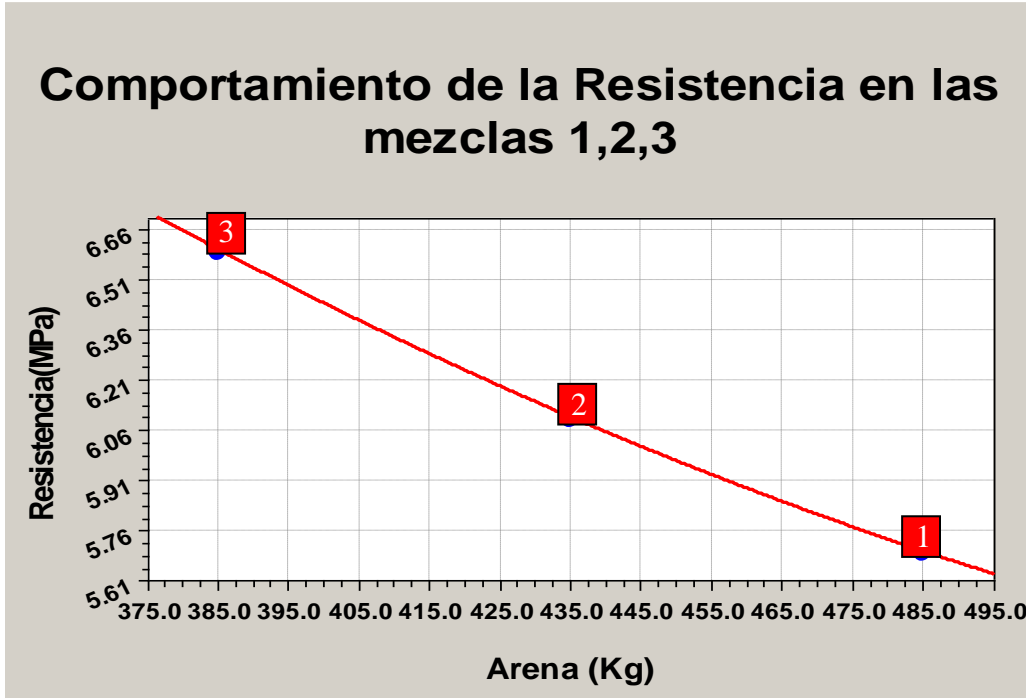


Grafico 9 Análisis de los valores medios de resistencia de las dosificaciones 1, 2,3.

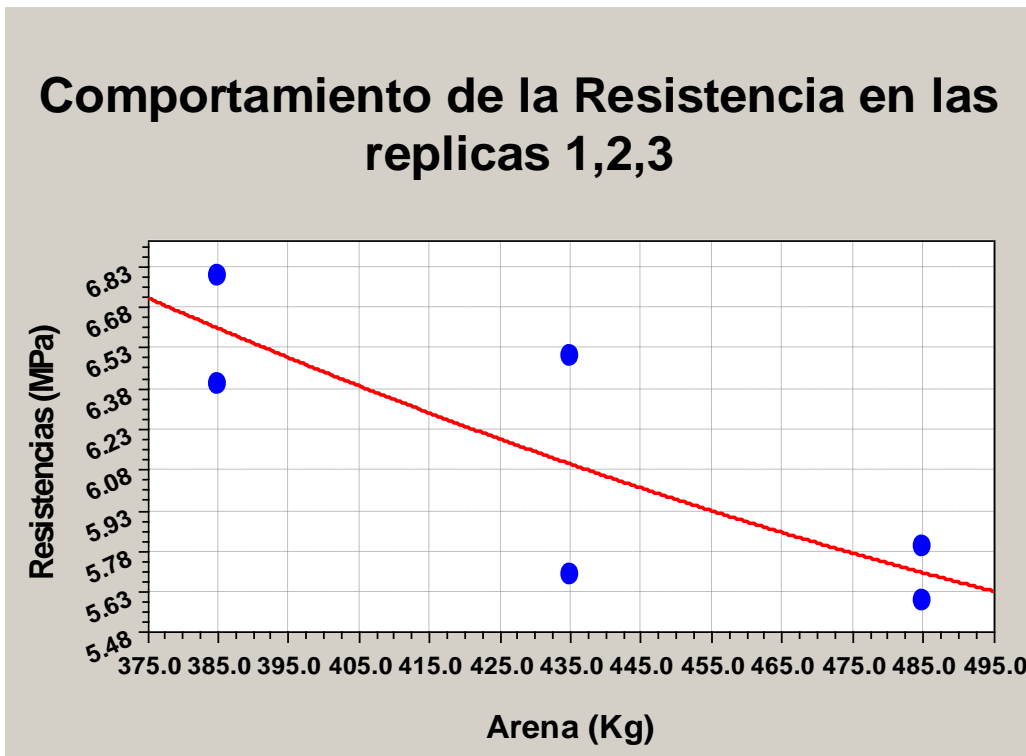


Grafico 10 Análisis de las dosificaciones 1, 2,3 con el valor de resistencia de la mezcla y la replica.

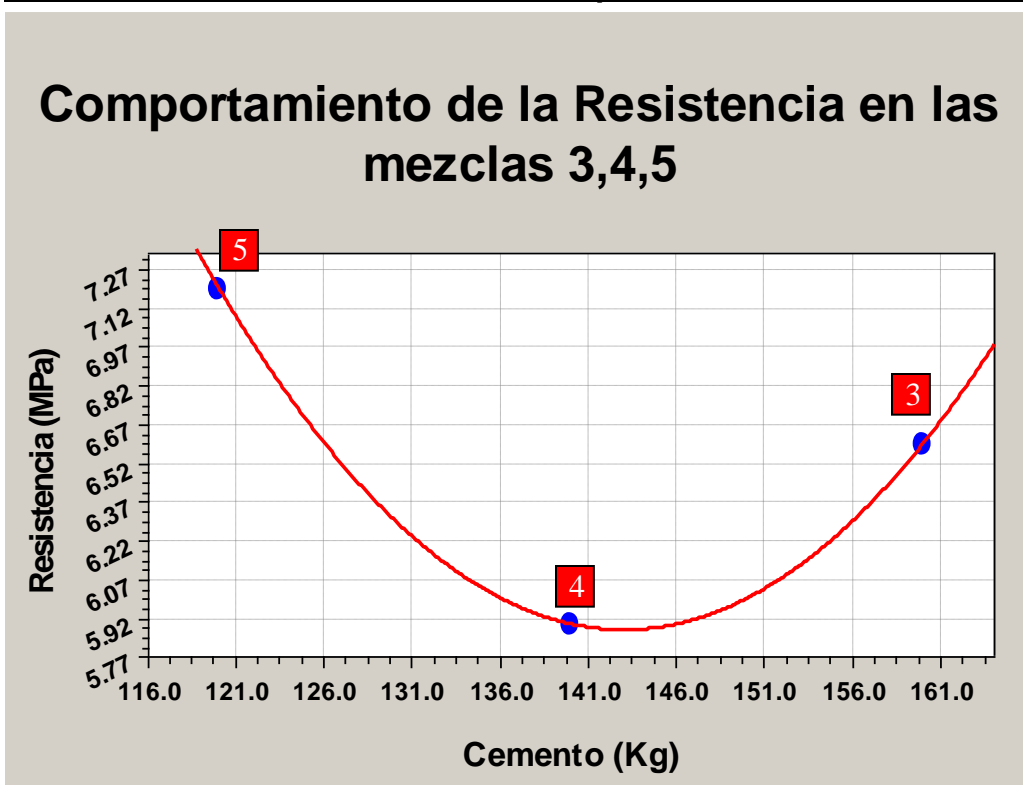


Gráfico 11 Análisis de los valores medios de resistencia de las dosificaciones 3, 4,5

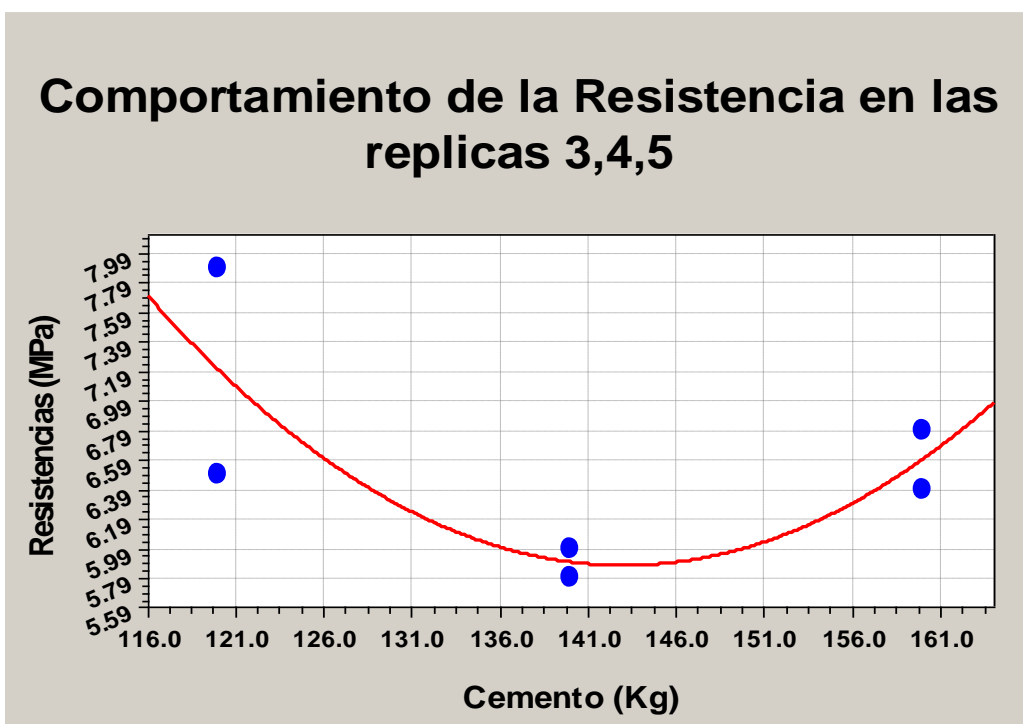


Gráfico 12 Análisis de las dosificaciones 3,4,5 con el valor de resistencia de la mezcla y la replica

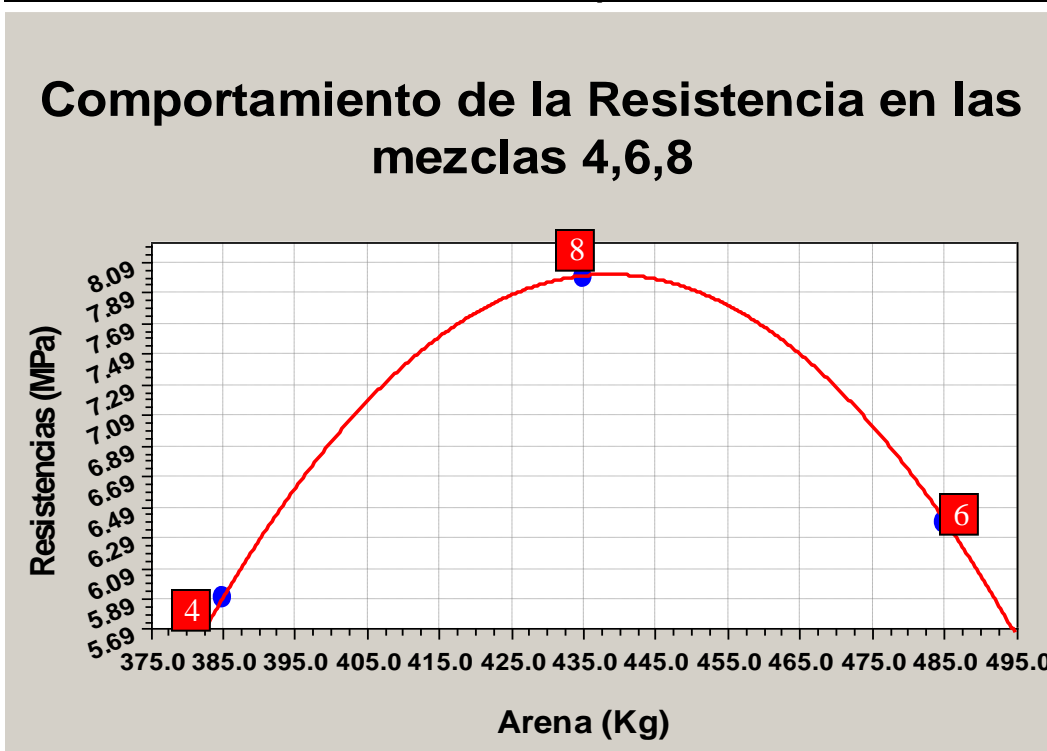


Gráfico 13 Análisis de los valores medios de resistencia de las dosificaciones 4,6,8.

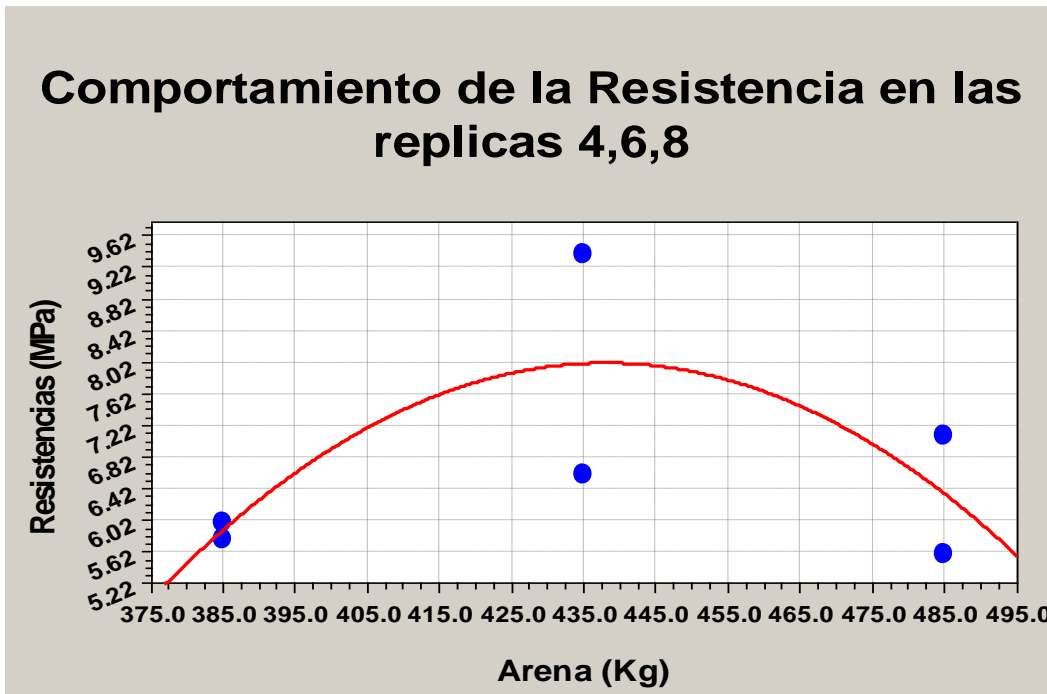


Gráfico 14 Análisis de las dosificaciones 4,6,8 con el valor de resistencia de la mezcla y la replica

### Comportamiento de la Resistencia en las mezclas 1,6,7

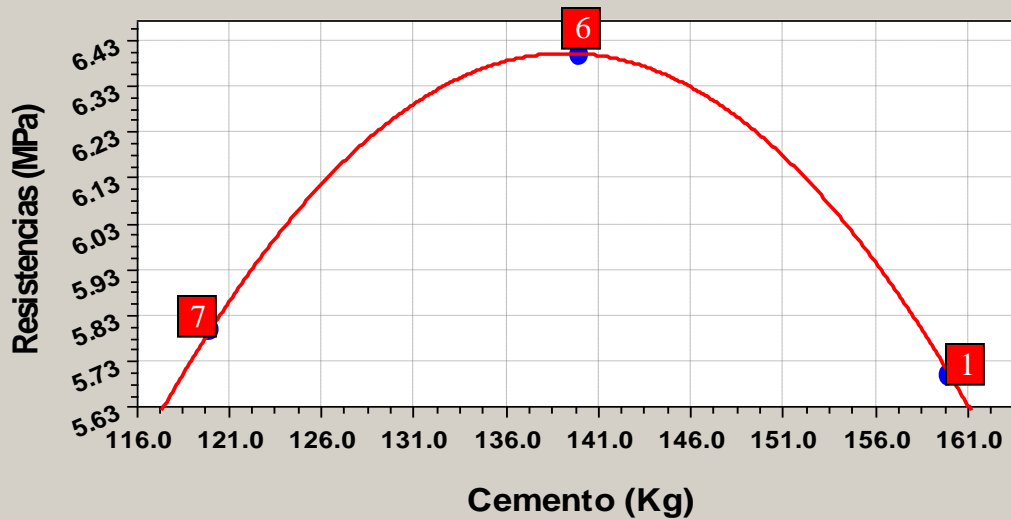


Grafico 15 Análisis de los valores medios de resistencia de las dosificaciones 1, 6,7.

### Comportamiento de la Resistencia en las replicas 1,6,7

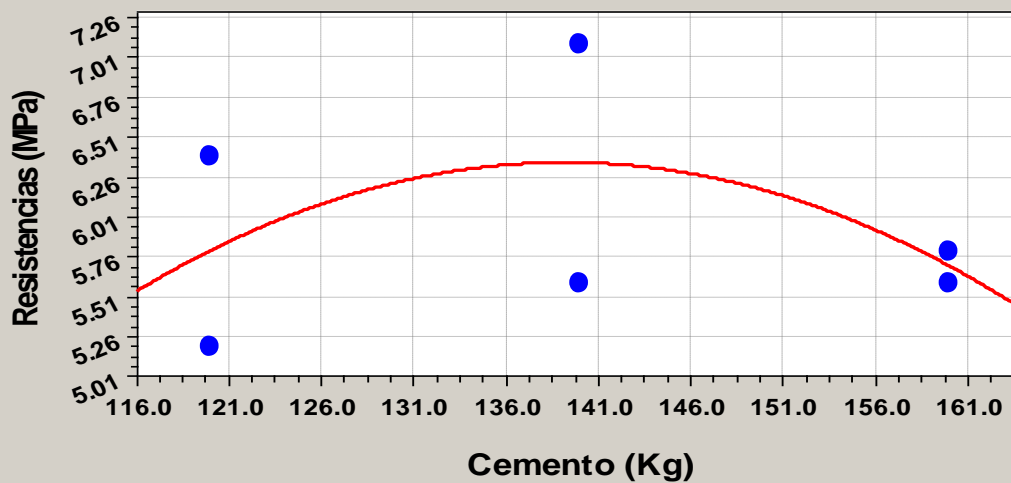


Grafico 16 Análisis de las dosificaciones 1, 6,7 con el valor de resistencia de la mezcla y la replica

### Comportamiento de la Resistencia en las mezclas 3,7,8

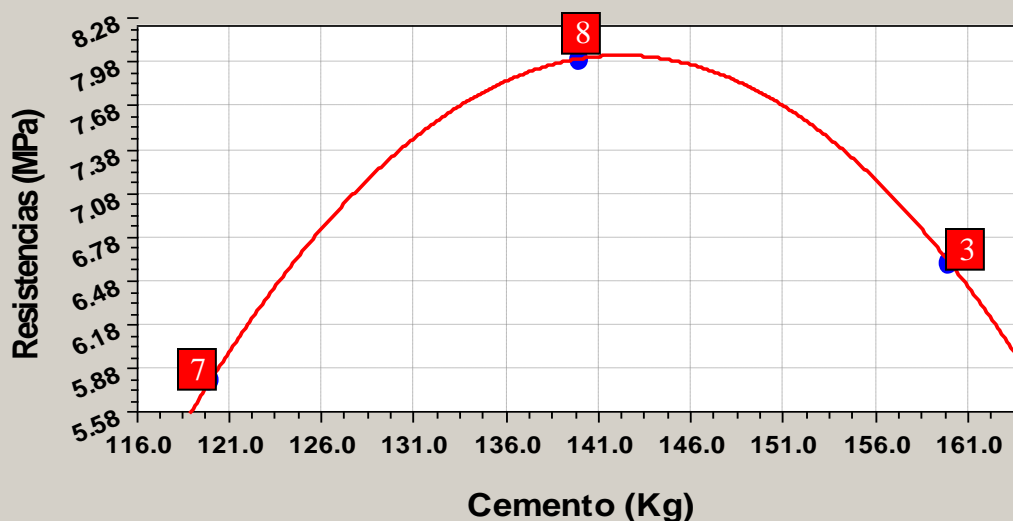


Gráfico 17 Análisis de los valores medios de resistencia de las dosificaciones 3,7,8.

### Comportamiento de la Resistencia en las replicas 3,7,8

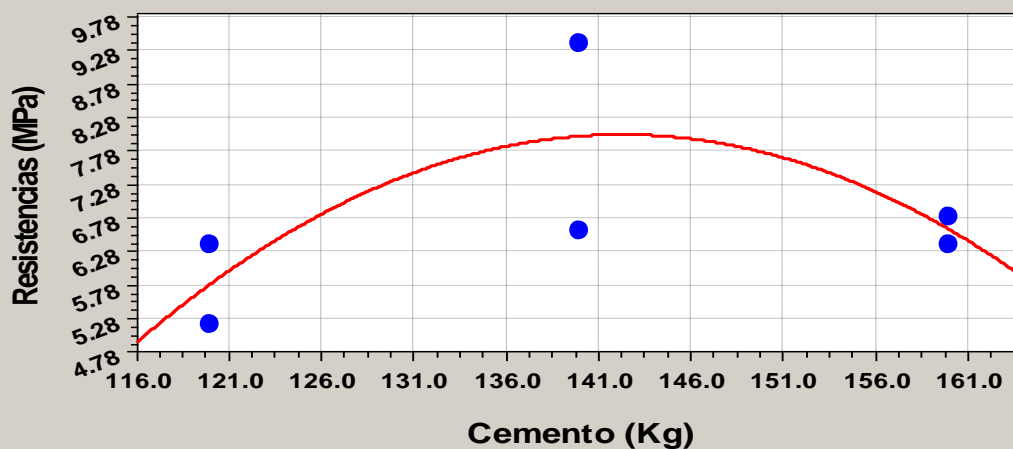


Gráfico 18 Análisis de las dosificaciones 3, 7,8 con el valor de resistencia de la mezcla y la replica

## **Capítulo IV Costos de materiales de las mezclas obtenidas.**

En este capítulo se realiza un análisis de los costos de los resultados obtenidos, para ello se utilizó el costo industrial de cada material empleado, los cuales fueron tomados de acuerdo con los costos vigentes en la provincia de Villa Clara, tanto en moneda nacional como en divisa, los costos de mano de obra empleada están de acuerdo a la normativa usadas por la empresa de Industrias de Materiales de la Construcción, la transportación se asume a razón de costo por km. Los índices económicos determinados fueron el ahorro de cemento y el costo de producción por mezclas de hormigón a fabricar.

### **4.1) Ahorro de Cemento por mezclas.**

Utilizando las dosificaciones de cemento para cada mezcla, específicamente para el patrón y las obtenidas en el proceso se determinó el valor real de cemento arribando a los resultados que se muestran a continuación:

<b>Mezclas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Dosificación de Cemento (Kg)	160	166	173	151	132	140	122	146
Ahorro respecto a la patrón (Kg)	0	0	0	9	28	20	38	14
Resist. Media a comp. 28d (MPa)	5.7	6.1	6.6	5.9	7.2	6.4	5.8	8.0

Tabla 31 Resultado de las dosificaciones, el ahorro de cemento y la Resistencia media a compresión

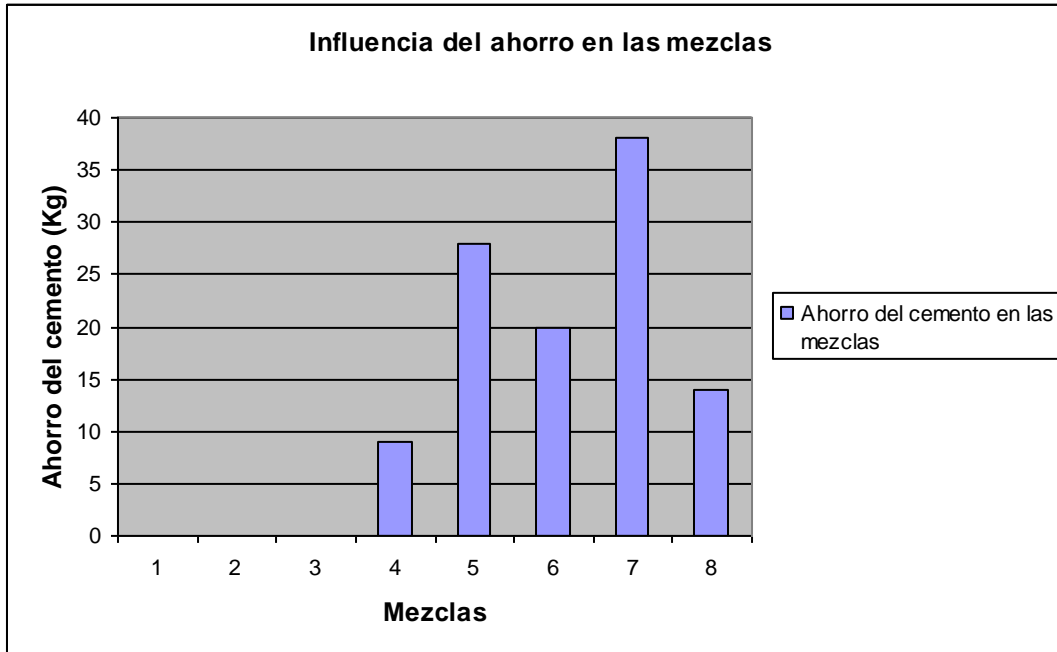


Gráfico 19 Influencia del ahorro de cemento en las mezclas

Cada mezcla aporta respectivamente una reducción en la cantidad de cemento y un aumento de la resistencia media a la compresión. Con los valores individuales de cantidad de cemento P-350 y resistencias, se calculó el rendimiento de ambos materiales en las mismas.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Dosificación}}{R'_{bm_{28d}}} = (\text{Kg/MPa.}) \quad (1)$$

Dicho valor indica cuántos Kg de material se necesita por cada MPa de resistencia a obtener.

La dosificación de cada material para obtener los 5.7 MPa., se obtuvo por la fórmula:

$$\text{Dosificación para 5.7 MPa.} = \text{Rendimiento} \times 5.7 \quad (2)$$

La siguiente tabla muestra los resultados de las formulas (1) y (2)

**Capítulo IV Costo de materiales de las mezclas obtenidas**

<b>Mezclas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
Dosificación de Cemento P-350 (Kg)	160	166	173	151	132	140	122	146
Resist. Media a comp. 28d (MPa)	5.7	6.1	6.6	5.9	7.2	6.4	5.8	8.0
Rendimiento Cemento P-350 (Kg/MPa.)	28.07	27.21	26.21	25.59	18.33	21.88	21.03	18.25
Dosif. de Cem.P-350 (Kg) para obtener 5.7 MPa.	160	155.10	149.40	145.86	104.48	124.72	119.87	104.03

Tabla 32 Resultado de las dosificaciones y rendimiento del cemento

<b>Mezclas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Dosificación de zeolita (Kg)	0	16	32
Resist. Media a comp. 28d (MPa) con zeolita	6.5	5.2	4.4
Dosif. de zeolita (Kg) para obtener 4.4 MPa.	0	13.55	32.0

Tabla 33 Resultado de las dosificaciones y rendimiento de la zeolita

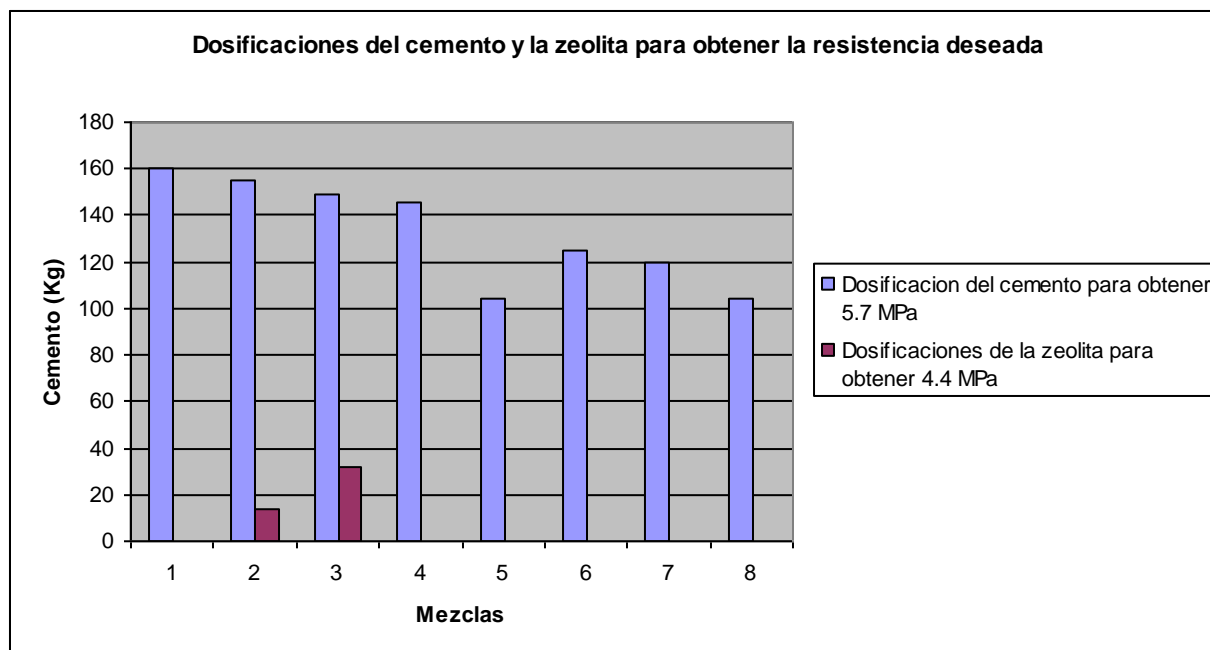


Gráfico 20 Influencia de las dosificaciones del cemento y la zeolita para obtenla resistencia deseada

## Capítulo IV Costo de materiales de las mezclas obtenidas

Se puede llegar a la conclusión que la mezcla más económica es aquella que logre el mayor ahorro de cemento para obtener igual resistencia. Esto sucede para el caso de la Mezcla #8, ya que puede alcanzar los 5.7 MPa, con solo 104.03 Kg de cemento para producir alrededor de 75 bloques

Se verá a continuación al considerar los costos de cada material si la mezcla # 8 considerada hasta el momento desde el punto de vista económico como la más idónea, continua manteniendo esta condición.

### 4.2) Costos de materiales por mezclas

A partir de los costos de producción de cada material por unidad de medida, y su dosificación, se determina el costo total de fabricación de las 8 mezclas elaboradas. (Ver tabla No. 20 que aparece en el capítulo 3).

En el caso del árido fino y grueso el costo de producción del material aparece por unidad de volumen, por lo que fue necesario convertir el peso de su dosificación a esta unidad, mediante la división del peso entre la masa volumétrica suelta, para el granito es  $MVS=1402\text{Kg}/\text{m}^3$  y para la arena artificial es  $MVS=1440\text{Kg}/\text{m}^3$

Costos de Materiales Utilizados			M-1		M-2		M-3		M-4		
Material	Costo		U.M	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC
	MN	CUC									
Cemento P-350	\$74.75	-	Ton	11.96	-	12.41	-	12.93	-	11.29	-
Granito 5-10 mm	\$11.36	\$4.35	$M^3$	5.27	2.02	5.46	2.09	5.66	2.17	5.74	2.20
Arena Artificial	\$11.73	\$4.27	$M^3$	3.95	1.44	3.68	1.34	3.38	1.23	3.42	1.25
Sub total	-	-	-	21.18	3.46	21.55	3.43	21.97	3.40	20.45	3.45
Total				24.64		24.98		25.37		23.90	

**Capítulo IV Costo de materiales de las mezclas obtenidas**

Costos de Materiales Utilizados			M-5		M-6		M-7		M-8		
Material	Costo		U.M	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC
	MN	CUC									
Cemento P-350	\$74.75	-	Ton	9.87	-	10.47	-	9.12	-	10.91	-
Granito 5-10 mm	\$11.36	\$4.35	M <sup>3</sup>	5.82	2.23	5.33	2.04	5.39	2.06	5.53	2.12
Arena Artificial	\$11.73	\$4.27	M <sup>3</sup>	3.47	1.26	4.00	1.46	4.06	1.48	3.72	1.35
Sub total	-	-	-	19.16	3.49	19.80	3.50	18.57	3.54	20.16	3.47
Total				22.65		23.30		22.11		23.63	

Tabla 34 Costo de las mezclas

Conceptos de gastos	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8
Materias primas y Materiales	24.64	24.98	25.37	23.90	22.65	23.30	22.11	23.63
Sub. total ( gastos de elaboración)	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68	8.68
<b>Gastos de fuerza de trabajo</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>
<b>Gastos indirectos de producción</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>
<b>Gastos generales y de administración</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>
<b>Gastos de distribución y venta</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Gastos bancarios</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Gastos totales o costos de producción	68.44	68.78	69.17	67.70	66.47	67.10	65.91	67.43
Utilidad	5.98	6.01	6.05	5.92	5.78	5.84	5.72	5.88
Precio de empresa	74.42	74.79	75.22	73.62	72.25	72.94	71.63	73.31
Cantidad de bloques	78	74	72	72	74	74	72	73
Costo del bloque unitario	0.88	0.93	0.96	0.94	0.89	0.91	0.92	0.92
Precio de un bloque en la empresa	0.95	1.01	1.04	1.02	0.98	0.98	0.99	1.00

Tabla 35 Ficha de costo de los materiales que comprenden las mezclas (Ver tabla 48,49 y 50 de anexos)

Costo de producción= materias primas y materiales + Sub total gastos de elaboración (gasto de la fuerza de trabajo + gastos indirectos de producción + gastos generales y de administración + gasto de distribución y venta + gastos bancarios)

Precio de empresa=costo de producción + utilidad

Costo del bloque unitario=costo de producción/cantidad de bloques

Costo del bloque en la empresa= precio de la empresa/cantidad de bloques

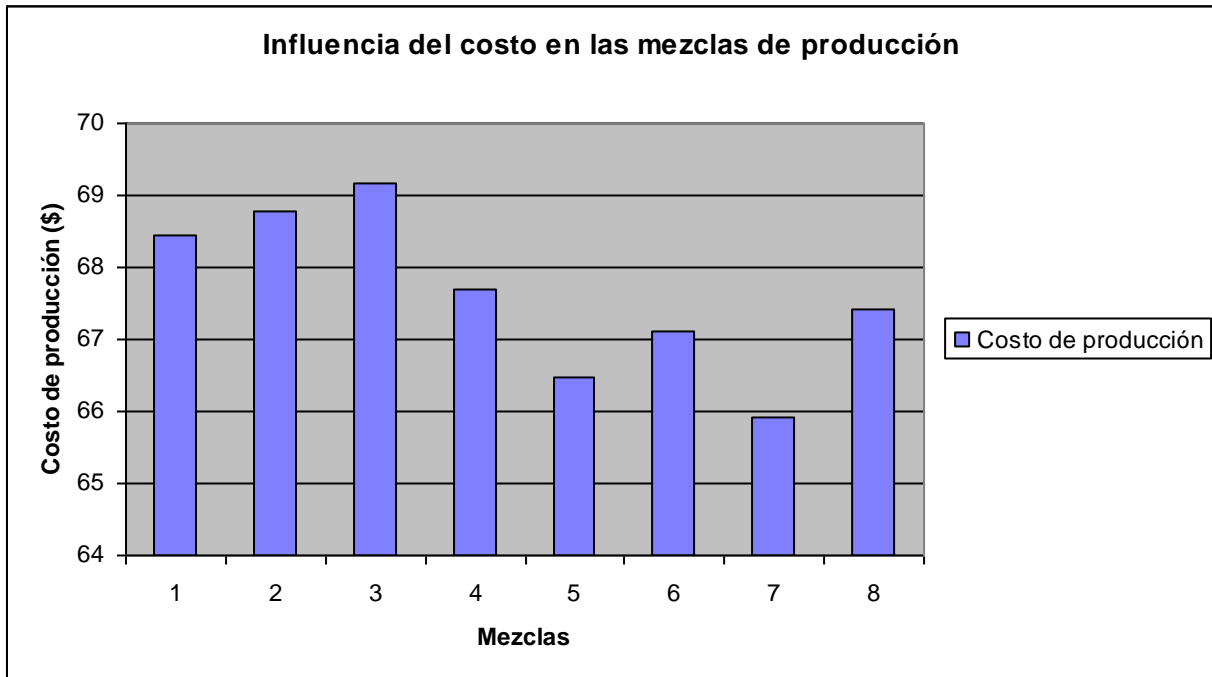


Gráfico 21 Influencia de las mezclas en el costo de producción

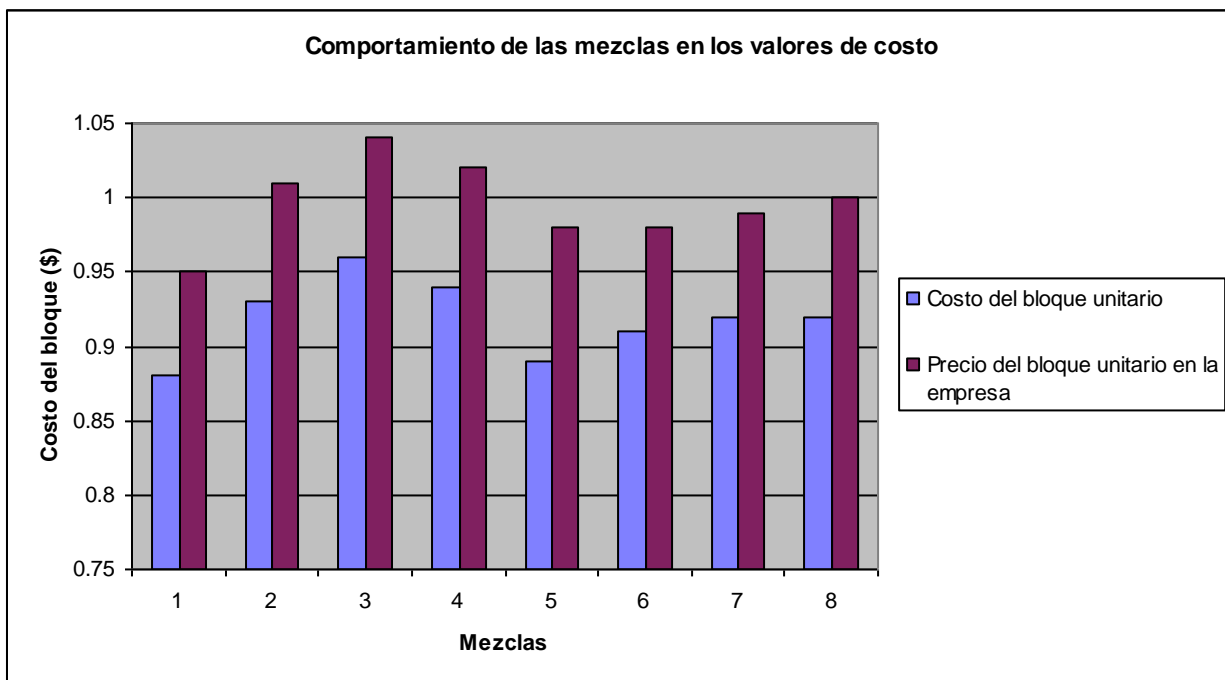


Gráfico 22 Influencia de las mezclas en el costo del bloque

**Capítulo IV Costo de materiales de las mezclas obtenidas**

Tabla 36 Costo de las mezclas con zeolita

Costos de Materiales Utilizados			Z-1		Z-2		Z-3		Z-4		
Material	Costo		U.M	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC	MN	CUC
	MN	CUC									
Cemento P-350	\$74.75	-	Ton	11.96	-	10.76	-	9.57	-	11.96	-
Zeolita 3-8 mm	\$15.97	\$6.43	Ton	-	-	-	-	-	-	10.38	4.02
Zeolita < 0.8 mm	\$15.67	\$20.63	Ton	-	-	0.25	0.33	0.5	0.66	-	-
Arena Artificial	\$11.73	\$4.27	M <sup>3</sup>	3.95	1.44	3.57	1.30	3.18	1.16	3.95	1.44
Granito 5-10 mm	\$11.36	\$4.35	M <sup>3</sup>	5.27	2.02	5.27	2.02	5.27	2.02	-	-
Sub total				21.18	3.46	19.85	3.65	18.52	3.84	26.29	5.46
Total				24.64		23.5		22.36		31.75	

Conceptos de gastos	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4
Materias primas y Materiales	24.64	23.5	22.36	31.75
Sub. total ( gastos de elaboración)	8.68	8.68	8.68	8.68
<b>Gastos de fuerza de trabajo</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>	<b>3.89</b>
<b>Gastos indirectos de producción</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>
<b>Gastos generales y de administración</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>	<b>1.43</b>
<b>Gastos de distribución y venta</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Gastos bancarios</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
Gastos totales o costos de producción	68.44	67.30	66.16	75.55
Utilidad	5.98	5.86	5.75	6.69
Precio de empresa	74.42	73.16	71.91	82.24
Cantidad de bloques	78	74	76	75
Costo del bloque unitario	0.88	0.91	0.87	1.01
Costo de un bloque en la empresa	0.95	0.98	0.95	1.10

Tabla 37 Ficha de costo de los materiales que comprenden las mezclas con zeolita

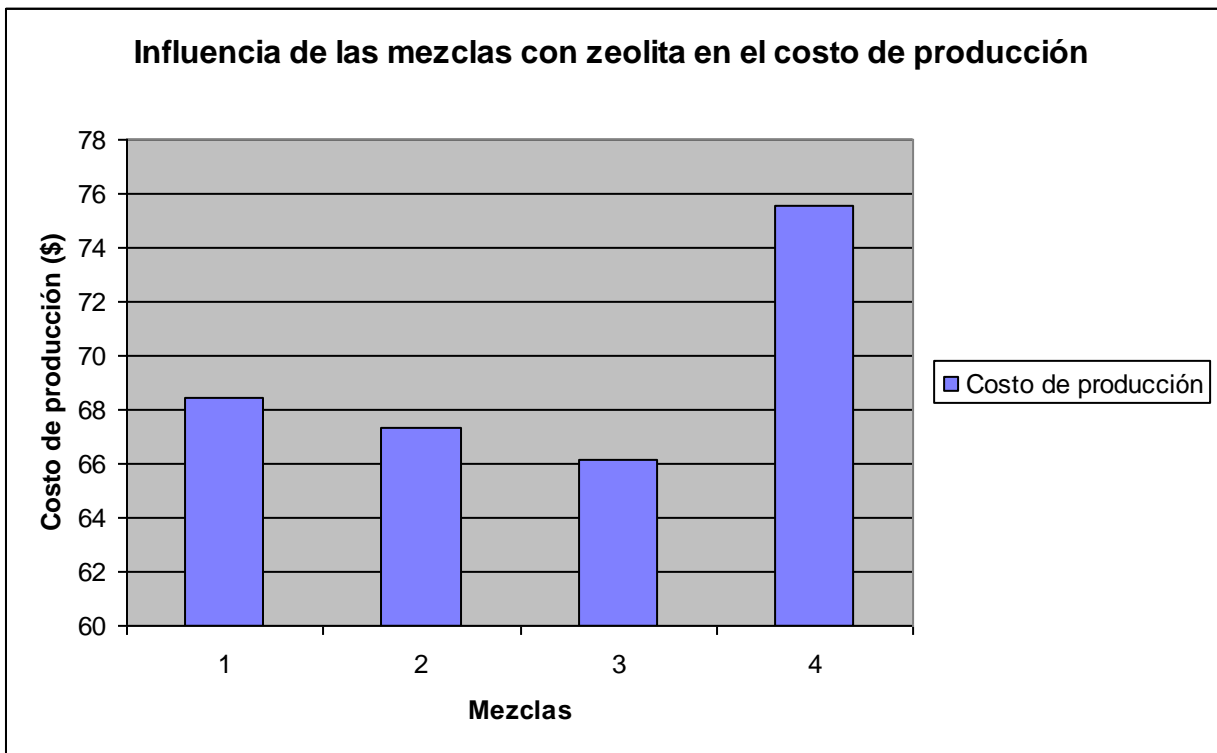


Gráfico 23 Influencia de las mezclas con zeolita en el costo de producción

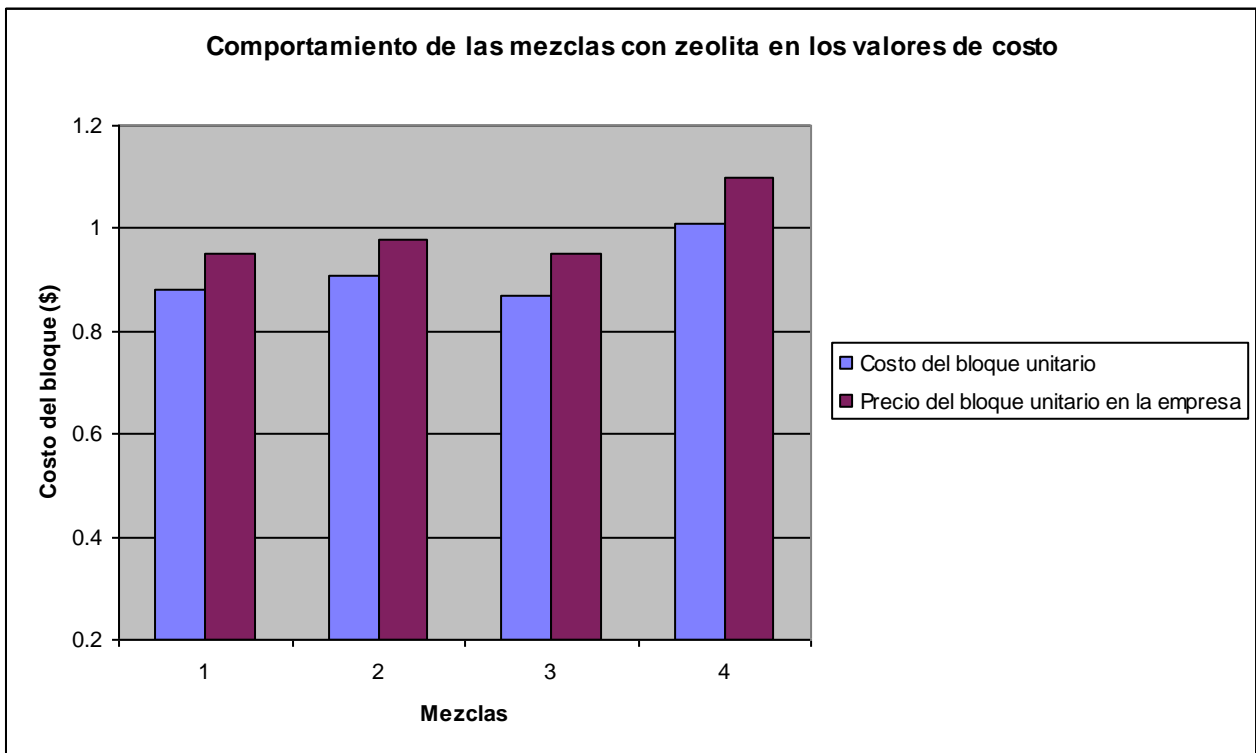


Gráfico 24 Influencia de las mezclas con zeolita en el costo del bloque

### 4.3) Comparación entre las dosificaciones

Como se puede apreciar las dosificaciones no discrepan mucho en el costo total de los materiales debido a que a la hora de dosificar hubo que reajustar los consumos de materiales de forma tal que en cada dosificación se elaboraran 80 unidades de bloques, destacándose que la mezcla mas económica en cuanto al costo general de los materiales es la mezcla #7 y las menos económica es la mezcla #3 por lo que al no existir mucha diferencia en los costo se puede escoger la mezcla mas económica aquella que posea el valor mas alto de resistencia para un mismo valor de costo.

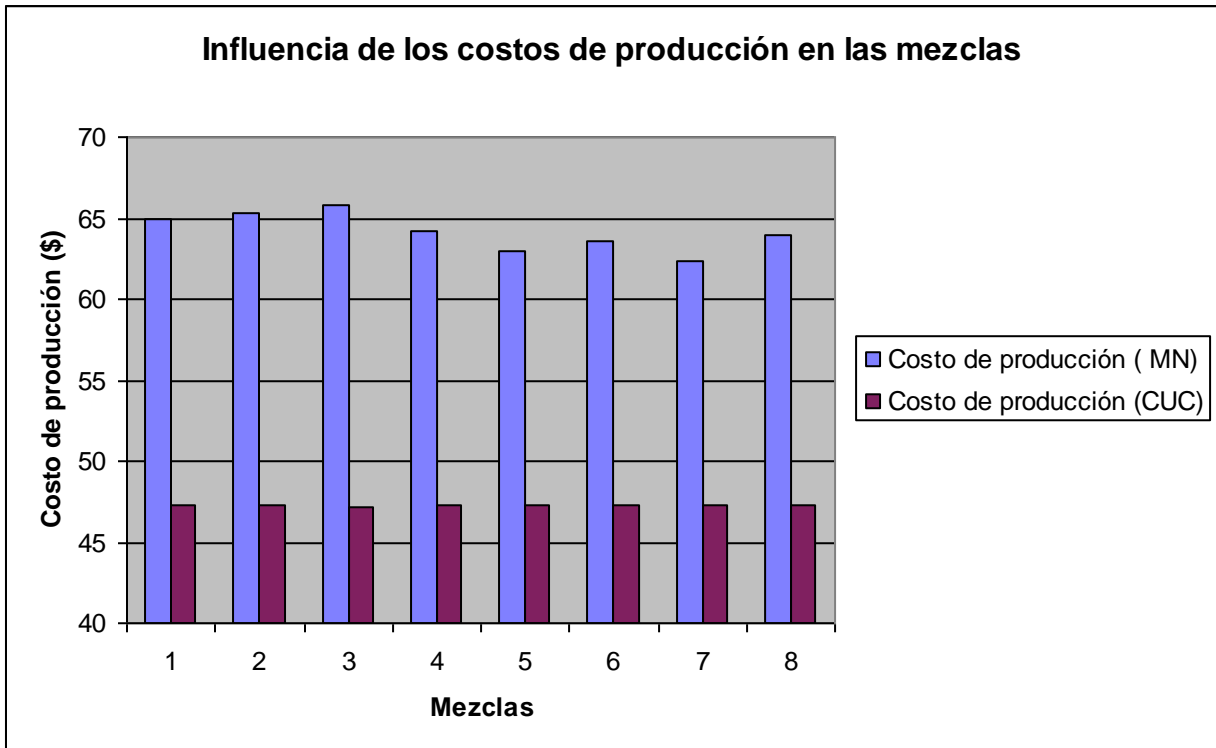


Gráfico 25 Influencia de las mezclas en el costo de producción en ambas monedas

## Conclusiones Generales

- 1) Entre las aplicaciones mas interesantes que existen en la UEB Eladio Rodríguez esta la de contar con un juego de dosificaciones para la producción de bloques huecos de hormigón, esta posibilita reducir determinadas cantidades de Cemento Pórtland Ordinario en la fabricación de hormigones de consistencia seca, fabricados en la producción de prefabricados de pequeño formato, donde se ha logrado demostrar que un bloque de comportamiento estructural fabricado en máquinas vibro compactadotas es posible reducir según sus dosificaciones en este caso hasta 40 Kg del peso total del cemento, consumiendo en la misma 1.7Kg de cemento/bloque sin afectar las propiedades mecánicas del producto
- 2) Se obtuvo, a partir de una mezcla original, otras con características físico-mecánicas similares o superiores a esta, pero con menores costos de producción
- 3) La introducción de Tobas Zeolíticas en la fabricación de hormigones para la producción de bloques huecos precisa de ajuste a los métodos de dosificación, en especial al determinar las proporciones entre los áridos para lograr la máxima compacidad, esto se fundamenta en el exceso de pasta que se produce por la diferencia de densidad del material con el CPO
- 4) Es posible producir prefabricados de hormigón de pequeño formato con mezclas que incluyan combinaciones de CPO y puzolanas naturales (Tobas Zeolíticas) sin que se afecten las propiedades físico mecánicas
- 5) El máximo valor de sustitución de CPO por Tobas Zeolíticas para que el bloque cumpla con las características exigidas es de hasta un 20%, donde este interviene en el fraguado y endurecimiento aportando resistencia mecánica al hormigón
- 6) De las dosificaciones realizadas se puede abordar que la mezcla más económica en cuanto a reducción del cemento y los costos de producción es la mezcla No. 7 por lo que se propone como patrón de la UEB "Eladio Rodríguez".

## Recomendaciones

- 1) Realizar nuevas mezclas de prueba, en las cuales se reduzca el consumo de cemento conjuntamente con la variación de los otros materiales para comprobar cual es la mezcla más óptima, partiendo del trabajo realizado en esta investigación.
  
- 2) Volver a realizar las mismas dosificaciones de esta investigación con varias secciones de replicas con el objetivo de eliminar o encontrar las causas verdaderas de las dispersiones existentes en las mezclas para así lograr una mayor confiabilidad de los resultados
  
- 3) Realizar en las próximas investigaciones afines con este tema el ensayo de durabilidad de los bloques para analizar su comportamiento a edades tardías, lo cual resulta imprescindible para su utilización práctica en la construcción
  
- 4) Estudiar la influencia de un aditivo superplastificante de última generación en las dosificaciones propuestas para lograr una mezcla con más plasticidad y a su vez reducir el consumo de agua lo más posible, lo cual traería como resultado un aumento de la resistencia

## Reseña Bibliográfica.

1)"Manual de programa de reforzamiento para la actividad tecnológica aplicada a elaboración de bloques de concreto utilizando vibro bloquera Austera de Tarimas

2)"Norma Cubana de bloques NC-247."

3)"Trabajo de investigación realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales de la Universidad Central de las Villas con el título de Aglomerantes puzolanicos en base a residuos de la industria azucarera en la fabricación de bloques de hormigón."

4)"Proyecto de investigación, desarrollo experimental e innovación tecnología de la rama de la construcción realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y Materiales de la Universidad Central de las Villas con el título de Producción de eco materiales en el Micons."

5) Fernandez, D. I. L. M. "Informe preliminar del proyecto de bloques mejorados."

6)"Materiales cementantes Materiales silíceos."

<http://es.wikipedia.org/wiki/Puzolana>.

7) [http://www.bigmat.es/pdfs/03\\_bloque.pdf](http://www.bigmat.es/pdfs/03_bloque.pdf)

8) Zerguera, I. V. (2007). "La Zeolita, el mineral del Siglo XX."

<http://www.cmhw.co.cu/noticia.asp?auid=161>

9)"EM Yucatán SA de Cv Agua y Tierra 100% Orgánicos."

<http://www.emyucatan.com/zeolita.html>

10) Durante, A. L. D. "Bloques de hormigón."

<http://www.ldurante.com.ar/htm/bloques.htm>

11) R, J. L. S. (1997). "Metalurgia de Minerales No Metálicos."

<http://www.monografias.com/trabajos/zeolitas/zeolitas.shtml>

12) Juan Jose Dopico\*1, F. M. H., Roberto L. Day\*\*, Bernhard Middendoff\*\*\*, MatthiasGehrke\*\*\*, Lesday Martinez\*. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732008000300005&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732008000300005&script=sci_arttext&tlng=es)

13)"Construcción y Tecnología." [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

## Bibliografía consultada

- 14- Acevedo Cata, Jorge. Materiales de la construcción / Jorge Acevedo Cata. -- La Habana, 1985
- 15- CP-40: Manual de calidad / José Fernando Martirena Hernández... [et al.]. -- Santa Clara: UCLV, Facultad de Construcciones; CIDEM, 2000. --54p.
- 16- Calleja, J. Tendencias futuras en la investigación de la estructura, propiedades y comportamiento de las pastas de cementos con adiciones. Cemento-Hormigón (Barcelona) LVIII (646): 827-875; septiembre 1987
- 17- Martínez Lobeck, E. Reporte sobre el uso de las puzolanas en el hormigón. Ingeniería Estructural y Vial (La Habana) XX (4): 38-42; 1999.
- 18- Martirena Hernández, José F. y otros Producción de un aglomerante cal-puzolana a pequeña escala. Ingeniería Estructural y Vial (La Habana) XX (3): 32-38; 1999.
- 19- NC 54-029:1984. Áridos. Toma de Muestras
- 20- NC 54-125:1985. Materiales y Productos de la Construcción. Áridos para hormigón hidráulico. Especificaciones de Calidad.
- 21- Quiñónez de la Cruz, Francisco Javier. Estado actual de la investigación de las puzolanas en Guatemala como material de construcción. Tomado en Internet de:[www.minas.upm.es/rimin1/jornadas/01ibermac\\_pdf/06\\_Cementos/QuinonezF-Guatemala.pdf](http://www.minas.upm.es/rimin1/jornadas/01ibermac_pdf/06_Cementos/QuinonezF-Guatemala.pdf)
- 22- Presente y Futuro del Concreto. Publicado en Internet por la Unión de

Concreteceras S.A. del Perú y tomado de: [www.unicon.com.pe/articulos/ar-001.htm](http://www.unicon.com.pe/articulos/ar-001.htm) N.B. Singh, Reetika Sarcahi and N.P.Singh. "Effect of superplasticizers on the hydration of cement". Cement and Concrete Research N° 22 (5), pp 725-735 (1992). [WWW.sciecedirect.com](http://WWW.sciecedirect.com)

23- Martirena Hernández, José F. Una alternativa ambientalmente compatible disminuir el consumo de aglomerante de clinker de cemento Pórtland aglomerante cal-puzolana como adición mineral activa / José F. Mart Hernández. -- Tesis de grado de Doctor en Ciencias; UCLV (Const.); 2003.

24- Castillo Lara, R (2004), Obtención de hormigones con porcentos de sustitución de cemento Pórtland por adiciones de CP-40 y uso de aditivos químicos. /Rancés Castillo Lara. Trabajo de Diploma; Universidad Central de Las Villas, Santa Clara.

25- Alba Alonso, D (2007), Estudio del comportamiento de la reología de las pastas fabricadas con alto contenido de adiciones de puzolanas como sustitución del cemento Portland ordinario. /Didier Alba Alonso. Trabajo de Diploma; Universidad Central de Las Villas, Santa Clara.

26- <http://www.monografias.com/trabajos16/aditivos-construccion/aditivos-construccion.shtml> Los Aditivos Universidad Autónoma de Santo Domingo  
Autor: Ernesto Melo

27- Desarrollo de los aditivos Superplastificantes. La última generación

Dr. Ing. Juan José Howland Albear Dirección de Desarrollo Tecnológico  
MICONS

28-<http://www.tecnopavimento.org/tecnopavimento/1-1-Antecedentes-historicos.241.0.html> Asociación Tecnológica de fabricantes de Baldosas y Losas de hormigón

29-[http://es.wikipedia.org/wiki/Usuario:Edson\\_mamani](http://es.wikipedia.org/wiki/Usuario:Edson_mamani) Historia del Mágico Cemento ANTECEDENTES HISTORICOS DEL CONCRETO  
Autor: Edson Mamani

30-<http://www.bloquesgranada.com/arquitectura-de-distinci-n-con-bloques-de-hormig-n> Arquitectura de distinción con bloques de hormigón

31-<http://www.grupominetti.com/viewpg.asp?Cod=360> Cementos Portland

32- <http://www.angelfire.com/tv2/cemento/caracteristicas.htm>

33- [http://www.cemento-hormigon.com/contenidoPag.asp?id\\_rep=1341](http://www.cemento-hormigon.com/contenidoPag.asp?id_rep=1341)

Foro Schneider Electric: soluciones innovadoras para la industria del cemento 2007

34- <http://arqve.iespana.es/enciclopedia/?ide=Hormigon> Hormigón © 1993-2001

35- CURVAS IDEALES Y CURVA MEZCLA DE AGREGADOS

36- DOSIFICACION DEL HORMIGON

37- NC-247 Bloques

40- NC-625 Zeolitas naturales Requisitos

41- (pdf) Utilización de la zeolita como material de construcción Autor: Ing. Mercedes Rosell Lam, Dr. Arq. Regino Gayoso Blanco

42- (pdf) Zeolita en clinker. Proyecto del empleo de las zeolitas naturales en el sector de la construcción.

43- (pdf) Zeolita articulo de Juventud Rebelde. Zeolita: ¿Dónde está el mineral del siglo?

# Anexos

## Resultado de las dosificaciones

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 7 días (MPa)
M-1	498.2	148.2	21.3	198.0	18.5	13	5.2
M-1	498.0	148.1	20.8	198.4	17.6	9	4.6
M-1	497.8	148.5	21.5	198.1	19.2	10	6.0
M-1	498.5	147.9	21.2	197.8	18.4	-	4.4
M-1	498.1	148.0	22.1	198.0	17.9	-	5.6
M-1	498.0	147.9	20.7	197.9	18.1	-	3.9
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.3</b>	<b>198</b>	<b>18.3</b>	<b>11</b>	<b>5</b>
M-1R	499.0	148.1	21.2	197.7	17.5	7	5.1
M-1R	498.6	148.6	20.9	198.2	18.4	9	4.2
M-1R	498.2	148.0	20.7	198.0	17.6	6	4.5
M-1R	498.6	147.9	22.2	198.5	19.3	-	5.5
M-1R	498.0	148.5	21.6	198.6	17.9	-	5.7
M-1R	498.1	147.8	22.3	198.0	18.3	-	4.6
<b>Media</b>	<b>498.4</b>	<b>148.2</b>	<b>21.5</b>	<b>198.2</b>	<b>18.2</b>	<b>7</b>	<b>4.9</b>
M-2	498.5	148.5	20.6	198.0	18.6	10	5.6
M-2	497.8	148.1	22.2	198.0	18.0	6	4.3
M-2	498.0	148.3	21.2	198.2	18.3	8	5.8
M-2	497.9	148.0	20.8	198.3	19.5	-	4.7
M-2	498.0	147.8	21.1	197.8	19.0	-	5.4
M-2	498.3	148.1	22.3	198.0	17.8	-	5.1
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.4</b>	<b>198.1</b>	<b>18.2</b>	<b>8</b>	<b>5.2</b>
M-2R	497.9	148.3	20.4	198.6	17.5	10	4.8
M-2R	498.5	148.0	21.2	198.0	17.9	8	5.4
M-2R	498.1	147.9	21.0	198.2	18.4	14	4.3
M-2R	498.0	148.6	20.7	198.0	18.3	-	6.5
M-2R	498.7	147.9	21.6	197.9	19.1	-	5.2
M-2R	497.8	148.0	22.1	198.0	18.5	-	7.0
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.1</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.3</b>	<b>11</b>	<b>5.5</b>
M-3	499.0	147.0	23.3	199.0	17.5	5	5.5
M-3	498.0	148.5	21.5	198.2	18.2	15	5.8
M-3	498.1	148.2	21.6	198.4	18.0	7	4.7
M-3	497.2	148.0	21.2	198.0	19.2	-	5.6

M-3	498.3	148.1	21.1	198.2	17.9	-	5.1
M-3	498.0	148.0	20.2	198.1	19.1	-	5.5
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.0</b>	<b>21.5</b>	<b>198.3</b>	<b>18.5</b>	<b>9</b>	<b>5.4</b>
M-3R	498.2	148.2	20.5	198.4	17.6	8	5.9
M-3R	498.5	148.6	21.2	198.0	18.1	9	5.1
M-3R	498.0	147.8	20.9	198.2	17.9	6	4.8
M-3R	497.7	148.4	22.0	197.8	18.6	-	5.6
M-3R	498.1	148.2	21.6	198.3	19.2	-	6.2
M-3R	498.0	148.0	21.4	198.4	18.8	-	6.0
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.3</b>	<b>198.2</b>	<b>18.4</b>	<b>8</b>	<b>5.6</b>
M-4	498.6	148.6	20.4	198.3	18.0	14	7.2
M-4	498.2	148.2	21.3	198.0	18.2	10	4.5
M-4	498.4	149.0	22.0	197.7	18.7	8	6.1
M-4	497.7	147.9	21.5	198.4	17.9	-	5.9
M-4	498.2	148.4	20.4	198.2	17.5	-	5.8
M-4	498.0	148.0	21.8	198.0	19.2	-	4.9
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.4</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.3</b>	<b>11</b>	<b>5.7</b>
M-4R	498.0	148.0	22.2	198.1	17.8	11	6.0
M-4R	498.2	148.1	21.6	198.2	19.4	5	8.1
M-4R	497.8	147.9	20.5	198.0	18.0	9	3.9
M-4R	498.1	147.8	21.1	197.8	18.2	-	5.2
M-4R	498.1	148.0	21.2	198.0	17.6	-	4.0
M-4R	498.0	148.4	20.5	198.8	17.4	-	4.6
<b>Media</b>	<b>498.0</b>	<b>148.0</b>	<b>21.2</b>	<b>198.2</b>	<b>18.1</b>	<b>8</b>	<b>5.3</b>
M-5	498.0	147.8	21.3	198.6	18.0	11	7.0
M-5	498.1	148.0	20.5	198.2	17.5	14	4.2
M-5	498.5	148.2	21.1	198.0	18.2	8	5.3
M-5	497.8	148.6	20.8	197.7	19.0	-	4.9
M-5	498.0	148.1	21.6	198.0	18.4	-	5.0
M-5	498.1	148.0	20.9	198.2	17.6	-	5.2
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21</b>	<b>19.1</b>	<b>18.1</b>	<b>11</b>	<b>5.3</b>
M-5R	497.9	148.0	21.2	198.0	18.6	12	4.0
M-5R	498.0	148.2	22.4	197.9	18.0	9	4.9
M-5R	498.2	148.1	20.7	198.2	18.2	6	4.5
M-5R	498.6	148.5	21.0	198.5	17.7	-	4.5
M-5R	498.3	147.9	22.2	198.0	17.5	-	3.8
M-5R	498.1	148.0	22.0	198.1	19.0	-	5.1
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.1</b>	<b>21.6</b>	<b>198.1</b>	<b>18.2</b>	<b>9</b>	<b>4.5</b>
M-6	497.5	147.9	20.8	197.9	18.6	7	4.8
M-6	498.1	149.0	22.1	197.8	18.5	8	4.8
M-6	498.0	148.3	22.3	198.0	19.0	11	6.6
M-6	199.1	148.1	21.5	198.3	17.9	-	6.2
M-6	498.2	147.8	20.8	198.1	17.8	-	4.6
M-6	498.3	148.0	21.1	197.9	18.1	-	5.7
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.2</b>	<b>21.4</b>	<b>198.0</b>	<b>18.3</b>	<b>7</b>	<b>5.5</b>
M-6R	498.1	148.0	20.7	198.1	17.8	11	4.0

M-6R	498.0	148.0	22.0	198.0	17.9	7	6.3
M-6R	498.2	148.1	21.5	198.3	18.2	6	4.2
M-6R	498.2	148.3	21.6	198.3	18.6	-	4.1
M-6R	498.1	148.5	22.5	198.1	19.4	-	5.9
M-6R	498.0	148.0	20.6	198.2	18.3	-	5.2
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.5</b>	<b>198.2</b>	<b>18.4</b>	<b>8</b>	<b>5.0</b>
M-7	498.4	148.3	20.5	198.2	17.6	15	6.1
M-7	498.1	148.5	22.1	198.6	18.5	9	4.2
M-7	498.0	148.7	21.7	197.7	19.4	10	4.4
M-7	498.0	148.0	20.5	198.2	18.6	-	5.0
M-7	497.8	148.2	21.8	198.0	18.7	-	4.6
M-7	497.6	148.1	20.4	198.1	17.6	-	3.8
<b>Media</b>	<b>498</b>	<b>148.3</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.4</b>	<b>11</b>	<b>4.7</b>
M-7R	498.2	148.0	23.0	198.5	18.8	17	5.2
M-7R	498.5	148.2	22.5	198.0	18.6	5	4.2
M-7R	498.3	148.5	22.1	198.2	17.9	10	5.4
M-7R	499.0	147.8	20.8	198.1	17.8	-	5.4
M-7R	498.1	148.0	21.5	198.3	18.6	-	4.1
M-7R	497.8	148.1	21.3	197.9	18.2	-	5.2
<b>Media</b>	<b>498.3</b>	<b>148.1</b>	<b>21.9</b>	<b>198.2</b>	<b>18.3</b>	<b>11</b>	<b>4.9</b>
M-8	497.9	148.6	20.5	197.7	18.8	10	6.1
M-8	498.1	149.0	21.1	198.0	18.0	9	4.9
M-8	498.0	148.3	20.2	198.2	17.8	6	6.0
M-8	498.5	148.0	22.0	198.5	18.2	-	5.9
M-8	498.3	147.9	20.7	198.1	17.4	-	5.7
M-8	497.8	148.1	21.5	198	17.8	-	3.9
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.3</b>	<b>21.0</b>	<b>198.1</b>	<b>18.0</b>	<b>8</b>	<b>5.4</b>
M-8R	499.0	147.9	21.3	198.5	19.1	14	5.7
M-8R	498.3	148.0	20.6	199.0	18.5	6	7.0
M-8R	498.0	148.2	22.3	198.7	18.3	9	5.1
M-8R	498.1	148.1	21.6	198.2	18.2	-	6.3
M-8R	498.0	148.0	22.0	198.0	17.8	-	5.3
M-8R	498.2	147.7	21.0	198.1	17.5	-	6.7
<b>Media</b>	<b>498.3</b>	<b>148.0</b>	<b>21.5</b>	<b>198.4</b>	<b>18.2</b>	<b>10</b>	<b>6.0</b>

Tabla #38 Resultados de las dosificaciones a 7 días

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 28 días (MPa)
M-1	497.9	148.0	21.2	198.0	18.6	13	5.3
M-1	498.1	148.2	21.5	198.2	17.9	9	5.6
M-1	498.0	148.5	20.8	199.0	18.3	10	6.4
M-1	498.5	147.8	20.7	198.1	18.6	-	7.0
M-1	498.3	148.0	22.0	198.0	19.1	-	5.8
M-1	497.8	148.1	21.2	198.0	18.9	-	5.2
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.2</b>	<b>198.2</b>	<b>18.6</b>	<b>11</b>	<b>5.9</b>
M-1R	498.0	148.2	20.8	197.7	17.6	7	4.8
M-1R	498.2	148.6	22.1	198.2	17.8	9	5.2
M-1R	497.8	147.8	22.3	198.0	18.0	6	5.6
M-1R	498.1	148.4	21.5	198.5	18.2	-	6.0
M-1R	498.1	148.2	20.8	198.6	19.0	-	5.4
M-1R	498.0	148.0	21.1	198.0	18.6	-	6.5
<b>Media</b>	<b>498</b>	<b>148.2</b>	<b>21.4</b>	<b>198.2</b>	<b>18.2</b>	<b>7</b>	<b>5.6</b>
M-2	498.0	148.1	20.9	198.0	17.6	10	7.4
M-2	498.2	148.2	21.5	198.2	17.8	6	5.1
M-2	497.8	148.0	21.6	199.0	18.0	8	5.8
M-2	498.3	148.2	21.0	198.1	18.2	-	6.7
M-2	498.5	148.1	20.7	198.0	19.0	-	9.5
M-2	498.0	147.8	20.4	198.0	18.6	-	6.0
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21</b>	<b>198.2</b>	<b>18.2</b>	<b>8</b>	<b>6.8</b>
M-2R	498.2	148.2	21.3	198.1	17.6	10	5.5
M-2R	498.5	148.1	20.6	198.0	18.1	8	5.2
M-2R	498.0	148.5	22.3	198.3	17.9	14	6.2
M-2R	497.7	147.9	21.6	198.3	18.6	-	4.9
M-2R	498.1	148.0	22.0	198.1	19.2	-	5.8
M-2R	498.0	147.9	21.0	198.2	18.8	-	6.0
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.5</b>	<b>198.2</b>	<b>18.4</b>	<b>11</b>	<b>5.6</b>
M-3	498.1	148.1	21.2	198.6	17.8	5	8.0
M-3	498.0	148.3	20.3	198.2	17.5	15	6.3
M-3	498.6	148.3	22.0	198.4	18.0	7	6.2
M-3	499.0	147.9	21.5	197.8	18.2	-	7.5
M-3	498.0	148.1	21.3	197.7	19.1	-	7.0
M-3	498.0	148.3	20.6	198.0	17.9	-	5.6
<b>Media</b>	<b>498.3</b>	<b>148.2</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.1</b>	<b>9</b>	<b>6.8</b>
M-3R	498.1	147.9	20.6	198.5	17.6	8	5.6
M-3R	498.0	149.0	22.2	199.0	18.1	9	6.1
M-3R	498.2	148.3	21.2	198.7	17.9	6	5.9
M-3R	498.2	148.1	20.8	198.2	18.6	-	6.4

M-3R	498.1	147.8	21.1	198.0	19.2	-	7.2
M-3R	498.0	148.0	22.3	198.1	18.8	-	7.5
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.4</b>	<b>198.4</b>	<b>18.4</b>	<b>8</b>	<b>6.4</b>
M-4	498.2	148.0	20.5	198.0	18.5	14	5.8
M-4	498.1	148.2	21.3	198.3	17.8	10	6.0
M-4	498.3	147.9	20.9	198.0	18.0	8	6.5
M-4	497.8	148.5	21.5	197.8	18.2	-	7.0
M-4	498.5	148.0	22.0	198.2	17.7	-	4.9
M-4	498.0	148.2	21.6	198.0	18.4	-	5.6
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.1</b>	<b>21.3</b>	<b>198.1</b>	<b>18.1</b>	<b>11</b>	<b>6</b>
M-4R	498.2	148.1	20.3	198.2	18.5	11	6.7
M-4R	497.9	148.0	21.5	198.0	17.6	5	5.8
M-4R	498.1	147.9	22.0	198.4	17.9	9	5.1
M-4R	498.0	149.0	21.4	198.0	19.1	-	5.1
M-4R	498.5	148.2	22.1	197.8	17.6	-	6.8
M-4R	498.2	148.5	21.6	198.0	18.1	-	5.6
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.3</b>	<b>21.5</b>	<b>198.1</b>	<b>18.1</b>	<b>8</b>	<b>5.9</b>
M-5	498.2	147.7	22.0	198.6	18.0	11	4.5
M-5	498.0	148.0	21.2	198.2	18.1	14	6.2
M-5	497.8	148.5	21.4	198.3	17.5	8	6.0
M-5	498.5	148.3	20.6	197.9	19.0	-	7.3
M-5	499.0	148.0	20.8	198.0	17.6	-	8.3
M-5	498.3	148.1	21.5	198.1	17.5	-	6.6
<b>Media</b>	<b>498.3</b>	<b>148.1</b>	<b>21.3</b>	<b>198.2</b>	<b>18.0</b>	<b>11</b>	<b>6.5</b>
M-5R	498.0	148.2	20.8	198.2	18.0	12	7.8
M-5R	498.3	148.0	21.4	198.0	18.5	9	6.8
M-5R	498.1	148.1	21.5	197.9	19.0	6	4.6
M-5R	498.5	147.8	20.6	198.2	17.5	-	8.8
M-5R	498.0	148.2	22.0	198.3	17.8	-	8.7
M-5R	498.2	148.0	21.1	198.0	18.2	-	8.1
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.1</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.2</b>	<b>9</b>	<b>7.5</b>
M-6	498.2	148.0	21.2	198.4	18.6	7	9.0
M-6	498.0	148.5	21.5	198.0	17.9	8	5.1
M-6	497.9	148.3	20.8	198.1	18.3	11	5.5
M-6	498.0	148.1	20.7	197.9	18.6	-	5.5
M-6	498.3	148.3	22.0	198.2	19.1	-	4.4
M-6	498.0	148.0	21.2	198.0	18.9	-	5.4
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.6</b>	<b>7</b>	<b>5.8</b>
M-6R	498.0	148.1	20.8	198.3	19.2	11	8.3
M-6R	498.2	148.4	22.1	198.1	18.6	7	5.5
M-6R	498.0	147.9	22.3	198.0	18.0	6	7.4
M-6R	498.3	148.2	21.5	199.0	17.9	-	7.6
M-6R	498.6	147.8	20.8	197.9	17.6	-	7.3
M-6R	498.2	148.0	21.1	198.3	18.0	-	6.1
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.6</b>	<b>8</b>	<b>5.8</b>
M-7	498.6	148.2	20.8	198.0	17.6	15	4.9

M-7	498.2	148.1	22.1	198.2	18.5	9	5.2
M-7	498.4	148.5	22.3	199.0	19.4	10	5.6
M-7	497.7	147.9	21.5	198.1	18.6	-	6.4
M-7	498.2	148.0	20.8	198.0	18.7	-	4.8
M-7	498.0	147.9	21.1	198.0	17.6	-	5.0
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.1</b>	<b>21.4</b>	<b>198.2</b>	<b>18.4</b>	<b>11</b>	<b>5.3</b>
M-7R	498.2	148.0	21.3	198.2	18.2	17	6.4
M-7R	498.0	148.2	20.5	198.3	17.8	5	6.3
M-7R	497.8	148.5	20.6	198.0	17.6	10	7.0
M-7R	498.1	148.1	22.0	198.5	18.0	-	6.0
M-7R	498.3	147.7	21.4	197.9	18.2	-	5.3
M-7R	498.0	148.0	22.1	198.1	17.6	-	8.3
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.3</b>	<b>198.2</b>	<b>17.9</b>	<b>11</b>	<b>6.5</b>
M-8	498.0	148.2	20.9	198.2	18.0	10	4.7
M-8	498.2	148.0	21.3	197.8	17.5	9	6.2
M-8	498.1	148.5	20.8	198.3	19.1	6	7.2
M-8	497.9	148.1	22.0	198.6	18.6	-	6.0
M-8	498.6	148.3	21.5	197.7	17.9	-	8.2
M-8	499.0	148.0	20.6	198.0	18.2	-	7.0
<b>Media</b>	<b>498.3</b>	<b>148.2</b>	<b>21.2</b>	<b>198.1</b>	<b>18.2</b>	<b>8</b>	<b>6.5</b>
M-8R	498.3	148.0	20.5	198.5	17.5	14	11.1
M-8R	497.9	148.2	21.2	198.2	19.0	6	11.3
M-8R	498.1	148.0	22.0	198.3	18.5	9	11.6
M-8R	498.5	147.9	21.8	198.0	18.3	-	8.1
M-8R	498.6	148.2	21.6	198.4	18.6	-	7.1
M-8R	498.2	148.5	22.3	197.9	17.8	-	7.2
<b>Media</b>	<b>498.3</b>	<b>148.1</b>	<b>21.6</b>	<b>198.2</b>	<b>18.3</b>	<b>10</b>	<b>9.4</b>

Tabla #39 Resultados de las dosificaciones a 28 días

## Resultado de las dosificaciones con zeolita

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 7 días (MPa)
Z-1	498.5	148.5	22.1	198.0	18.2	7	6.8
Z-1	498.3	148.0	21.6	198.5	18.3	14	4.6
Z-1	497.9	148.1	20.8	198.3	19.0	9	5.8
Z-1	498.0	148.3	22.0	198.1	17.9	-	7.5
Z-1	497.8	148.2	21.0	198.0	18.3	-	6.5
Z-1	498.1	148.0	22.5	198.2	17.7	-	6.8
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.7</b>	<b>198.2</b>	<b>18.2</b>	<b>10</b>	<b>6.3</b>
Z-2	498.7	147.8	22.4	198.3	18.6	6	6.3
Z-2	498.1	147.7	21.5	198.5	18.0	17	8.1
Z-2	498.5	148.0	20.8	198.1	17.4	8	3.9
Z-2	497.8	148.5	21.1	198.0	19.1	-	5.8
Z-2	498.0	148.1	22.5	198.1	18.5	-	4.7
Z-2	498.0	148.6	23.0	198.8	18.0	-	3.8
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.1</b>	<b>21.9</b>	<b>198.3</b>	<b>18.3</b>	<b>10</b>	<b>5.4</b>
Z-3	498.1	148.0	21.5	199.0	17.8	11	4.1
Z-3	498.3	148.1	20.6	198.7	17.5	7	2.7
Z-3	497.7	148.3	22.1	198.0	18.2	10	4.1
Z-3	498.8	147.9	20.8	198.4	18.6	-	3.3
Z-3	498.0	148.5	21.5	198.1	19.0	-	3.3
Z-3	498.2	148.2	22.3	198.0	18.4	-	3.6
<b>Media</b>	<b>498.2</b>	<b>148.2</b>	<b>21.5</b>	<b>198.4</b>	<b>18.3</b>	<b>9</b>	<b>3.5</b>
<b>Z-4</b>	497.9	148.2	22.2	198.1	15.6	15	2.0
<b>Z-4</b>	498.1	148.0	21.6	198.0	15.8	12	2.3
<b>Z-4</b>	498.0	148.5	20.5	198.3	16.2	9	1.8
<b>Z-4</b>	498.5	148.1	21.1	198.3	15.7	-	2.6
<b>Z-4</b>	498.3	148.3	21.2	198.1	16.5	-	1.9
<b>Z-4</b>	497.8	148.0	20.5	198.2	16.2	-	2.2
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.2</b>	<b>21.2</b>	<b>198.2</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>2.1</b>

Tabla #40 Resultados de las dosificaciones con zeolita a 7 días

No muestras	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Altura (mm)	Peso (Kg)	Absorción (%)	Resistencia Compresión a los 28 días (MPa)
Z-1	498.2	148.0	20.8	198.2	18.2	7	3.8
Z-1	498.0	148.1	21.6	198.4	18.4	14	4.5
Z-1	498.1	148.0	21.3	198.3	17.5	9	6.4
Z-1	498.5	147.8	20.4	197.9	18.0	-	5.7
Z-1	498.0	148.3	22.0	198.0	17.6	-	4.6
Z-1	497.9	148.5	21.4	198.0	18.2	-	5.5
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.3</b>	<b>198.1</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>5.1</b>
Z-2	497.9	148.3	21.5	198.2	17.9	6	4.1
Z-2	498.2	148.0	20.5	197.9	18.2	17	4.5
Z-2	498.0	148.2	20.9	198.0	17.6	8	5.0
Z-2	497.8	148.4	21.2	198.1	18.0	-	6.4
Z-2	498.1	148.1	20.4	197.8	19.0	-	5.6
Z-2	498.5	147.8	21.3	198.2	18.5	-	5.3
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21</b>	<b>198</b>	<b>18.2</b>	<b>10</b>	<b>5.2</b>
Z-3	498.1	148.0	21.5	198.0	18.3	11	4.9
Z-3	498.0	148.2	20.4	198.3	17.8	7	5.1
Z-3	497.7	148.4	22.0	198.4	17.5	10	3.9
Z-3	498.0	148.2	21.8	197.7	18.2	-	4.3
Z-3	498.1	148.0	20.7	198.2	18.1	-	4.4
Z-3	498.0	148.1	21.3	198.0	17.6	-	3.9
<b>Media</b>	<b>498</b>	<b>148.2</b>	<b>21.3</b>	<b>198.1</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>4.4</b>
<b>Z-4</b>	498.2	148.0	20.4	198.1	15.6	15	2.9
<b>Z-4</b>	498.5	148.2	21.3	198.3	15.3	12	3.0
<b>Z-4</b>	498.0	148.1	20.8	198.0	16.3	9	2.8
<b>Z-4</b>	497.7	148.5	21.5	197.8	15.7	-	2.2
<b>Z-4</b>	498.1	147.9	22.0	197.7	16.0	-	2.0
<b>Z-4</b>	498.0	148.0	21.6	198.1	16.1	-	1.9
<b>Media</b>	<b>498.1</b>	<b>148.1</b>	<b>21.3</b>	<b>198</b>	<b>15.8</b>	<b>12</b>	<b>2.5</b>

Tabla #41 Resultados de las dosificaciones con zeolita a 28 días

**Resistencias de los bloques a 7 días**

**M-1**

Mean	5.43333333
Standard Error	0.29059326
Median	5.5
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.50332229
Sample Variance	0.25333333
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	-0.58558273
Range	1
Minimum	4.9
Maximum	5.9
Sum	16.3
Count	3
Confidence Level(95.0%)	1.25032189
	6

**M-1R**

Mean	5.3
Standard Error	0.4163332
Median	5.5
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.72111025
Sample Variance	0.52
Kurtosis	#DIV/0!
	-
Skewness	1.15206963
Range	8
Minimum	1.4
Maximum	4.5
Sum	5.9
Count	15.9
Confidence Level(95.0%)	1.79133717
	9

**M-2**

Mean	5.06666666
Standard Error	0.20275875
Median	5.1
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.35118845
Sample Variance	0.12333333
Kurtosis	#DIV/0!
	-
Skewness	0.42327316
Range	0.7
Minimum	4.7
Maximum	5.4
Sum	15.2
Count	3
Confidence Level(95.0%)	0.87240049
	3

**M-2R**

Mean	5.7
Standard Error	0.40414518
Median	5.4
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.7
Sample Variance	0.49
Kurtosis	#DIV/0!
	1.57434402
Skewness	3
Range	1.3
Minimum	5.2
Maximum	6.5
Sum	17.1
Count	3
Confidence Level(95.0%)	1.73889639
	8

<i>M-3 Resistencias</i>	
Mean	5.4
Standard Error	0.15275252
Median	5.5
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.26457513
Sample Variance	0.07
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	-1.45786297
Range	0.5
Minimum	5.1
Maximum	5.6
Sum	16.2
Count	3
Confidence Level (95.0%)	0.65724106
	1

<i>M-3R</i>	
Mean	5.56666666
Standard Error	0.26034165
Median	5.6
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.45092497
Sample Variance	0.20333333
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	0.33083181
Range	0.9
Minimum	5.1
Maximum	6
Sum	16.7
Count	3
Confidence Level (95.0%)	1.12015973
	6

<i>M-4</i>	
Mean	5.53333333
Standard Error	0.31797973
Median	5.8
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.55075705
Sample Variance	0.30333333
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	1.66803368
Range	1
Minimum	4.9
Maximum	5.9
Sum	16.6
Count	3
Confidence Level (95.0%)	1.36815637

<i>M-4R</i>	
Mean	4.6
Standard Error	0.34641016
Median	4.6
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.6
Sample Variance	0.36
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	6.4948E-15
Range	1.2
Minimum	4
Maximum	5.2
Sum	13.8
Count	3
Confidence Level (95.0%)	1.49048262
	7

<i>M-5</i>	
Mean	5.1
Standard Error	0.09128709
Median	5.1
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.18257418
Sample Variance	0.03333333
Kurtosis	3
Skewness	-3.3
Range	1.46179E-14
Minimum	4.9
Maximum	5.3
Sum	20.4
Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.29051627
	2

<i>M-5R</i>	
Mean	4.63333333
Standard Error	0.13333333
Median	4.5
Mode	4.5
Standard Deviation	0.23094010
Sample Variance	0.05333333
Kurtosis	3
Skewness	#DIV/0!
Range	1.73205080
Minimum	8
Maximum	0.4
Sum	4.5
Count	4.9
Confidence Level (95.0%)	0.57368703
	1

<i>M-6</i>	
Mean	5.56666666
Standard Error	0.40960685
Median	5.7
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.70945988
Sample Variance	0.50333333
Kurtosis	3
Skewness	#DIV/0!
Range	-
Minimum	0.81584309
Maximum	1.4
Sum	4.8
Count	6.2
Confidence Level (95.0%)	1.76239606
	4

<i>M-6R</i>	
Mean	5.06666666
Standard Error	0.52387445
Median	5.2
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.90737717
Sample Variance	0.82333333
Kurtosis	3
Skewness	#DIV/0!
Range	-
Minimum	0.64696859
Maximum	5
Sum	1.8
Count	4.1
Confidence Level (95.0%)	2.25404985
	3

<i>M-7</i>	
Mean	4.66666666 7
Standard Error	0.17638342 1
Median	4.6
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.30550504 6
Sample Variance	0.09333333 3
Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	0.93521953
Range	0.6
Minimum	4.4
Maximum	5
Sum	14
Count	3
Confidence Level (95.0%)	0.75891660 7

<i>M-7R</i>	
Mean	4.93333333 3
Standard Error	0.37118429 1
Median	5.2
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.64291005 1
Sample Variance	0.41333333 3
Kurtosis	#DIV/0! -
Skewness	1.54539252 6
Range	1.2
Minimum	4.2
Maximum	5.4
Sum	14.8
Count	3
Confidence Level (95.0%)	1.59707710 2

<i>M-8</i>	
Mean	5.86666666 7
Standard Error	0.08819171 1
Median	5.9
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.15275252 3
Sample Variance	0.02333333 3
Kurtosis	#DIV/0! -
Skewness	0.93521953
Range	0.3
Minimum	5.7
Maximum	6
Sum	17.6
Count	3
Confidence Level (95.0%)	0.37945830 3

<i>M-8R</i>	
Mean	6.1
Standard Error	0.4163332
Median	6.3
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.72111025 5
Sample Variance	0.52
Kurtosis	#DIV/0! -
Skewness	1.15206963 8
Range	1.4
Minimum	5.3
Maximum	6.7
Sum	18.3
Count	3
Confidence Level (95.0%)	1.79133717 9

## Tablas #41 Resultado estadístico de las dosificaciones a 7 días

## Resistencias de los bloques a 28 días

<i>M-1</i>		<i>M-1R</i>	
Mean	5.775	Mean	5.55
Standard Error	0.232289	Standard Error	0.170783
Median	5.7	Median	5.5
Mode	#N/A	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.464579	Standard Deviation	0.341565
Sample Variance	0.215833	Sample Variance	0.116667
Kurtosis	1.128248	Kurtosis	0.342857
Skewness	0.875124	Skewness	0.752837
Range	1.1	Range	0.8
Minimum	5.3	Minimum	5.2
Maximum	6.4	Maximum	6
Sum	23.1	Sum	22.2
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.739248	Confidence Level (95.0%)	0.543506

<i>M-2</i>		<i>M-2R</i>	
Mean	6.475	Mean	5.625
Standard Error	0.363719	Standard Error	0.175
Median	6.35	Median	5.65
Mode	#N/A	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.727438	Standard Deviation	0.35
Sample Variance	0.529167	Sample Variance	0.1225
Kurtosis	-1.67743	Kurtosis	-1.59767
Skewness	0.672189	Skewness	-0.3207
Range	1.6	Range	0.8
Minimum	5.8	Minimum	5.2
Maximum	7.4	Maximum	6
Sum	25.9	Sum	22.5
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	1.157517	Confidence Level (95.0%)	0.556928

<i>M-3</i>	
Mean	6.75
Standard Error	0.306866
Median	6.65
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.613732
Sample Variance	0.376667
Kurtosis	-2.86115
Skewness	0.519093
Range	1.3
Minimum	6.2
Maximum	7.5
Sum	27
Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.976584

<i>M-3R</i>	
Mean	6.4
Standard Error	0.285774
Median	6.25
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.571548
Sample Variance	0.326667
Kurtosis	1.5
Skewness	1.285447
Range	1.3
Minimum	5.9
Maximum	7.2
Sum	25.6
Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.90946

<i>M-4</i>	
Mean	5.975
Standard Error	0.193111
Median	5.9
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.386221
Sample Variance	0.149167
Kurtosis	0.983864
Skewness	1.002408
Range	0.9
Minimum	5.6
Maximum	6.5
Sum	23.9
Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.614564

<i>M-4R</i>	
Mean	5.8
Standard Error	0.334166
Median	5.7
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.668331
Sample Variance	0.446667
Kurtosis	1.5
Skewness	0.844161
Range	1.6
Minimum	5.1
Maximum	6.7
Sum	23.2
Count	4
Confidence Level (95.0%)	1.063464

<i>M-5</i>	
Mean	6.525
Standard Error	0.286865
Median	6.4
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.57373
Sample Variance	0.329167
Kurtosis	0.279571
Skewness	1.012693
Range	1.3
Minimum	6
Maximum	7.3
Sum	26.1
Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.912933

<i>M-5R</i>	
Mean	7.85
Standard Error	0.396863
Median	7.95
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.793725
Sample Variance	0.63
Kurtosis	1.12522
Skewness	-0.70393
Range	1.9
Minimum	6.8
Maximum	8.7
Sum	31.4
Count	4
Confidence Level (95.0%)	1.262994

<i>M-6</i>	
Mean	5.375
Standard Error	0.094648
Median	5.45
Mode	5.5
Standard Deviation	0.189297
Sample Variance	0.035833
Kurtosis	2.615468
Skewness	-1.65852
Range	0.4
Minimum	5.1
Maximum	5.5
Sum	21.5
Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.301214

<i>M-6R</i>	
Mean	7.1
Standard Error	0.339116
Median	7.35
Mode	#N/A
Standard Deviation	0.678233
Sample Variance	0.46
Kurtosis	3.390359
Skewness	-1.79495
Range	1.5
Minimum	6.1
Maximum	7.6
Sum	28.4
Count	4
Confidence Level (95.0%)	1.07922

<i>M-7</i>		<i>M-7R</i>	
Mean	5.175	Mean	6.425
Standard Error	0.154785	Standard Error	0.209662
Median	5.1	Median	6.35
Mode	#N/A	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.30957	Standard Deviation	0.419325
Sample Variance	0.095833	Sample Variance	0.175833
Kurtosis	0.757656	Kurtosis	1.829339
Skewness	1.137624	Skewness	1.007035
Range	0.7	Range	1
Minimum	4.9	Minimum	6
Maximum	5.6	Maximum	7
Sum	20.7	Sum	25.7
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.492594	Confidence Level (95.0%)	0.667239

<i>M-8</i>		<i>M-8R</i>	
Mean	6.6	Mean	9.425
Standard Error	0.294392	Standard Error	1.041933
Median	6.6	Median	9.6
Mode	#N/A	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.588784	Standard Deviation	2.083867
Sample Variance	0.346667	Sample Variance	4.3425
Kurtosis	-4.89053	Kurtosis	-5.04668
Skewness	4.14E-15	Skewness	-0.15104
Range	1.2	Range	4.1
Minimum	6	Minimum	7.2
Maximum	7.2	Maximum	11.3
Sum	26.4	Sum	37.7
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.936887	Confidence Level (95.0%)	3.315897

Tablas #42 Resultado estadístico de las dosificaciones a 28 días

## Resistencias de los bloques con zeolita a 7 días

Z-1 Rc a 7 días		Z-2	
Mean	6.475	Mean	5.175
Standard Error	0.23585	Standard Error	0.54064
Median	6.65	Median	5.25
Mode	6.8	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.471699	Standard Deviation	1.08128
Sample Variance	0.2225	Sample Variance	1.169167
Kurtosis	1.980053	Kurtosis	-2.65358
Skewness	-1.51735	Skewness	-0.26993
Range	1	Range	2.4
Minimum	5.8	Minimum	3.9
Maximum	6.8	Maximum	6.3
Sum	25.9	Sum	20.7
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.750578	Confidence Level (95.0%)	1.720558
Z-3		Z-4	
Mean	3.575	Mean	2.1
Standard Error	0.188746	Standard Error	0.091287
Median	3.45	Median	2.1
Mode	3.3	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.377492	Standard Deviation	0.182574
Sample Variance	0.1425	Sample Variance	0.033333
Kurtosis	0.848261	Kurtosis	-3.3
Skewness	1.278058	Skewness	8.64E-15
Range	0.8	Range	0.4
Minimum	3.3	Minimum	1.9
Maximum	4.1	Maximum	2.3
Sum	14.3	Sum	8.4
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.600674	Confidence Level (95.0%)	0.290516

Tablas #43 Resultado estadístico de las dosificaciones con zeolita a 7 días

## Resistencias de los bloques con zeolita a 28 días

Z-1 Rc a 28 días		Z-2	
Mean	5.075	Mean	5.1
Standard Error	0.306526	Standard Error	0.234521
Median	5.05	Median	5.15
Mode	#N/A	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.613052	Standard Deviation	0.469042
Sample Variance	0.375833	Sample Variance	0.22
Kurtosis	-5.34823	Kurtosis	-0.15289
Skewness	0.068358	Skewness	-0.54269
Range	1.2	Range	1.1
Minimum	4.5	Minimum	4.5
Maximum	5.7	Maximum	5.6
Sum	20.3	Sum	20.4
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.975503	Confidence Level (95.0%)	0.74635
Z-3		Z-4	
Mean	4.375	Mean	2.475
Standard Error	0.205649	Standard Error	0.221265
Median	4.35	Median	2.5
Mode	#N/A	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.411299	Standard Deviation	0.442531
Sample Variance	0.169167	Sample Variance	0.195833
Kurtosis	1.282147	Kurtosis	-4.77284
Skewness	0.355716	Skewness	-0.12981
Range	1	Range	0.9
Minimum	3.9	Minimum	2
Maximum	4.9	Maximum	2.9
Sum	17.5	Sum	9.9
Count	4	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.654468	Confidence Level (95.0%)	0.704165

Tablas #44 Resultado estadístico de las dosificaciones con zeolita a 28 días

## Características de los bloques de la tecnología Poyatos

## Bloques de 15cm Tecnología Poyato

No de Muestra	Producción	Largo	Ancho	Espesor	Altura	Peso	Compresión	Absorción
Septiembre								
135	3354	494.7	145.5	21	195.5	16.9	4.7	7
136	2094	494.8	146.3	21.3	195.8	17.2	4.4	7
137	4074	494.8	144.8	21	196	17.2	4.3	7.3
138	2274	494.8	145.8	21	195	17.1	4.8	7.4
139	2394	495	145.5	21.3	195	17.3	5	7.9
140	3834	495.3	145.5	21.2	195.7	17.2	4.7	7.6
141	1614	495	145	20.7	195.8	17.3	4.6	7.3
142	1854	495	145.5	21	195.2	17	4.7	8.1
143	3294	494.8	145.2	21.3	195.2	17.1	4.9	8
144	2334	495	145.5	20.8	195.7	17.5	4.8	7.3
145	2094	494.5	145.5	21.2	195.2	16.9	4.8	7.6
146	2094	494.8	144.8	21	196	17	5	7.4
147	3114	494.7	144.7	21	195.3	17.6	4.4	7.4
148	2754	494.7	144.5	21	195.8	17.3	4.3	8.6
149	2874	494.7	144	20.8	195.3	17.5	4.8	7.7
Octubre								
150	3294	494	145	20.7	195.2	17.1	4.5	7.4
151	3294	495.2	144.7	21.2	196	17.3	4.5	7.2
152	2814	494.5	145.3	21	196	17.2	4.5	7.5
153	3834	494.7	144.8	20.7	194.7	17.2	5	7.7
154	1374	494.7	145.5	21.3	195.2	16.8	4.6	7.7
155	3594	495.3	145.8	20.8	195.5	17	4.6	7.4
156	3174	494.8	145.5	20.8	195.5	17.3	4.7	6.4
157	1914	494.3	145.5	20.8	194.8	17.5	4.3	6.8
158	1734	495	145	20.7	195.3	17.6	4.4	7.5
159	2994	494.8	145.2	21	195	17.3	4.4	7.9
160	2334	494.5	145.3	20.8	195.7	17.3	4.5	6.7
161	3174	494.7	145.5	20.8	195.7	17	4.5	6.9
162	2094	495	145	20.8	195.5	17.1	4.6	7
163	3234	495.3	145.3	20.7	195.2	17.6	4.6	7.3
164	2334	494.7	145.5	20.7	195.2	17.4	4.6	8.2
165	1680	495	145	20.7	195.2	16.8	3.3	7.4
166	1380	494.8	145.3	20.8	195.3	17.2	4.6	6.9
167	960	494.5	144.5	20.3	195.2	17.2	4.5	6.8
168	2934	494.7	145.3	21	195.3	17.5	4.6	6.8
169	3174	495	145.3	21	195.2	17.4	4.8	7.3
Noviembre								
170	3534	495.1	146.2	20.8	195	17.1	4.5	7

**Anexos**

171	3294	494	146	21	195.8	17.4	4.7	7
172	3114	495	145	21.2	195.5	17.3	4.6	7.5
173	3114	495.1	145.1	20.8	195	17.3	4.5	6.9
174	2994	495.2	144.8	20.8	195.3	17	4.6	7.1
175	3234	494.2	145.3	20.7	195.2	17.2	4.9	7.6
176	2874	495.3	144.8	21	195.7	17.5	4.3	7.4
177	2028	494.8	145	21.2	194.8	17.6	4.8	7.3
178	3234	494.3	145.3	20.8	195	17.5	3.4	7.3
179	2880	494.5	145.2	21	195.5	17.3	3.4	7.1
180	3240	494	144.8	21.5	195	17.2	3.3	7.2
181	3120	494.7	145.5	21	195.5	17.3	3.5	7.3
182	1560	494.5	145.5	21.2	194.8	16.9	3.6	7.5
<b>Diciembre</b>								
183	3480	495.3	145	21	195.2	17.2	4.3	7.3
184	15000	494.8	145.2	20.7	194.7	16.8	4.4	7.2
185	3054	495.2	144.8	21	194.7	16.9	4.3	5.3
186	3114	495.2	145.3	21	194.8	17	4.4	7.5
<b>Enero</b>								
187	1614	494.7	145.2	20.8	194.7	17.2	4.4	6.3
188	2034	495.3	145	20.8	195.2	17.2	4.5	7.3
189	3360	494.8	145.5	21	194.7	21	4.5	7.1
190	4080	494.7	145.3	21	195.3	17.1	4.4	7.1
191	3114	495.2	144.8	20.8	195.2	17	4.6	6.6
1	2154	495.2	144.7	20.7	195.5	17.2	4.5	6.9
2	2754	495.5	144.5	21	195	17.3	4.5	8
3	2214	494.7	145	21	194.8	17.1	4.5	6.6
4	3054	495	144.7	20.8	194.3	17	4.7	7.3
5	3114	495.2	145.3	21	195.2	17.2	4.4	6.5
6	3234	495	145.3	21.1	195.7	17.1	4.4	6.5
7	3114	494.8	145.3	20.8	194.5	17	4.5	7.4
8	2034	494.7	145.8	21	194.8	17.4	4.3	7.8
9	2754	494.8	145	20.7	195	16.9	4.2	6.6
10	2034	494.7	145.7	21	195.7	16.9	4.4	7.2
11	2994	494.7	145.3	21	195.2	17.3	4.4	6.2
12	3234	495.5	144.8	21	194.8	17.1	4.2	6.3
13	2574	495.8	145.5	22.2	196.7	17.1	4.3	7
14	3360	495.7	145	21	196	17.3	4.3	7
15	2760	496.3	145	21.8	196.3	17.3	4.3	6
<b>Febrero</b>								
16	1436	494.7	146.2	21.7	197.5	16.8	4.4	6.9
17	2634	495.3	147	21.3	197.5	17	4.2	6.8
18	3114	496	144.2	21.7	198	17	4.2	7.6
19	3114	496.8	144.8	21.5	197.8	16.7	4.2	6.9
20	3240	495.8	146.2	21.7	195.2	17.1	4.3	7.7
21	3054	496.7	145	22.2	197	17.2	4.5	7.2
22	2331	496.3	144.7	22.5	196.8	17.2	4.3	7.4

**Anexos**

23	1014	497	146.7	23.3	197.8	17.2	4.5	7.9
24	2754	496.8	147.8	22	198	17.8	4.3	6.7
25	3234	497.3	147.2	22.3	197.7	17.2	4.4	7.7
26	2994	497.2	147	22.2	197.5	17.1	4.2	7.8
27	3234	497.7	146.2	22.3	197.5	17.2	4.2	8.1
28	3288	497.2	148	22.5	197.5	17.3	4.2	6.7
29	3773	497.8	147.8	22.8	197.8	17.3	4.4	6.7
30	1183	497.7	147.2	23.3	197.5	17.1	4.5	7.8

Tabla # 45 Resultado de la producción de la UEB en 6 meses

**Resistencias de la producción de la UEB durante 6 meses**

<i>Rc del mes de septiembre</i>		<i>Rc del mes de octubre</i>	
Mean	4.68	Mean	4.505
Standard Error	0.060317	Standard Error	0.071626
Median	4.7	Median	4.55
Mode	4.8	Mode	4.6
Standard Deviation	0.233605	Standard Deviation	0.320321
Sample Variance	0.054571	Sample Variance	0.102605
Kurtosis	-0.88435	Kurtosis	11.41949
Skewness	-0.45928	Skewness	-2.84732
Range	0.7	Range	1.7
Minimum	4.3	Minimum	3.3
Maximum	5	Maximum	5
Sum	70.2	Sum	90.1
Count	15	Count	20
Confidence Level (95.0%)	0.129366	Confidence Level (95.0%)	0.149915

<i>Rc del mes de noviembre</i>		<i>Rc del mes de diciembre</i>	
Mean	4.161538	Mean	4.35
Standard Error	0.170421	Standard Error	0.028868
Median	4.5	Median	4.35
Mode	4.5	Mode	4.3
Standard Deviation	0.614462	Standard Deviation	0.057735
Sample Variance	0.377564	Sample Variance	0.003333
Kurtosis	-1.83552	Kurtosis	-6
Skewness	-0.39117	Skewness	4.6E-14
Range	1.6	Range	0.1
Minimum	3.3	Minimum	4.3
Maximum	4.9	Maximum	4.4
Sum	54.1	Sum	17.4
Count	13	Count	4
Confidence Level	0.371316	Confidence Level	0.091869

(95.0%)		(95.0%)	
<i>Rc del mes de enero</i>		<i>Rc del mes de febrero</i>	
Mean	4.415	Mean	4.32
Standard Error	0.028354	Standard Error	0.031168
Median	4.4	Median	4.3
Mode	4.4	Mode	4.2
Standard Deviation	0.126803	Standard Deviation	0.120712
Sample Variance	0.016079	Sample Variance	0.014571
Kurtosis	0.108755	Kurtosis	-1.43155
Skewness	0.206084	Skewness	0.404837
Range	0.5	Range	0.3
Minimum	4.2	Minimum	4.2
Maximum	4.7	Maximum	4.5
Sum	88.3	Sum	64.8
Count	20	Count	15
Confidence Level		Confidence Level	
(95.0%)	0.059346	(95.0%)	0.066848

Tabla # 46 Resultado estadístico de la resistencia de la producción de la UEB en 6 m

### Absorción de la producción de la UEB durante 6 meses

<i>Absorción del mes de septiembre</i>		<i>Absorción del mes de octubre</i>	
Mean	7.573333	Mean	7.24
Standard Error	0.111469	Standard Error	0.100891
Median	7.4	Median	7.3
Mode	7.3	Mode	7.4
Standard Deviation	0.431719	Standard Deviation	0.451197
Sample Variance	0.186381	Sample Variance	0.203579
Kurtosis	0.875571	Kurtosis	-0.28815
Skewness	0.910614	Skewness	0.20154
Range	1.6	Range	1.8
Minimum	7	Minimum	6.4
Maximum	8.6	Maximum	8.2
Sum	113.6	Sum	144.8
Count	15	Count	20
Confidence Level		Confidence Level	
(95.0%)	0.239078	(95.0%)	0.211167

<i>Absorción del mes de noviembre</i>		<i>Absorción del mes de diciembre</i>	
Mean	7.246154	Mean	6.825
Standard Error	0.060569	Standard Error	0.512144
Median	7.3	Median	7.25
Mode	7.3	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.218386	Standard Deviation	1.024288
Sample Variance	0.047692	Sample Variance	1.049167
Kurtosis	-1.06708	Kurtosis	3.720998
Skewness	0.032899	Skewness	-1.91016
Range	0.7	Range	2.2
Minimum	6.9	Minimum	5.3
Maximum	7.6	Maximum	7.5
Sum	94.2	Sum	27.3
Count	13	Count	4
Confidence Level (95.0%)	0.131969	Confidence Level (95.0%)	1.629871
<i>Absorción del mes de enero</i>		<i>absorción del mes de febrero</i>	
Mean	6.885	Mean	7.326667
Standard Error	0.119048	Standard Error	0.130372
Median	6.95	Median	7.4
Mode	6.6	Mode	6.7
Standard Deviation	0.532398	Standard Deviation	0.504928
Sample Variance	0.283447	Sample Variance	0.254952
Kurtosis	-0.37218	Kurtosis	-1.71227
Skewness	0.343892	Skewness	-0.03446
Range	2	Range	1.4
Minimum	6	Minimum	6.7
Maximum	8	Maximum	8.1
Sum	137.7	Sum	109.9
Count	20	Count	15
Confidence Level (95.0%)	0.24917	Confidence Level (95.0%)	0.27962

Tabla # 47 Resultado estadístico de la absorción de la producción de la UEB en 6 meses

<b>Conceptos de gastos</b>	<b>Costos</b>
<b>Materias primas y Materiales</b>	<b>658.30</b>
Materias primas y Materiales fundamentales	650.75
Combustible y lubricantes	4.76
Energía eléctrica	2.83
Agua	0.00
<b>Sub. total ( gastos de elaboración)</b>	<b>108.47</b>
<b>Otros gastos directos</b>	0.05
Depreciación	0.00
Arrendamiento de equipos	0.00
Ropa y calzado	0.00
Otros	0.05
<b>Gastos de fuerza de trabajo</b>	<b>48.68</b>
Salarios	32.46
Vacaciones	2.95
Control ala seguridad social	4.43
Estimulación de divisa	0.00
Importe por la utilización de la fuerza de trabajo	8.85
<b>Gastos indirectos de producción</b>	<b>41.88</b>
Depreciación	0.00
Mantenimiento y reparación	0.00
<b>Gastos generales y de administración</b>	<b>17.85</b>
Combustible y lubricantes	0.00
Energía eléctrica	0.00
Depreciación	0.00
Ropa y calzado	0.00
Alimentos	0.00
Otros	17.85
<b>Gastos de distribución y venta</b>	<b>0.00</b>
Combustible y lubricantes	0.00
Energía eléctrica	0.00

**Anexos**

Depreciación	0.00
Ropa y calzados	0.00
Alimentos	0.00
<b>Gastos bancarios</b>	<b>0.00</b>
Gastos totales o costos de producción	<b>766.77</b>
Margen de utilidad s/ Base autorizada	10% (CUC)
Utilidad	41.14
Precio de empresa	<b>807.91</b>
Cantidad de bloques	<b>1000</b>
Costo del bloque unitario	<b>0.767</b>
Costo de un bloque en la empresa	<b>0.808</b>

Tabla 48 Ficha de costo de los materiales para miles de unidades

Descripción	U.M	Norma de consumo	Precio(MN )	Comp.(CUC )	Costo total (3x4)	Costo (CUC) (3x5)
Electrodo p/soldar	Kg	0.07375	2.850	2.770	0.2102	0.2043
Cemento P-350	T	2.00	74.750	0.000	149.500	0.000
Arena artificial VC	mm3	0.0053	11,727.680	4,274.180	62.156	22.6532
Accs. Sistema conformador	Pesos	4.5008	1.000	1.000	4.5008	4.5008
Nylon retractilado	Rollos	0.2100	47.540	47.540	9.9834	9.9834
Eq. p/protección e higiene	Pesos	0.74925	1.000	1.000	0.7493	0.7493
Gomas, cámaras y baterías	Pesos	113.000	1.000	1.000	113.000	113.000
Lubricantes	L	1.6153	0.800	0.800	1.2922	1.2922

Piezas tecnológicas	Pesos	87.500	1.000	1.000	87.500 0	87.500 0
Piezas no tecnológicas	Pesos	82.420	1.000	1.000	82.420	82.420
Material p/mantenimiento	Pesos	2.300	1.000	1.000	2.300	2.300
Tableros de madera	U	1.530	34.230	25.370	52.371 9	38.816 1
Laminado de acero	T	0.00007	947.600	920.000	0.0663	0.0644
Granito 5 a 10 Purio VC	mm3	0.00067	11,359.29 0	4,344.950	7.6107	2.9111
Gas oil	T	0.00587	590.000	0.000	3.4633	0.000
Electricidad	MKW/ H	0.0200	141.460	0.000	2.8292	0.000

Tabla 49 Ficha de costo de materiales para miles de unidades.

Sub total Materias primas y Materiales	579.95(columna 6)	366.39 (columna 7)
Gastos de transportación	78.35	45.04
Total Materias primas y Materiales	658.30	411.43

Tabla #50 Costo de los materiales incluyendo la transportación

Sub total Materias primas y Materiales= a la suma de todos los componente de la Tabla (49)

Total Materias primas y Materiales=Sub total Materias primas y Materiales +Gastos de transportación



