

# **ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

## **TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERIA CIVIL**

**TEMA:**

**“ELABORACION DE MAMPUESTOS CON  
RESIDUOS RECICLADOS DE LA  
CONSTRUCCION CIVIL Y COMPARACION  
CON LAS NORMAS INEN Y ASTM”.**

**AUTORES:**

**Cristian Enrique Cruz Valdivieso.  
Angel Rogelio Hidalgo Ordóñez.  
Orlando Aquiles Masson Schalk.**

**DIRECTOR:**

**Ing. Jorge Zuñiga.**

**CODIRECTOR:**

**Ing. Anita Haro.**

**Sangolquí, 2006**

## INDICE DE CONTENIDO

### CAPITULO I

<b>1. Información General del Proyecto.....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción .....	1
1.2 Importancia .....	4
1.3 Antecedentes.....	6
1.4 Objetivos del Proyecto .....	7
1.5 Objetivos Específicos.....	7

### CAPITULO II

<b>2. ENSAYOS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS .....</b>	<b>9</b>
2.1 Propiedades de los Agregados.....	9
2.1.1 Ensayo de Granulometría ( Norma INEN 696 ) .....	9
2.1.1.1 Objetivo .....	9
2.1.1.2 Alcance.....	9
2.1.1.3 Terminología.....	9
2.1.1.4 Resumen .....	9
2.1.1.5 Instrumental.....	9
2.1.1.6 Preparación de la muestra.....	10
2.1.1.7 Procedimiento de Ensayo.....	12
2.1.1.8 Cálculos.....	13
2.1.1.9 Informe de Resultados .....	14
2.1.2 Densidad y Absorción de agua de áridos finos para hormigón ( Norma INEN 856 ).....	16
2.1.2.1 Objeto .....	16
2.1.2.2 Alcance.....	16
2.1.2.3 Terminología.....	16
2.1.2.4 Resumen .....	16
2.1.2.5 Instrumental.....	16
2.1.2.6 Preparación de la muestra.....	17
2.1.2.7 Procedimiento del Ensayo.....	18
2.1.2.8 Cálculos.....	18

2.1.2.9 Informe de Resultados .....	21
2.1.3 Densidad y Absorción de agua de áridos gruesos para hormigón.....	22
2.1.3.1 Objeto.....	22
2.1.3.2 Alcance.....	22
2.1.3.3 Terminología.....	22
2.1.3.4 Resumen .....	22
2.1.3.5 Instrumental.....	22
2.1.3.6 Preparación de la muestra.....	23
2.1.3.7 Procedimiento del Ensayo.....	24
2.1.3.8 Cálculos.....	25
2.1.3.9 Informe de Resultados .....	27
2.2 Propiedades físicas de los Mampuestos.....	28
2.2.1 Absorción de agua y densidad en bloques huecos de hormigón ( Norma INEN 642 ) .....	28
2.2.1.1 Simbología.....	28
2.2.1.2 Objetivos.....	28
2.2.1.3 Equipos .....	28
2.2.1.4 Procedimiento.....	29
2.2.1.5 Cálculos.....	33
2.2.1.6 Resultados.....	34
2.2.2 Rugosidad y terminado de los mampuestos elaborados con escombro y material pétreo común .....	37
2.2.2.1 Objetivo .....	37
2.2.2.2 Herramientas y equipo utilizado .....	37
2.2.2.3 Modelos de prueba.....	38
2.2.2.4 Procedimiento.....	38
2.2.2.5 Resultados.....	38
2.3 Propiedades Mecánicas de los mampuestos.....	40
2.3.1 Determinación de la resistencia a la compresión ( Norma INEN 640 ) .....	40
2.3.1.1 Factores de conversión .....	40
2.3.1.2 Simbología.....	40
2.3.1.3 Objetivos.....	41
2.3.1.4 Equipo utilizado .....	41
2.3.1.5 Preparación de las muestras .....	41

2.3.1.6 Procedimiento.....	42
2.3.1.7 Cálculo .....	43
2.3.1.8 Resultados.....	43
2.4 Estudios de propiedades estructurales .....	50
2.4.1 Compresión axial en pilas ( Norma ASTM C1314-00a ) .....	50
2.4.1.1 Factores de conversión .....	50
2.4.1.2 Simbología.....	50
2.4.1.3 Objetivos.....	50
2.4.1.4 Equipos .....	51
2.4.1.5 Procedimiento.....	51
2.4.1.6 Cálculos.....	54
2.4.1.7 Resultados.....	55
2.4.2 Métodos estándares de prueba para la fuerza de la adherencia debido a la flexión de mampostería ( Norma ASTM E512-00 ) .....	57
2.4.2.1 Factores de conversión .....	57
2.4.2.2 Simbología.....	57
2.4.2.3 Objetivo .....	57
2.4.2.4 Documentos a los que se hace referencia .....	57
2.4.2.5 Herramientas y equipo utilizado .....	58
2.4.2.6 Modelos de prueba.....	59
2.4.2.7 Procedimiento.....	59
2.4.2.8 Resultados.....	60
2.4.3 Método de prueba estándar para la tensión diagonal (deformación) en estructuras de mampostería ( Norma ASTM E519-00 ).....	65
2.4.3.1 Factores de conversión .....	65
2.4.3.2 Simbología.....	65
2.4.3.3 Objetivo .....	65
2.4.3.4 Documentos a los que se hace referencia .....	65
2.4.3.5 Herramientas y equipo utilizado .....	66
2.4.3.6 Modelos de prueba.....	67
2.4.3.7 Procedimiento.....	67
2.4.3.8 Resultados.....	67

**CAPITULO III**

<b>3. Cantidades de Materiales y Costos .....</b>	<b>73</b>
3.1 Alcance y objetivos .....	73
3.1.1 Alcance.....	73
3.1.2 Objetivo .....	73
3.2 Cantidades.....	73
3.2.1 Recolección de escombros.....	73
3.2.2 Trituración de escombros .....	74
3.2.3 Dosificación que se utilizó para la elaboración de bloques.....	74
3.2.3.1 Elaboración de bloques al 25% de escombros.....	74
3.2.3.2 Elaboración de bloques al 50% de escombros.....	75
3.2.3.3 Elaboración de bloques al 75% de escombros.....	76
3.2.3.4 Elaboración de bloques al 100% de escombros.....	77
3.3 Costos Directos e Indirectos .....	78
3.3.1 Costos Directos .....	78
3.3.2 Costos Indirectos.....	80
3.3.3 Cálculo del precio de venta al público .....	80
3.3.3.1 Bloques elaborados con el 25% de escombros.....	81
3.3.3.2 Bloques elaborados con el 50% de escombros.....	84
3.3.3.3 Bloques elaborados con el 75% de escombros.....	87
3.3.3.4 Bloques elaborados con el 100% de escombros.....	90
3.3.4 Resumen del presupuesto.....	93

**CAPITULO IV**

<b>4. Viabilidad Económica y financiera del proyecto .....</b>	<b>95</b>
4.1. Justificación.....	95
4.2 Ubicación social.....	95
4.3 Mercado .....	95
4.3.1 Productos .....	95
4.3.2 Demanda .....	95
4.4 Financiamiento .....	96
4.5 Evaluación financiera.....	96

4.5.1 Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) .....	96
4.5.2 Tasa interna de retorno (TIR) .....	97
4.5.3 Valor actual neto (VAN) .....	98
4.5.4 Razón beneficio/costo .....	98
4.5.5 Periodo real de recuperación o payback .....	99
4.5.6 Punto de equilibrio .....	99
4.6 Resultados de la evaluación .....	99

## CAPITULO V

<b>5. Estudio de Impacto Ambiental.....</b>	<b>102</b>
5.1 Introducción .....	102
5.2 Antecedentes y Justificativos.....	103
5.3 Objetivos.....	105
5.3.1 Objetivo General.....	106
5.3.2 Objetivos Específicos .....	106
5.4 Definición del área de influencia .....	106
5.5 Descripción del medio ambiente.....	106
5.5.1 Ambiente físico .....	106
5.5.2 Ambiente biótico .....	107
5.5.3 Ambiente socio-económico.....	107
5.6 Consideraciones Legislativas y normativas .....	108
5.7 Determinación de los potenciales impactos del proyecto .....	108
5.7.1 Recolección .....	108
5.7.2 Transporte .....	108
5.7.3 Almacenamiento .....	109
5.7.4 Trituración.....	109
5.7.5 Producción.....	109
5.8 Diseño de medidas ambientales.....	109
5.9 Matriz de Leopold .....	110

## CAPITULO VI

<b>6. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>112</b>
6.1 Conclusiones .....	112
6.2 Recomendaciones .....	114

## CAPITULO I

### 1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

#### 1.1 INTRODUCCIÓN:

Tanto el Ecuador, como los países de América Latina sufren de un problema que crece con el paso de los años, y que afecta el desarrollo socio-económico de los mismos; este problema es conocido como: "Déficit habitacional", el cual se asegura que es generado entre otras por las siguientes razones:

- Falta de atención puesta a esta problemática, y a la falta de una política general en cuanto a vivienda, por los gobiernos de cada uno de estos países.
- Diferentes instituciones financieras, ponen en el mercado dinero a intereses mayores de los ingresos de las familias, lo que hace casi imposible obtener los préstamos necesarios para la construcción de un vivienda propia.
- Elevado costo de los materiales de construcción, lo que hace imposible a muchas de las familias, pensar en construirse una vivienda.

Refiriéndonos al Ecuador, según varias cifras publicadas por diferentes entidades como: el INEC y la Cámara de la Construcción; el déficit habitacional es de un millón 300 mil 60 unidades aproximadamente, con un aumento anual de 20 mil viviendas ( por la tasa de crecimiento poblacional que está entre dos y tres por ciento), esto quiere decir, si a la población total del país la dividimos para 4 ( valor aproximado de el número de habitantes por vivienda), tendríamos un total de 3 millones 200 mil viviendas aproximadamente, lo que nos lleva a que, más de la tercera parte del Ecuador carece de viviendas, y esta cifra sigue en aumento.

Frente a esta grave situación existente, se han realizado muchas investigaciones por entidades privadas y estatales, en los diferentes países donde este problema existe, con el afán de colaborar en la reducción del déficit habitacional; aportando con

tecnología “apropiada y apropiable”, posibilitadora de la autogestión y auto-construcción, y generación de nuevas fuentes de trabajo, ya que una de las oportunidades más prometedoras en la industria de la construcción radica en la innovación de materiales y procesos de construcción

Por lo tanto, aquí entra el concepto de “desarrollo sostenible”, el cual se ha convertido en los últimos años en algo más que un bonito y deseable objetivo.

Cada vez, más gobiernos, empresas y ciudadanos son conscientes de la importancia de crecer sobre la base de la protección y el cuidado del medio ambiente, en la convicción de que los recursos del planeta no son ilimitados.

En la sociedad actual los factores medioambientales y la colaboración entre todos los agentes sociales (empresas, administraciones públicas y ciudadanos) constituyen los pilares para que ese deseo del correcto desarrollo sostenible sea una realidad. Uno de los pilares de esa sostenibilidad es el reciclaje. La reutilización de los materiales es clave para frenar la contaminación y para reaprovechar los mismos

Como por ejemplo tenemos:

En la República de Argentina, el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE), se orienta a contribuir a la solución masiva del déficit habitacional del país, desarrollando elementos constructivos (mampuestos y placas para cerramiento lateral) para la vivienda de interés social, fabricados con materiales reciclados. Los materiales reciclados utilizados en este proyecto, son de origen agro-industrial tales como:

- virutas de madera, provenientes de los aserrados de carpinterías.
- cáscaras de maní, provenientes de desechos de la industria alimenticia.
- polietileno de baja densidad, proveniente del triturado de los empaquetados (packs) de alimentos y bebidas usados.
- poliestireno expandido, proveniente del reciclado de descartes de procesado de placas para aislamiento térmico en construcciones.



- polietileno-tereftalato (PET), proveniente del triturado de botellas gaseosas desechables.
- plásticos varios, provenientes de triturado de films impresos utilizados como envoltorios de golosinas.

Esta es una tecnología especialmente apta para la auto-construcción, puesto que los propios usuarios pueden participar, tanto en la recolección y separación de los residuos a reciclar, como en la elaboración de los elementos y en el montaje de la vivienda.

En Brasil, era necesario un proyecto innovador, con la búsqueda de alternativas que permitieran superar los límites que planteaba la construcción convencional. Por este motivo, en octubre de 1997, se presentó un proyecto a la comunidad, con el nombre de "Bom-Plac", el cual consistió en un sistema ecológico de viviendas construidas en el marco de una cooperativa, a través del cual la gente tiene la posibilidad de acceder a una vivienda alternativa y apropiada.

El producto fue la elaboración de viviendas, constituidas por la mezcla de los materiales disponibles y goma reciclada, procedente de los neumáticos usados, en la fabricación de paneles de construcción. Todo ello contribuye a la reducción de la contaminación ambiental, la mejora de la salud pública y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Para el ahorro en la mano de obra se utilizó el trabajo de los reclusos, condenados por delitos menores, en la elaboración de los prefabricados, con el objetivo de lograr su rehabilitación y su posterior reintegración a la comunidad; y el montaje de estos, fue realizado por los propietarios de las viviendas.

En el viejo continente también se han realizado diferentes investigaciones para el ahorro en la construcción, y para la protección del medio ambiente, como por ejemplo:

Inglaterra, que se convierte en el primer país de la Unión Europea en aceptar, oficialmente, la edificación de casas ecológicas elaboradas a base de materiales de

desecho (basura ) conocidas como Earthships (en ingles: "barco terrestre", "nave de tierra" o simplemente: ecocasas), hechas completamente con material reciclado: botellas, latas de aluminio y cubiertas de automóviles, entre otros. El concepto de este tipo de vivienda parte de un espíritu de reciclaje combinado con la utilización de energías renovables, con lo que se pretende además de hacerlas muy económicas, darle una ayuda a descontaminar y disminuir el impacto al medio ambiente y permitir su integración poco contaminante al mismo.

Otro material muy utilizado en Inglaterra es el "Cob", término del inglés antiguo que significa algo así como "masa de tierra redondeada". Esta es una técnica que se practicó por miles de años en climas lluviosos y ventosos como en el Reino Unido hasta la aparición del ladrillo cocido en el siglo XIX.

Básicamente es la mezcla de tierra, arena, paja, y agua, que al unirlos y pisotearlos se obtiene una masa cohesiva que se va colocando directamente con las manos formando la pared. A medida que se seca se pone duro como la roca. El Cob dura por siglos y tiene la ventaja de ser un material muy sano que respira, no tóxico, reciclable, que invita a la autoconstrucción y promueve la creatividad porque además de ser barato está al alcance de todos.

En nuestro país, si se han desarrollado estudios e investigaciones para disminuir el problema del déficit habitacional, pero estos, no han sido publicados, ni menos, puestos en práctica. Motivo por el cuál, presentamos un estudio acerca de la elaboración de mampuestos con desechos de las construcciones civiles, para así, prescindir la utilización de agregados comunes en la elaboración de los bloques.

## **1.2 IMPORTANCIA:**

El bloque es un mampuesto relativamente durable y barato, por lo que el tratarse de grandes cantidades, se convierte en un rubro importante. De aquí nace la idea de abaratar en algo la construcción civil, con la elaboración de estos bloques diferentes.

Una de las razones por la que nos enfocamos en este elemento, es debido a la cantidad que se utiliza en la obra, y por su importancia en la construcción, ya que,

desde la antigüedad hasta estos últimos días, el bloque ha sido un elemento de mucha importancia en la construcción de viviendas de mampostería. Este material, presenta la ventaja de que, simultáneamente, puede proveer soporte estructural a la edificación, subdivisión de los espacios interiores, aislamiento térmico, aislamiento acústico, protección contra el clima y fuego, e incluso una apariencia externa atractiva desde el punto de vista arquitectónico.

Otra razón muy importante es la utilización de los escombros urbanos en las construcciones civiles, ya que esto, puede representar ventajas socioeconómicas y ecológicas, si va acompañado por una serie de medidas, como por ejemplo:

Colaborar en la reducción o eliminación de descargas ilegales, pues la limpieza de estas áreas tiene costos importantes, (para Brasil US\$ 10,00/m<sup>3</sup>).

Sustituir a los agregados tradicionales provenientes de reservas naturales que, muchas veces, son devastadas en la actividad de extracción.

Los escombros son el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, hormigón, argamasa, acero, hierro, madera, etc., provenientes de los desechos de construcción, remodelación y/o demolición de estructuras, como edificios, residencias, puentes, etc.

Podemos clasificar a los escombros en dos clases, de acuerdo a su origen: los escombros de construcción, los cuales se componen de restos y fragmentos de materiales, y los escombros de demolición que están formados prácticamente sólo por fragmentos, teniendo por eso mayor potencial cualitativo comparativamente con los escombros de construcción.

Como referencia, tenemos información publicada por el gobierno brasileño para evaluar el desperdicio en las construcciones civiles, tomando como base investigaciones realizadas en 1989 y 1993 Brasilia (Brasil), indican que:

El desperdicio en la construcción corresponde a 20%, en masa, como mínimo, de todos los materiales utilizados en una obra; valores del 10 a 15% son obtenidos en

países europeos. La pérdida económica es de 10% del costo total de la obra (por cada 10 pisos de una edificación, uno es desperdiciado).

Otros datos:

En la ciudad de San Pablo, se estima que se generan 2 mil t/día de escombros; para la ciudad de Belo Horizonte la estimativa es de 900 t/día.

En la ciudad de Campinas, 800 t/día fueron estimadas, a partir de la cantidad de obras habilitadas.

Muestras extraídas en vertederos de los Estados Unidos, indicaron que la cantidad de escombros ha sido de 25 a 30% del total de residuos enterrados.

Un estudio de 1990, llevado a cabo en siete países europeos, indicó una media de 450 kg/año por habitante, de escombros generados, con grandes variaciones, que van de 110 kg en Irlanda a 750 kg en Bélgica y Dinamarca.

En general, estos escombros son bien recibidos en los vertederos municipales para las vías internas de los mismos. Las empresas que ofrecen el servicio de contenedores intercambiables de gran capacidad, popularmente llamados volquetas, cobran el servicio y venden el escombros para rellenos de terrenos. Hay problemas del mal uso del vecindario con las volquetas, en tanto que se vierte allí todo tipo de desechos, impidiendo que puedan usarse para rellenos.

### **1.3 ANTECEDENTES:**

Son pocos los estudios, hasta ahora, que plantean la producción de bloques con agregados reciclados, razón por la cual, de los pocos estudios que encontramos, fueron la guía para la elaboración de estos, ayudándonos por las diferentes Normas INEN y ASTM.

A continuación, citamos los estudios más importantes:

- *“Seminario de sistematización de procedimientos constructivos y el uso de materiales alternativos en vivienda de interés social”*, Cámara de Construcción de Quito, noviembre 1992.
  
- *Empleo de residuos de la construcción civil como áridos reciclados. Producción de bloques de hormigón*, El Departamento de Ing. Civil y Ambiental de la Universidad de Brasilia en Brasil.
  
- *El potencial de utilización de áridos reciclados en la producción de mampuestos de hormigón*, De Pauw y Mollet en España.
  
- La prefectura municipal de Santo André desarrolló un proyecto para reciclaje de 30 m<sup>3</sup> de residuos, con producción simultánea de componentes de construcción (4 mil bloques/día) en Brasil.

#### **1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO:**

Analizar la factibilidad de la producción de mampuestos para muros de albañilería, mediante el aprovechamiento de agregados provenientes del reciclaje de residuos de la construcción civil.

#### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Establecer si un mampuesto con agregados reciclados cumple con las mismas cualidades que los mampuestos realizados con materiales tradicionales.
  - Realizar los ensayos de las propiedades de los agregados, para así determinar las características granulométricas, la densidad y absorción de los mismos.
  
  - Determinar las propiedades físicas de los mampuestos, como son: la densidad y absorción de agua de los bloques, y la rugosidad y terminado de los mismos, en función al porcentaje de escombros.

- Determinar las propiedades mecánicas de los mampuestos, como la resistencia a la compresión en función del porcentaje de escombros.
- Realizar el estudio de las propiedades estructurales de los mampuestos, como son: *Compresión axial en pilas, Tracción por flexión en vigas y Compresión diagonal en muretes*, en función al porcentaje de escombros.
- Realizar un análisis de la viabilidad económica de mampuestos con residuos de la construcción.

## **CAPITULO II**

### **2. ENSAYOS EN LAS MUESTRAS OBTENIDAS**

#### **2.1 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS:**

##### **2.1.1 ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (NORMA INEN 696)**

###### **2.1.1.1 OBJETIVO**

Establecer el método de ensayo para determinar la granulometría de los áridos fino y grueso, por medio de tamices.

###### **2.1.1.2 ALCANCE**

La norma INEN 694 comprende a los áridos naturales y a los obtenidos por trituración de la grava o piedra naturales que se utilizan para preparar hormigones.

###### **2.1.1.3 TERMINOLOGÍA**

Las definiciones de los términos que se emplean en esta norma se indican en la Norma INEN 694.

#### 2.1.1.4 RESUMEN

El procedimiento que se describe en esta norma se basa en pasar una muestra de árido seco, de masa conocida, a través de una serie de tamices normalizados INEN de aberturas progresivamente más pequeñas, para determinar la distribución porcentual en masa de los tamaños de las partículas que constituyen el árido.

#### 2.1.1.5 INSTRUMENTAL

- **Balanza.** Que sea exacta dentro del 0,1 % de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del intervalo de uso.
- **Tamices.** Se debe emplear únicamente los tamices especificados en la Norma INEN 154, correspondientes a los tamaños indicados en el Apéndice Y. Deben estar montados sobre bastidores sólidos, contruidos de modo que se evite la pérdida de material durante el tamizado. Los tamaños de las aberturas de los tamices deben seleccionarse para suministrar la información exigida por las especificaciones que correspondan al material a ensayar. Cada juego de tamices debe contar con un depósito receptor y una tapa.
- **Horno.** Del tamaño suficiente, y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.1.1.6 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

a) Las muestras en bruto, obtenidas y reducidas según se indica en la Norma INEN 695 deben proporcionar las masas mínimas, después de secado, que se indican en las Tablas 2.1 y 2.2 como muestras de ensayo para el análisis granulométrico de los áridos fino y grueso, respectivamente (ver nota 1).

**TABLA 2.1:** Masa mínima de la muestra de ensayo del árido fino en función del porcentaje que atraviesa por los tamices INEN 2,36 mm e INEN 4,75 mm

<b>%</b>	<b>MASA MINIMA DE LA MUESTRA</b>
Por lo menos el 95 % pasa por el tamiz INEN 2,36 mm	100 g
Por lo menos el 85% pasa por el tamiz INEN 4,75 mm y más del 5% es retenido en el tamiz INEN 2,36 mm	500g

**TABLA 2.2:** Masa mínimas de las muestras de ensayo del árido grueso en función del tamaño máximo nominal de las partículas.

<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE LAS PARTICULAS (mm)</b>	<b>MASA MINIMA DE LA MUESTRA (kg)</b>
90	70
75	45
63	25
53	20
37,5	16
26,5	12
19	8
13,2	4
9,5	2

**b)** Al terminar el análisis granulométrico del árido fino, la fracción retenida en cualquier tamiz no debe pesar más de  $(0,62 A)$  gramos, siendo  $A$  el área de la base del tamiz, en  $\text{cm}^2$  (ver nota 2).

**c)** En el caso de mezclas de áridos fino y grueso el material debe separarse primeramente en dos fracciones, utilizando el tamiz INEN 4,75 mm. El porcentaje en



masa de ambas fracciones debe determinarse y registrarse, y de cada una de ellas deben obtenerse las muestras de ensayo de conformidad con las Tablas 2.1 y 2.2, como árido fino y árido grueso, respectivamente.

**NOTA 1.-** Antes de la reducción, las muestras en bruto deben mezclarse completamente, y en el caso del árido fino humedecerse, a fin de evitar la segregación y la pérdida de polvo. No se permite la reducción a una masa predeterminada exacta.

**NOTA 2.-** Para el tamiz común de 20,3 cm de diámetro, esta cantidad es aproximadamente 200 g. Cuando en un determinado tamiz no se cumpla la disposición indicada en b) la cantidad de árido fino retenida en dicho tamiz puede regularse, ya sea:

- Por la inclusión de un tamiz de mayor abertura inmediatamente sobre dicho tamiz, o
- Por la selección de una muestra de tamaño adecuado.

#### **2.1.1.7 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

**a.1)** Secar la muestra en el horno hasta masa constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , enfriarla a temperatura ambiente, luego determinar y registrar su masa con la precisión del 0,1%.

**b.1)** Armar los tamices en orden decreciente de tamaños de aberturas, desde el mayor hasta el menor, usando aquellos tamices que sean necesarios para determinar las características granulométricas del material a ensayar. El juego de Tamices debe montarse sobre el depósito receptor.

**c.1)** Colocar la muestra de ensayo en el tamiz mayor superior, cubrir con la tapa, y agitar el conjunto manualmente o por medio de un aparato mecánico, por un período suficiente para aproximarse a la condición que se describe en e.1).

**d.1)** Comenzando por el de mayor abertura, tomar individualmente cada tamiz,

provisto de tapa y depósito receptor que ajusten herméticamente, mantenerlo ligeramente inclinado con una mano, mientras se le golpea con la otra, a razón de aproximadamente 150 veces por minuto. A intervalos de 25 golpes, girar el tamiz aproximadamente un sexto de revolución.

**e.1)** Continuar la operación descrita en d.1) hasta cuando no pase más del 1% en masa de la fracción retenida en cada tamiz, en un minuto de tamizado manual continuo. El material que pasa se coloca en el siguiente tamiz de menor abertura y se repite la operación, hasta llegar al tamiz inferior de menor abertura.

**f.1)** Determinar la masa de las cantidades de material retenidas en cada tamiz, y en el depósito receptor con la precisión del 0,1% de la masa de la muestra.

#### 2.1.1.8 CÁLCULOS

El porcentaje de árido retenido en cada tamiz o recogido en el depósito receptor, en base a la masa total de la muestra de ensayo, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{B}{A} \times 100 \quad \text{Ec: 2.1}$$

Donde:

P = Porcentaje del árido retenido en un determinado tamiz o recogido en el depósito receptor.

A = Masa de la muestra de ensayo, determinada según a.1), en kg.

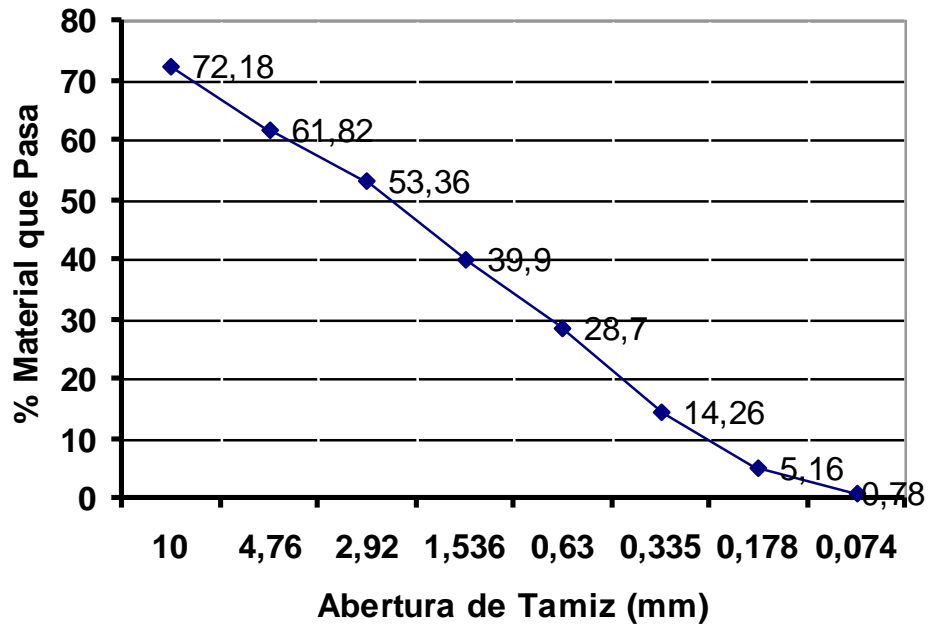
B = Masa de la cantidad de material retenida en un determinado tamiz o recogida en el depósito receptor, determinada según f.1), en kg.

## 2.1.1.9 INFORME DE RESULTADOS

TABLA 2.3: Datos y resultados del análisis granulométricos de los áridos.

<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>					
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS ÁRIDOS</b>					
<b>Fecha</b>					<b>Proceso No.</b>
26/08/2004					1
<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>			<b>P<sub>t</sub> = 500,00 g</b>		
<b>TAMIZACIÓN DE LOS GRUESOS</b>					
TAMICES	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	%	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA (tot.)
No. 4	139,10	27,82		27,82	72,18
No. 8	51,80	10,36		38,18	61,82
No. 14	42,30	8,46		46,64	53,36
No. 30	67,30	13,46		60,10	39,90
No. 50	56,00	11,20		71,30	28,70
No. 100	72,20	14,44		85,74	14,26
No. 200	45,50	9,10		94,84	5,16
< No. 200	21,90	4,38		99,22	0,78
TOTAL	496,10				

Gráfico 2.1: Abertura del Tamiz vs. % Material que Pasa



## 2.1.2 DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA DE ÁRIDOS FINOS PARA HORMIGÓN (NORMA INEN 856)

### 2.1.2.1 OBJETO

Esta norma establece el método de ensayo para determinar en el árido fino, la densidad de volumen en estado seco, la densidad de volumen en estado saturado superficialmente seco, la densidad aparente y la absorción de agua.

### 2.1.2.2 ALCANCE

Esta norma comprende a los áridos finos, sean como arena natural o arena de trituración, que se utilizan para preparar hormigones.

### 2.1.2.3 TERMINOLOGÍA

Las definiciones de los términos que se emplean en esta norma se indican en la Norma INEN 694.

### 2.1.2.4 RESUMEN

El procedimiento que se describe en esta norma se basa en la determinación de la masa en aire de un cierto volumen de una muestra de árido fino y en la determinación de la masa en aire de un volumen igual de agua a una temperatura establecida en 23°C, a fin de establecer las relaciones dadas por las definiciones.

### 2.1.2.5 INSTRUMENTAL

a) **Balanza.-** Que tenga una capacidad de 5 kg o más; una sensibilidad de 0,5 gr o 0,0001 veces la masa de la muestra de ensayo, cualquiera que sea mayor, y sea exacta dentro del 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

b) **Matraz.-** Aforado, de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad.

- c) **Molde.-** ( Troncocónico); metálico, de  $40 \pm 3$  mm de diámetro interior superior,  $90 \pm 3$  mm de diámetro interior inferior,  $75 \pm 3$  mm de altura. El espesor del metal debe ser por lo menos de 0,8 mm.
- d) **Varilla de compactación.-** Metálica, de  $340 \pm 15$  gr de masa, con una superficie de compactación circular plana de  $25 \pm 3$  mm de diámetro.
- e) **Horno.-** Del tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.1.2.6 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- a) Obtener aproximadamente 1 000 g del árido fino a ensayarse, siguiendo uno de los procedimientos que se describen en la sección 7 de la Norma INEN 695.
- b) Colocar el material así obtenido en un recipiente adecuado y secarlo en el horno a una temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta masa constante, dejarlo que se enfríe 4 horas.
- c) Después de este período, decantar el exceso de agua teniendo cuidado de evitar la pérdida de finos, esparcir la muestra sobre una superficie plana y someterla a la acción de una corriente suave de aire caliente, revolviéndola con frecuencia para asegurar un secado uniforme. Continuar esta operación hasta que las partículas del árido fino no se adhieran marcadamente entre si.
- d) Luego, asentar el molde, por la boca de mayor diámetro, sobre una superficie lisa no absorbente e introducir en el mismo una parte del árido fino parcialmente secado sin apretarlo, apisonar suavemente su superficie 25 veces con la varilla y luego levantar verticalmente el molde. Si todavía hay humedad superficial, el árido fino retendrá la forma del molde.

- e) Continuar el secado revolviendo la muestra constantemente y hacer ensayos a intervalos frecuentes hasta que el cono de árido fino se desmorone un poco al sacar el molde. En este momento, el árido fino ha llegado a la condición de saturado superficialmente seco.

#### 2.1.2.7 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

- a) Introducir inmediatamente en el matraz aforado 500 gr de la muestra preparada según se indica en la sección 2.1.2.6 y llenarlo con agua hasta aproximadamente el 90% de su capacidad. Agitar el matraz para eliminar las burbujas de aire y luego colocarlo en un baño a temperatura constante mantenida a  $23^{\circ} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$  y completar el nivel de agua en el matraz hasta la marca de  $500 \text{ cm}^3$ .
- b) Determinar y registrar la masa total del conjunto matraz, muestra y agua introducida hasta la marca, con aproximación al 0,1 gr.
- c) Retirar el árido fino del matraz y secarlo en el horno a  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta masa constante. Enfriarlo al aire, a temperatura ambiente durante media a una y media horas, y luego determinar y registrar su masa con aproximación al 0,1 gr.
- d) Determinar y registrar la masa del matraz lleno hasta la marca de  $500 \text{ cm}^3$  de agua a  $23^{\circ} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ , con aproximación al 0,1 gr.

#### 2.1.2.8 CÁLCULOS

- a) La densidad de volumen del árido fino en estado seco, a  $23^{\circ}\text{C}$  y según definición, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_s = \frac{A}{B + 500 - C}$$

Ec: 2.2

$\rho_s$  = densidad de volumen a 23 °c del árido fino seco.

A = masa en aire de la muestra secada en el horno, en gr.

B = masa en aire del matraz lleno de agua hasta la marca, en gr.

C = masa del matraz con la muestra y lleno de agua hasta la marca, determinada según el punto b) del procedimiento de ensayo, en gr.

- b) La densidad de volumen en base a la masa del árido fino en estado saturado superficialmente seco, a 23 °c, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_{sss} = \frac{500}{B + 500 - C} \quad \text{Ec: 2.3}$$

$\rho_{sss}$  = densidad de volumen a 23 °c en base de la masa del árido fino en estado saturado superficialmente seco

B y C = tienen igual significado que en el punto a) del cálculo.

- c) La densidad aparente del árido fino a 23 °c y según definición, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{A}{B + A - C} \quad \text{Ec: 2.4}$$

$\rho$  = densidad aparente a 23 °c del árido fino.

A, B y C = tienen igual significado que en el punto a) del cálculo.



- d) El porcentaje de absorción de agua del árido fino a 23 °c y según definición, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_o = \frac{(500 - A) \times 100}{A}$$

Ec: 2.5

$\rho_o$  = porcentaje de absorción de agua del árido fino.

A = tienen igual significado que en el punto a) del cálculo.

## 2.1.2.9 INFORME DE RESULTADOS

TABLA 2.4: Datos y resultados del Peso Específico y Absorción Agua de las Arenas.

<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PESO ESPECÍFICO DE LAS ARENAS Y ABSORCIÓN DE AGUA</b>			
<b>Fecha</b>		<b>Proceso No.</b>	
26/08/2004		1	
<b>MUESTRA No.</b>			
<b>A</b>	PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON LA SUPERFICIE SECA	<b>(g)</b>	500,00
<b>C</b>	PESO DE LA MUESTRA SECA	<b>(g)</b>	449,60
<b>D</b>	PESO DEL FRASCO LLENO DE AGUA	<b>(g)</b>	669,53
<b>E</b>	PESO DEL FRASCO LLENO CON LA MUESTRA SATURADA DE AGUA	<b>(g.cm<sup>3</sup>)</b>	969,20
<b>Y</b>	PESO ESPECIFICO DEL AGUA A LA EMPERATURA QUE SE REALIZA EL ENSAYO	<b>(g.cm<sup>3</sup>)</b>	1.000,00
<b>C/(C+D-E)*Y</b>	PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL IMPERMEABLE DE LAS PARTICULAS	<b>(g.cm<sup>3</sup>)</b>	2.998,73
<b>A/(A+D-E)*Y</b>	PESO ESPECIFICO DE LAS PARTICULAS SATURADAS CON LA SUPERFICIE SECA	<b>(g.cm<sup>3</sup>)</b>	2.495,88
<b>C/(A+D-E)*Y</b>	PESO ESPECIFICO DE LAS PARTICULAS SECAS	<b>(g.cm<sup>3</sup>)</b>	2.244,30
<b>(A-C)/C*100</b>	ABSORCION DE AGUA	<b>(%)</b>	11,21

### 2.1.3 DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA DE ÁRIDOS GRUESOS PARA HORMIGÓN (NORMA INEN 857)

#### 2.1.3.1 OBJETO

Esta norma establece el método de ensayo para determinar en el árido grueso, la densidad en estado saturado superficialmente seco, la densidad aparente y la absorción de agua.

#### 2.1.3.2 ALCANCE

Esta norma comprende a los áridos gruesos, sean cono gravas, piedras naturales u obtenidos en la trituración artificial de rocas, que se utilizan para preparar hormigones.

#### 2.1.3.3 TERMINOLOGÍA

Las definiciones de los términos que se emplean en esta norma se indica en la Norma INEN 694.

#### 2.1.3.4 RESUMEN

El procedimiento que se describe en esta norma se basa en la determinación de la masa en aire y en agua del árido en estado saturado superficialmente seco, y en la determinación de la masa en aire del árido en estado seco, a fin de establecer las relaciones dadas por las definiciones.

#### 2.1.3.5 INSTRUMENTAL

- **Balanza.-** Que tenga una capacidad de 5 Kg. o más; una sensibilidad de 0,5 gr o 0,0001 veces la masa de la muestra de ensayo, cualquiera que sea mayor y sea exacta dentro del 0,1% de la masa de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

- **Canasta de alambre.-** De malla de alambre de un diámetro aproximado de 3 mm; el diámetro de la canasta debe ser igual a su altura, y debe tener una capacidad de 4 000 a 7 000 cm<sup>3</sup> para el árido cuyas partículas tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm, y de 8 000 a 16 000 cm<sup>3</sup> para el árido de partículas con tamaño máximo mayor de 37,5 mm.
- **Recipiente.-** Apropiado para sumergir la canasta de alambre en agua, y accesorios convenientes para suspender la canasta del centro de un platillo de la balanza.
- **Horno.** Del tamaño suficiente y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $105^0 \pm 5^0\text{C}$ .

#### 2.1.3.6 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Obtener aproximadamente la cantidad que se necesita para el ensayo, siguiendo uno de los procedimientos que se describen en la sección 7 de la Norma INEN 695. Todo el material que pase por el tamiz INEN 4,75 mm debe eliminarse.
- En muchos casos, es mejor ensayar el árido grueso separado en varias fracciones según el tamaño de sus partículas. Si la muestra de árido contiene más del 15 % retenido en el tamiz INEN 37,5 mm; las fracciones mayores a 37,5 mm deben ensayarse separadamente de las fracciones menores a 37,5 mm.
- Cuando el árido grueso se ensaye en fracciones separadas, debe utilizarse una cantidad de muestra correspondiente a la del tamaño máximo nominal de cada fracción de conformidad con la Tabla 2.5:

**TABLA 2.5:** Masa mínima de la muestra de ensayo en función del tamaño máximo nominal de las partículas del árido grueso

<b>MASA MINIMA DE LA MUESTRA DE ENSAYO. (kg.)</b>	<b>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DE LAS PARTICULAS DEL ARIDO. (mm.)</b>
13.2 o menos	2
19	3
26,5	4
37,5	5
53	8
63	12
75	18
90	25

### 2.1.3.7 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

**a)** Lavar la muestra de ensayo hasta asegurar que han sido eliminados el polvo u otros recubrimientos superficiales de las partículas, y luego secarla a una temperatura de  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  hasta masa constante.

**b)** Dejarla enfriar al aire a temperatura ambiente durante un período de una a tres horas, y sumergida en agua a temperatura ambiente por un período de  $24 \pm 4$  horas, (ver nota 1).

**NOTA 1.** Cuando los valores de densidad y absorción se van utilizar para dosificar mezclas de hormigón con áridos que se emplean en su condición de humedad natural, puede eliminarse el requisito de secado inicial hasta masa constante y, si las superficies de las partículas se han mantenido húmedas hasta la realización del ensayo, también puede eliminarse el período de las 24 h de remojo. Los valores de densidad y absorción en la condición saturado superficialmente seco, pueden ser significativamente mayores para el árido no secado al horno antes del remojo, que para el mismo árido sometido a la preparación.

c) Retirar la muestra del agua y enrollarla en un paño grande absorbente hasta que toda la capa visible de agua haya sido eliminada. Las partículas más grandes pueden ser secadas individualmente. Evitar la evaporación del agua contenida en los poros de las partículas del árido durante la operación de secado superficial. Determinar y registrar la masa de la muestra de árido en estado saturado superficialmente seco, con aproximación a 0,5 gr o 0,0001 veces la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor.

d) Colocar inmediatamente la muestra del árido en estado saturado superficialmente seco en la canasta de alambre y determinar y registrar su masa en agua, la misma que debe estar a una temperatura de  $23^{\circ} \pm 1,7$  °C. y tener una densidad de  $0,997 \pm 0,002$  g/cm<sup>3</sup>. Antes de determinar la masa, asegurarse que se eliminen las burbujas de aire atrapado, agitando la canasta que contiene la muestra durante su inmersión en el agua.

e) Secar luego la muestra a una temperatura de  $105^{\circ} \pm 5$  °c. hasta masa constante enfriarla al aire a temperatura ambiente durante un período de una a tres horas, determinar y registrar su masa.

### 2.1.3.8 CÁLCULOS

a) La densidad de volumen del árido grueso en estado seco, a 23 °c y según definición, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_s = \frac{A}{B - C} \quad \text{Ec: 2.6}$$

$\rho_s$  = densidad de volumen a 23 °c del árido grueso seco.

A = masa en aire de la muestra secada en el horno, determinada según el punto e), en gr.

B = masa en aire de la muestra de árido en estado saturado superficialmente seco, determinada según el punto c), en gr.

C = masa en agua de la muestra de árido en estado saturado, determinada según

el punto d), en gr

**b)** La densidad de volumen en base a la masa del árido grueso en estado saturado superficialmente seco, a 23 °c, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_{sss} = \frac{B}{B - C} \quad \text{Ec: 2.7}$$

$\rho_{sss}$  = densidad de volumen a 23 °c en base de la masa del árido grueso en estado saturado superficialmente seco

B y C = tienen igual significado que en el punto a) del calculo.

**c)** La densidad aparente del árido grueso a 23 °c y según definición, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{A}{A - C} \quad \text{Ec: 2.8}$$

$\rho$  = densidad aparente a 23 °c del árido grueso.

A y C = tienen igual significado que en el punto a) del calculo.

**d)** El porcentaje de absorción do grueso a 23 °c y según definición, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\rho_o = \frac{(B - A) \times 100}{A} \quad \text{Ec: 2.9}$$

$\rho_o$  = porcentaje de absorción de agua del árido grueso.

A y B = tienen igual significado que en el punto a) del calculo.

## 2.1.3.9 INFORME DE RESULTADOS

TABLA 2.6: Datos y resultados del Peso Especifico y Absorción Agua de los Granos Gruesos.

<b>ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>			
<b>PESO ESPECÍFICO DE LOS GRANOS GRUESOS Y ABSORCIÓN DE AGUA</b>			
<b>Fecha</b>		<b>Proceso No.</b>	
26/08/2004		1	
<b>MUESTRA No.</b>			
<b>A</b>	<b>PESO DE LA CANASTA SUMERGIDA</b>	<b>(g)</b>	2.571,00
<b>B</b>	<b>PESO DE LA GRAVA SATURADA CON LA SUPERFICIE SECA</b>	<b>(g)</b>	1.000,00
<b>C</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA + CANASTA</b>	<b>(g)</b>	3.144,00
<b>D=C-A</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA EN AGUA</b>	<b>(g)</b>	573,00
<b>E</b>	<b>PESO DE LA TARA T90</b>	<b>(g)</b>	128,00
<b>F</b>	<b>PESO DE TARA T90 CON LA MUESTRA HUMEDA</b>	<b>(g)</b>	1.170,10
<b>G=F-E</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA HUMEDA</b>	<b>(g)</b>	1.042,10
<b>H=B/(B-D)</b>	<b>PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA</b>	<b>(Kg.cm<sup>3</sup>)</b>	2,34
<b>I</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA MÁS TARA T90</b>	<b>(g)</b>	1.056,10
<b>J=I-E</b>	<b>PESO DE LA MUESTRA SECA</b>	<b>(g)</b>	928,10
<b>(G-J)/J*100</b>	<b>ABORCION DE AGUA</b>	<b>(%)</b>	12,28
<b>OBSERVACIONES:</b>			



## 2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MAMPUESTOS

### 2.2.1 ABSORCIÓN DE AGUA Y DENSIDAD EN BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN (NORMA INEN 642)

#### 2.2.1.1 SIMBOLOGÍA:

Kg = Kilogramo

% = Porcentaje de Absorción

Kg/cm<sup>3</sup> = Kilogramo sobre Centímetro Cúbico

#### 2.2.1.2 OBJETIVOS:

Determinar el porcentaje de absorción de agua en los bloques huecos de hormigón, sumergiéndolos en agua hasta su saturación y luego al secado, para así registrar las variaciones en masa de los mismos durante este proceso.

Determinar la densidad en los bloques huecos de hormigón, tomando en cuenta las normas INEN y ASTM.

#### 2.2.1.3 EQUIPOS:

- a) **Muestras de ensayo.**- Tres bloques enteros de cada uno de los tipos, los cuales fueron tomados al azar de acuerdo con la Norma INEN 639, marcados, pesados y registrados sus dimensiones.
- b) **Balanza.**- Con capacidad de 15 Kg. o más.
- c) **Canasta de alambre.**- De malla, con dimensiones suficientes para sostener un bloque.

d) **Recipiente de Plástico.-** Con dimensiones suficientes para sumergir un bloque en su totalidad.

e) **Horno Vertical.-** Con circulación de aire forzado a una temperatura de 120°C.

#### 2.2.1.4 PROCEDIMIENTO:

a) **Saturación.-** Se sumergió completamente en agua las muestra de ensayo a temperatura ambiente por 24 horas.



**Figura 2.1:** Hidratación de los mampuestos

Pasado este tiempo se los retiró del agua, dejándolos secar por un minuto, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.



**Figura 2.2:** Secado de los mampuestos

Realizado esto, procedimos a pesar los bloques en estado saturado con la superficie seca ( $W_{sss}$ ).



**Figura 2.3:** Toma del peso de los mampuestos

Luego de esto, suspendimos a las muestras en la canasta de alambre y los sumergimos completamente en agua, en el recipiente de plástico, y tomamos su peso ( $W_i$ ).



**Figura 2.4:** Mampuesto sumergido para la obtención del peso sumergido.

**b) Secado.-** A continuación de la saturación, y una vez tomadas todas las masas, colocamos las muestras en el horno vertical a una temperatura de 120 °C por un tiempo de 24 horas. Transcurrido este período, procedimos a obtener el peso seco ( $W_d$ ) de los bloques huecos de hormigón.



**Figura 2.5:** Secado de los mampuestos en horno.



**Figura 2.6:** Mampuestos secos dentro del horno.

Transcurrido este período, procedimos a obtener el peso seco  $W_d$  de los bloques huecos de hormigón.



**Figura 2.7:** Peso de los mampuestos secos.

**2.2.1.5 CÁLCULOS:**

a) **Absorción.-** Para el cálculo del porcentaje de absorción de agua, se sigue el siguiente procedimiento:

$$\text{Absorción(\%)} = \left[ \frac{W_{\text{sss}} - W_d}{W_d} \right] \times 100 \quad \text{Ec: 2.10}$$

donde:

$W_{\text{sss}}$  = peso la muestra saturado con superficie seca, kg

$W_d$  = peso la muestra secado en horno, kg

b) **Densidad.-** Para determinar la densidad de los bloques huecos de hormigón, se siguieron los siguientes pasos:

$$\text{Densidad(D)}(\text{kg/m}^3) = \left[ \frac{W_d}{W_{\text{sss}} - W_i} \right] \times 1000 \quad \text{Ec: 2.11}$$

donde:

$W_{\text{sss}}$  = peso la muestra saturado con superficie seca, kg

$W_d$  = peso la muestra secado en horno, kg

$W_i$  = peso la muestra sumergido en agua, kg



## 2.2.1.6 RESULTADOS

Tabla 2.7: Datos, cálculo de la absorción y densidad de los mampuestos.

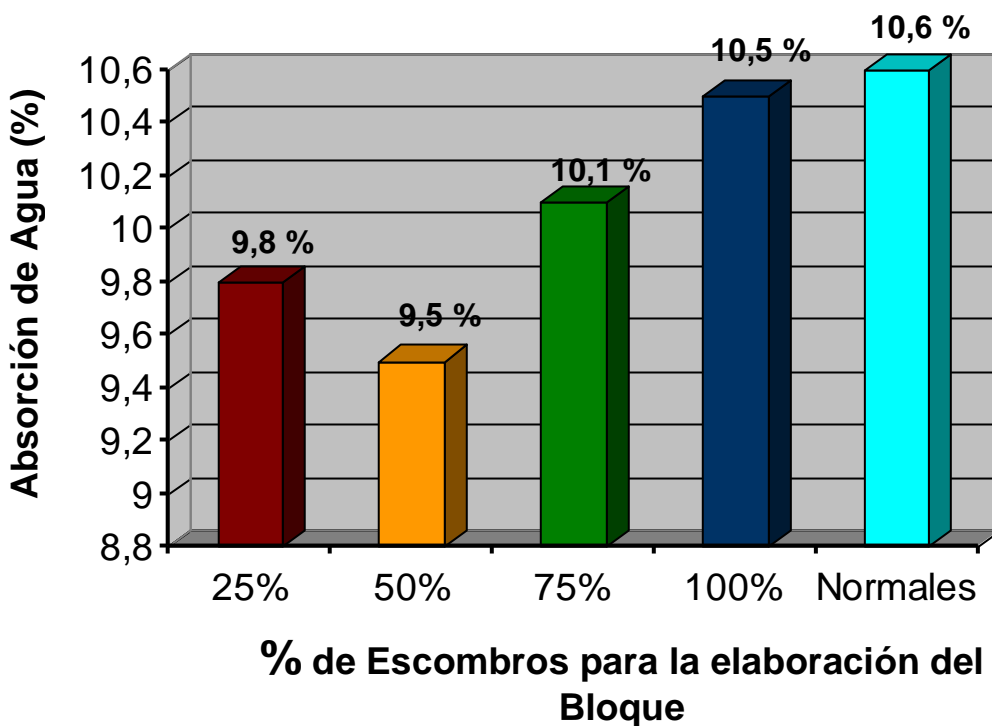
TIPO		W <sub>sss</sub> ( kg )	W <sub>i</sub> + C.A. ( kg )	C.A. ( kg )	W <sub>i</sub> ( kg )	W <sub>d</sub> ( kg )	ABSORC. ( % )	DENSID ( kg/m <sup>3</sup> )
25% ESCOMBROS	I	13,653	7,540	0,165	7,375	12,534	8,928	1996,5
	II	13,160	7,283	0,165	7,118	12,002	9,648	1986,4
	III	13,530	7,388	0,165	7,223	12,210	10,811	1935,9
50% ESCOMBROS	I	13,554	7,480	0,165	7,315	12,493	8,493	2002,4
	II	13,056	7,000	0,165	6,835	11,628	12,281	1869,2
	III	13,452	7,409	0,165	7,244	12,503	7,590	2014,0
75% ESCOMBROS	I	13,476	7,389	0,165	7,224	12,311	9,463	1969,1
	II	14,341	7,858	0,165	7,693	13,199	8,652	1985,4
	III	13,328	7,145	0,165	6,980	11,882	12,170	1871,8
100% ESCOMBROS	I	12,124	6,464	0,165	6,299	10,671	13,616	1831,9
	II	13,078	7,187	0,165	7,022	11,970	9,256	1976,6
	III	14,148	7,788	0,165	7,623	13,033	8,555	1997,4
BLOQUE NORMAL	I	13,864	7,388	0,165	7,223	12,570	10,294	1892,8
	II	13,440	7,066	0,165	6,901	12,057	11,471	1843,9
	III	13,555	7,262	0,165	7,097	12,311	10,105	1906,3



**Tabla 2.8:** Promedio de los resultados obtenidos de los ensayos de absorción

TIPO		ABSORC. (%)	PROMEDIO (%)
25% ESCOMBROS	I	8,928	9,8
	II	9,648	
	III	10,811	
50% ESCOMBROS	I	8,493	9,5
	II	12,281	
	III	7,590	
75% ESCOMBROS	I	9,463	10,1
	II	8,652	
	III	12,170	
100% ESCOMBROS	I	13,616	10,5
	II	9,256	
	III	8,555	
BLOQUE NORMAL	I	10,294	10,6
	II	11,471	
	III	10,105	

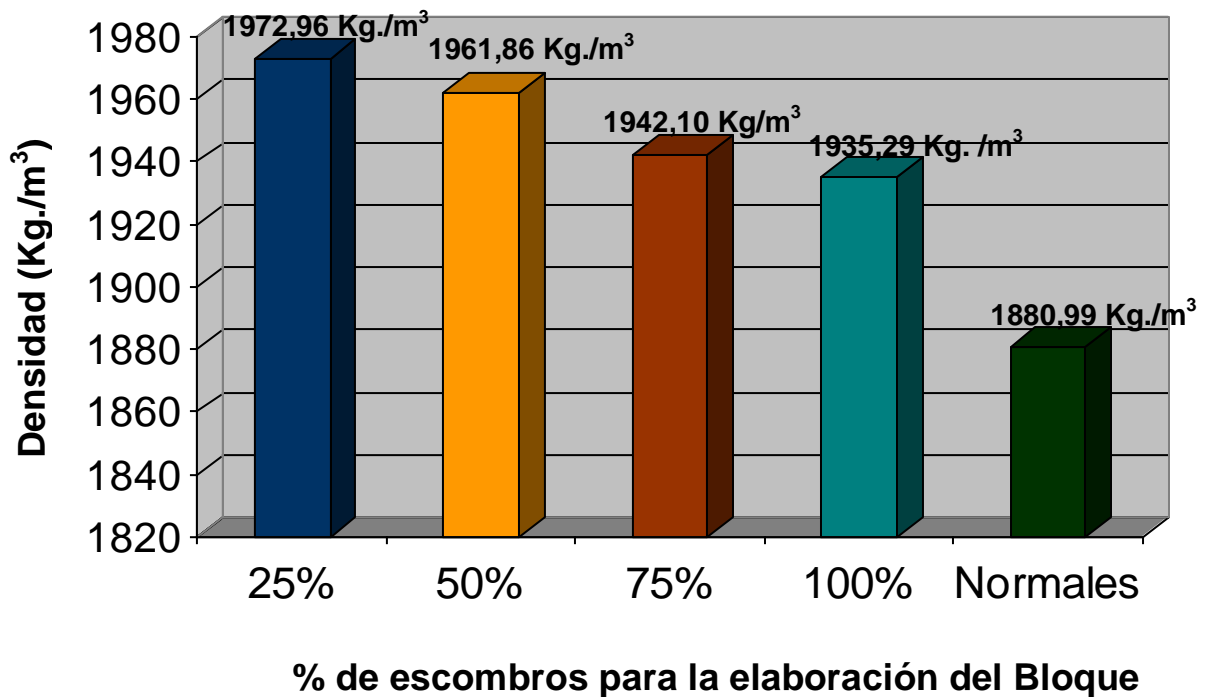
**Grafico 2.2:** Porcentaje de escombros vs. Absorción de Agua.



**Tabla 2.9:** Promedios de los resultados obtenidos de los ensayo de densidad

TIPO		DENSID ( kg/m <sup>3</sup> )	PROMEDIO ( kg/m <sup>3</sup> )
25% ESCOMBROS	I	1996,5	1972,96
	II	1986,4	
	III	1935,9	
50% ESCOMBROS	I	2002,4	1961,86
	II	1869,2	
	III	2014,0	
75% ESCOMBROS	I	1969,1	1942,10
	II	1985,4	
	III	1871,8	
100% ESCOMBROS	I	1831,9	1935,29
	II	1976,6	
	III	1997,4	
BLOQUE NORMAL	I	1892,8	1880,99
	II	1843,9	
	III	1906,3	

**Grafico 2.3:** Porcentaje de escombros vs. Densidad.



## 2.2.2 RUGOSIDAD Y TERMINADO DE LOS MAMPUESTOS ELABORADOS CON ESCOMBROS Y MATERIAL PÉTREO COMÚN.

### 2.2.2.1 OBJETIVO

- Comparar el acabado final de mampuestos elaborados con escombros y los mampuestos que se encuentran en el mercado.
- Determinar mediante un ensayo no normalizado la rugosidad de los mampuestos elaborados con escombros y los mampuestos normales.

### 2.2.2.2 HERRAMIENTAS Y EQUIPO UTILIZADO

Para la realización del ensayo de rugosidad y terminado se elaboro una maqueta que consiste de dos tablas de triplex de dimensiones 60 \* 40 cm<sup>2</sup> unidas por dos bisagras por las cuales se deslizarán los mampuestos



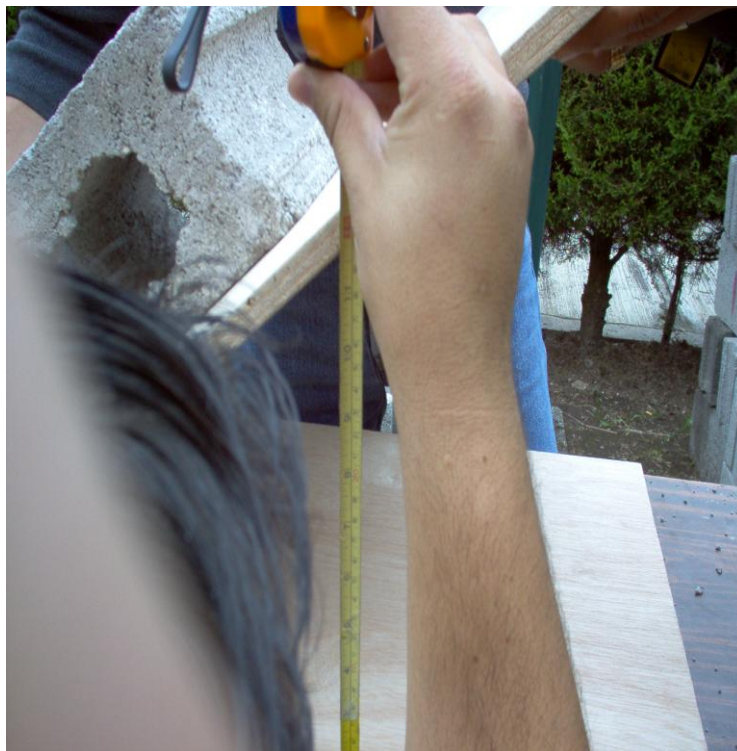
Figura 2.8: Maqueta de triplex.

### 2.2.2.3 MODELOS DE PRUEBA

- **Tamaño.-** El tamaño está determinado por el tamaño del mampuesto.
- **Número de modelos.-** Las pruebas deben ser hechas por lo menos en tres modelos iguales construidos con el mismo tamaño y tipo de unidades de mampostería.

### 2.2.2.4 PROCEDIMIENTO

Una vez lista la maqueta se coloca un mampuesto sobre el triplex y se mide el ángulo al cual el mampuesto se comenzó a deslizar.



**Figura 2.9:** Medición del ángulo de deslizamiento.

### 2.2.2.5 RESULTADOS

Los bloques utilizados son 14 cm. de ancho, 19 cm. de alto y 39 cm. de largo.

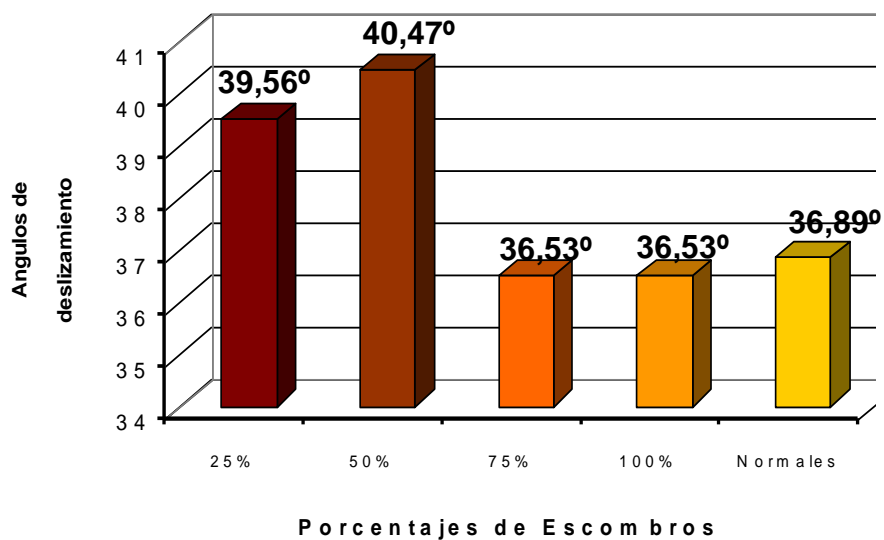
Tabla 2.10: Ángulos de deslizamiento de mampuestos elaborados con escombros triturados.

Porcentaje	N° Ensayo	B (cm)	H (cm)	$\theta$ (°)	$\theta_{\text{MEDIA}}$ (°)
25%	1	35.5	29.5	39.73	39.56
	2	35.5	30	40.20	
	3	35.5	28.5	38.76	
50%	1	35.5	32	42.03	40.47
	2	35.5	28	38.26	
	3	35.5	31	41.13	
75%	1	35.5	28	38.26	36.53
	2	35.5	24	34.06	
	3	35.5	27	37.26	
100%	1	35.5	28	38.26	36.53
	2	35.5	24	34.06	
	3	35.5	27	37.26	

Tabla 2.11: Ángulos de deslizamiento de mampuestos elaborados con materiales pétreos común.

N° Ensayo	B (cm)	H (cm)	$\theta$ (°)	$\theta_{\text{MEDIA}}$ (°)
1	35.5	27	37.26	36.89
2	35.5	25	35.15	
3	35.5	28	38.26	

Gráfico 2.4: Comparación de la rugosidad de los mampuestos elaborados con los distintos porcentajes y también con material pétreo común.



## 2.3 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MAMPUESTOS

### 2.3.1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NORMA INEN 640 )



Figura 2.10: Maquina Digital para el ensayo de la resistencia a la compresión.

#### 2.3.1.1 FACTORES DE CONVERSIÓN:

$$1 \text{ Tf} = 1000 \text{ Kgf}$$

$$1 \text{ Kgf} = 9,81 \text{ N}$$

$$1 \text{ cm}^2 = 100 \text{ mm}^2$$

#### 2.3.1.2 SIMBOLOGÍA:

Tf = Tonelada Fuerza

Kgf = Kilogramo Fuerza

N = Newton

Mpa = Mega Pascales

### 2.3.1.3 OBJETIVOS:

Someter los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

Desarrollar este ensayo de compresión, rigiéndose a las normas INEN 640 y ASTM C140

### 2.3.1.4 EQUIPO UTILIZADO:

- **Equipo.-** Se usó la máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico.
- **Placas de Acero.-** De 25,6 Kg de peso cada una. Utilizadas para que toda la carga de la máquina se distribuya en las caras de los mampuestos.

### 2.3.1.5 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS:

Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo con la Norma INEN 639.

Cada bloque se sumergió en agua a la temperatura ambiente, por un período de 24 horas y luego fue recubierto de capas de mortero de cemento-arena.



**Figura 2.11:** Bloque sumergido en un tanque de agua por un periodo de 24 horas.

Para recubrir los bloques de capas de mortero se sometieron al siguiente tratamiento de separación:

Se recubrió las caras de la muestra que van a estar en contacto con la máquina con una capa compuesta de mortero de cemento-arena en partes iguales y con un espesor no mayor de 6 mm, para conseguir el paralelismo y la regularidad de estas caras. La aplicación de esta capa debe hacerse como se indica en el Anexo 1;

Luego, se comprobó el paralelismo de las dos caras recubiertas de mortero de cemento por medio de un nivel de burbuja. Una vez aplicadas las capas de mortero, se cubrió el bloque con un paño húmedo, para luego mantenerlo cubierto por 24 horas. Transcurridas las 24 horas, se sumergió cada bloque en agua por tres días.

#### 2.3.1.6 PROCEDIMIENTO:

Las muestras se ensayaron, centrándolas respecto a la rotura y de manera que la carga se aplique en la misma dirección en que se vaya aplicar en los bloques puestos en obra.

La carga se aplicó gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante, para no producir una carga de impacto.



**Figura 2.12:** Colocación de la muestra en el equipo de compresión del bloque.



### 2.3.1.7 CÁLCULO.

La resistencia a la compresión se calculó por la ecuación siguiente:

$$RC = \frac{P}{S} \quad \text{Ec: 2.12}$$

En donde:

RC = La resistencia a la compresión, en Mpa

P = La carga de rotura en Newtones

S = Superficie bruta de la cara comprimida, en milímetros cuadrados.

### 2.3.1.8 RESULTADOS.

Las dimensiones de los bloques huecos de hormigón con agregados de escombros triturados tenían como dimensiones: base de 14 cm., altura de 19 cm. y longitud de 39 cm.

Para la elaboración del ensayo de bloques con diferentes porcentajes de escombros se dejó sumergidos los bloques en agua por 3 días, para luego ensayarlos en la máquina universal de tensión - compresión y obtener los datos requeridos para la elaboración de los resultados. La edad que tienen las muestras ensayadas son de 28 días.

Tabla 2.12: Datos de los bloques huecos de hormigón elaborados con escombros.

<b>% ESCOMBROS</b>	<b>NRO. ENSAYO</b>	<b>DIMENSIONES DE LOS BLOQUES</b>			<b>P (Tf)</b>
		<b>H (cm)</b>	<b>B (cm)</b>	<b>L (cm)</b>	
25%	1	19	14	39	27,0
	2	19	14	39	21,0
	3	19	14	39	16,2
	4	19	14	39	23,0
	5	19	14	39	11,1
50%	1	19	14	39	15,1
	2	19	14	39	20,1
	3	19	14	39	19,9
	4	19	14	39	26,2
	5	19	14	39	36,3
75%	1	19	14	39	29,5
	2	19	14	39	25,9
	3	19	14	39	31,3
	4	19	14	39	25,4
	5	19	14	39	19,8
100%	1	19	14	39	38,7
	2	19	14	39	26,5
	3	19	14	39	43,3
	4	19	14	39	26,7
	5	19	14	39	24,4

**Tabla 2.13:** Resistencia a la compresión de los bloques huecos de hormigón, elaborados con escombros.

% ESCOMB.	NRO. ENSAYO	DIMENSIONES DE LOS BLOQUES			W PLACAS (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	P (Tf)	P (N)	RC (Mpa)
		H	B	L					
		(cm)	(cm)	(cm)					
25%	1	19	14	39	51,2	546	27,0	265372,27	4,86
	2	19	14	39	51,2	546	21,0	206512,27	3,78
	3	19	14	39	51,2	546	16,2	159424,27	2,92
	4	19	14	39	51,2	546	23,0	226132,27	4,14
	5	19	14	39	51,2	546	11,1	109393,27	2,00
50%	1	19	14	39	51,2	546	15,1	148633,27	2,72
	2	19	14	39	51,2	546	20,1	197683,27	3,62
	3	19	14	39	51,2	546	19,9	195721,27	3,58
	4	19	14	39	51,2	546	26,2	257524,27	4,72
	5	19	14	39	51,2	546	36,3	356605,27	6,53
75%	1	19	14	39	51,2	546	29,5	289897,27	5,31
	2	19	14	39	51,2	546	25,9	254581,27	4,66
	3	19	14	39	51,2	546	31,3	307555,27	5,63
	4	19	14	39	51,2	546	25,4	249676,27	4,57
	5	19	14	39	51,2	546	19,8	194740,27	3,57
100%	1	19	14	39	51,2	546	38,7	380149,27	6,96
	2	19	14	39	51,2	546	26,5	260467,27	4,77
	3	19	14	39	51,2	546	43,3	425275,27	7,79
	4	19	14	39	51,2	546	26,7	262429,27	4,81
	5	19	14	39	51,2	546	24,4	239866,27	4,39

**Tabla 2.14:** Datos de los bloques huecos de hormigón elaborados con agregados tradicionales.

Nro. ENSAYO	DIMENSIONES DE LOS BLOQUES			P (Tf)
	H	B	L	
	(cm)	(cm)	(cm)	
1	19	14	39	16,4
2	19	14	39	14,5
3	19	14	39	14,7
4	19	14	39	15,9
5	19	14	39	14,3

**Tabla 2.15:** Resistencia a la compresión de los bloques huecos de hormigón, elaborados con agregados tradicionales.

Nro. ENSAYO	DIMENSIONES DE LOS BLOQUES			ÁREA (cm <sup>2</sup> )	W <sub>PLACAS</sub> (Kg)	P (T)	P (N)	RC (Mpa)
	H	B	L					
	(cm)	(cm)	(cm)					
1	19	14	39	546	51,2	16,4	161386,27	2,96
2	19	14	39	546	51,2	14,5	142747,27	2,61
3	19	14	39	546	51,2	14,7	144709,27	2,65
4	19	14	39	546	51,2	15,9	156481,27	2,87
5	19	14	39	546	51,2	14,3	140785,27	2,58

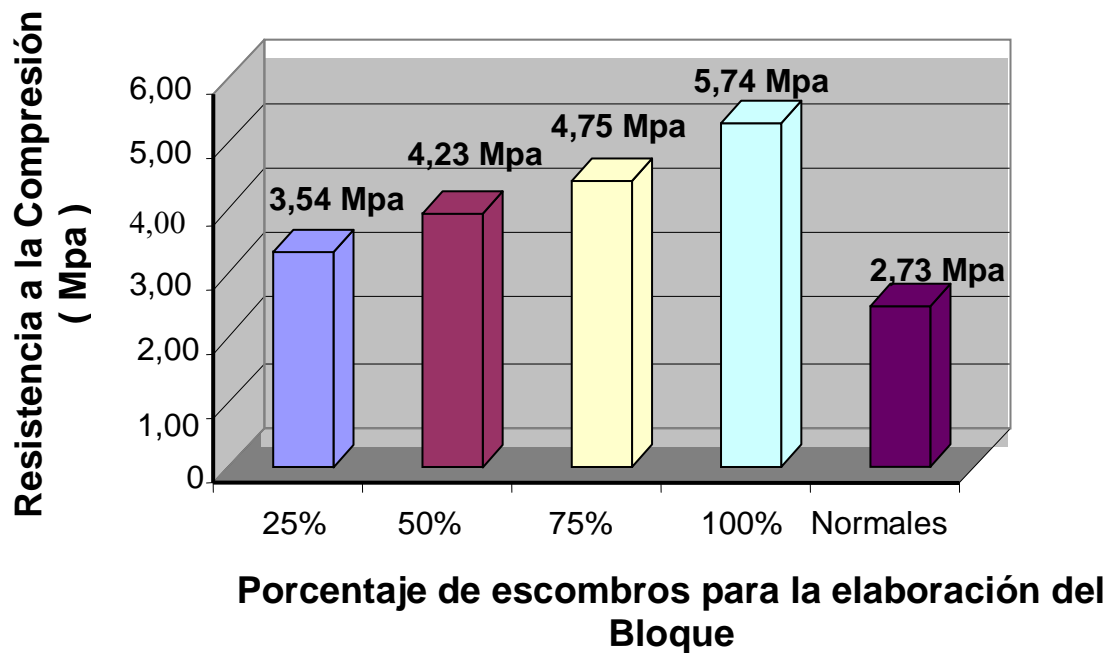
**Tabla 2.16:** Promedios de los resultados obtenidos del ensayo de compresión en los bloques elaborados con escombros triturado.

<b>% ESCOMBROS</b>	<b>Nro. ENSAYO</b>	<b>RC (Mpa)</b>	<b>RC<sub>MEDIA</sub> (Mpa)</b>
25%	1	4,86	3,54
	2	3,78	
	3	2,92	
	4	4,14	
	5	2,00	
50%	1	2,72	4,23
	2	3,62	
	3	3,58	
	4	4,72	
	5	6,53	
75%	1	5,31	4,75
	2	4,66	
	3	5,63	
	4	4,57	
	5	3,57	
100%	1	6,96	5,74
	2	4,77	
	3	7,79	
	4	4,81	
	5	4,39	

**Tabla 2.17:** Promedios de los resultados obtenidos del ensayo de compresión en los bloques elaborados con material pétreo común.

Nro. Ensayo	RC (Mpa)	RC <sub>MEDIA</sub> (Mpa)
1	2,96	2,73
2	2,61	
3	2,65	
4	2,87	
5	2,58	

**Gráfico 2.5:** Comparación de las medias de la resistencia a la compresión de los bloques elaborados con los distintos porcentajes y también con material pétreo común.



El cálculo indica que los bloques están dentro de las especificaciones técnicas para una construcción normal con bloques semiestructural, como se indica en las tablas a continuación:

**Tabla 1 de la Norma INEN 643:** Requisitos de resistencia a la compresión que deben cumplir los bloques huecos de hormigón

<b>TIPO DE BLOQUE</b>	<b>RC<sub>MINIMA</sub> (MPa) (a los 28 días)</b>
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

**Tabla 1 de la Norma INEN 638:** Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.

<b>TIPO</b>	<b>USO</b>
<b>A</b>	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
<b>B</b>	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
<b>C</b>	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
<b>D</b>	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
<b>E</b>	Losas alivianadas de hormigón armado.

## 2.4 ESTUDIO DE PROPIEDADES ESTRUCTURALES:

### 2.4.1 COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS (NORMA ASTM C 1314 – 00a)

#### 2.4.1.1 FACTORES DE CONVERSIÓN:

$$1 P = 1 \text{ lbf}$$

$$1 P = 4,4482 \text{ N}$$

$$1 \text{ Kg} = 2,2 \text{ lb}$$

$$1 \text{ Kp} = 4448.22 \text{ N}$$

$$1 \text{ Kp} = 1000 \text{ P}$$

$$1 \text{ m}^2 = 1'000.000 \text{ mm}^2$$

#### 2.4.1.2 SIMBOLOGÍA:

P = Pound

Kg = Kilogramo

N = Newton

MN = Mega Newton

Kp = Kilo Pound

Mpa = Mega Pascal

#### 2.4.1.3 OBJETIVOS:

Determinar la compresión axial en pilas formados por dos bloques de cada uno de los tipos elaborados para la investigación.

Determinar qué tipo de mampuesto se comporta mejor en este ensayo de compresión axial en pilas.



#### 2.4.1.4 EQUIPOS:

- **Especímenes de ensayo.-** Tres pilas de dos bloques cada una, elaboradas con bloques enteros de cada uno de los tipos, los cuales fueron tomados al azar de acuerdo con la Norma INEN 639, marcados, y registrados sus dimensiones.
- **Máquina Universal.-** Se usó la máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico.
- **Placas de Acero.-** De 24,2 Kg de peso cada una. Utilizadas para que toda la carga de la máquina se distribuya en las caras de las pilas

#### 2.4.1.5 PROCEDIMIENTO:

- **Preparación de la muestra.-** Para determinar la resistencia a la compresión en pilas, deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo con la Norma INEN 639.

Se recubrió las caras del prisma que van a estar en contacto con la máquina con una capa compuesta de mortero de cemento-arena en partes iguales y con un espesor no mayor de 6 mm, para conseguir el paralelismo y la regularidad de estas caras. La aplicación de esta capa debe hacerse como se indica a continuación:

Se empleó como tablero de trabajo una plancha de vidrio con espesor de 6 mm, con la cara superior pulida y nivelada en dos direcciones en ángulo recto, mediante un nivel de burbuja.

Luego, se colocó sobre esta plancha una capa de mortero de cemento-arena, en partes iguales, y con una relación agua-cemento de no más de 0,35.

Después, se colocó la cara de contacto del bloque sobre la capa de mortero y se presionó suavemente hasta que ésta se adhiriera al bloque en un espesor máximo de 6 mm.

Luego se colocó otra capa de mortero, aproximadamente de 1 cm., en la parte superior del bloque, para así unir el segundo mampuesto a este, para conformar el prisma.

En la cara superior del segundo bloque se colocó papeles para tapar los huecos del bloque, y así, poder enlucir esta cara también, comprobando en ambos casos el paralelismo de las caras de contacto mediante el nivel de burbuja.

Finalmente se retiró el mortero sobrante de las aristas del bloque, dejando a esta con una forma regular.

Se realiza este enlucido en las dos caras del prisma para que al momento de someter estos a compresión, esta carga se distribuya homogéneamente en toda la cara de los mampuestos.



**Figura 2.13:** Elaboración de las pilas para compresión axial..

- **Curado.-** Una vez formadas las pilas, se dejó fraguar el mortero por 15 días bajo techo, y en un lugar en el cuál nadie la esté manipulando para que no se altere la conformación del espécimen.



Figura 2.14: Pilas de Ensayo.

- **Ensayo.-** Pasados los 15 días del curado, se llevó los prismas a la máquina de compresión, teniendo mucho cuidado en el transporte. Se necesitó las dos placas metálicas adicionales, las cuales se colocaron, una en la base del pistón y en la cual se asentó el prisma, y la otra sobre este, para que así se distribuya uniformemente la carga en las caras del espécimen. Posteriormente alineamos el eje centroidal del prisma con el eje centroidal de la máquina. Finalmente aplicamos la carga lentamente, para no producir una carga de impacto, y anotamos la lectura al momento de la ruptura del prisma.



Figura 2.15: Ensayo de las pilas.

#### 2.4.1.6 CÁLCULO:

- **Área Neta.-** Para el cálculo del área neta, se realizó en primer lugar un promedio de las dimensiones de las dos caras del prisma. En total se tomo dos dimensiones en cada sentido. Luego se utilizó la siguiente fórmula:

$$A_N = L \times W \quad \text{Ec: 2.13}$$

donde:

$A_N$  = Área neta del prisma, (  $\text{cm}^2$  )

$L$  = El largo promedio de las caras del prisma, (  $\text{cm}$  )

$W$  = El ancho promedio de las caras del prisma, (  $\text{cm}$  )

- **Fuerza De Compresión.-** Para determinar la fuerza de compresión de cada prisma se divide la máxima carga de compresión resistida para el área neta, como se muestra a continuación:

$$FC = \frac{P_{MAX}}{A_N} \quad \text{Ec: 2.14}$$

donde:

$FC$  = Fuerza de compresión del prisma, (  $\text{MPa}$  )

$P_{MAX}$  = Máxima carga de compresión resistida, (  $\text{N}$  )

$A_N$  = Área neta del prisma, (  $\text{mm}^2$  )

## 2.4.1.7 RESULTADO:

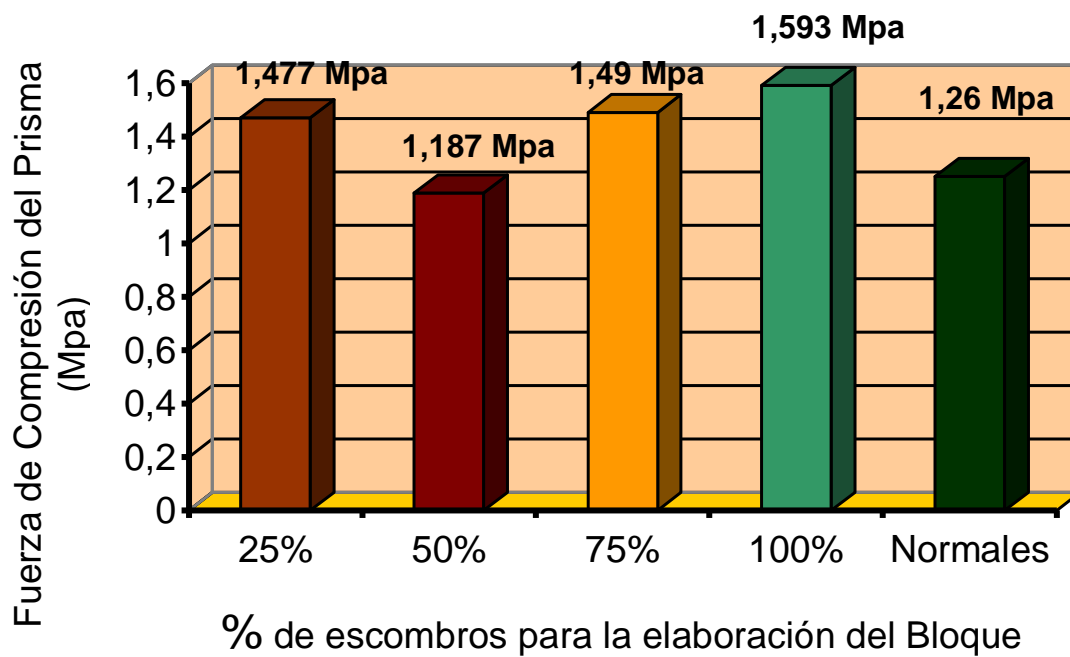
Tabla 2.18: Datos de los prismas y cálculo de la resistencia a la compresión axial en pilas.

% ESCOMBROS	Nro. Ensayo	W ( cm )	L ( cm )	A ( cm <sup>2</sup> )	PLACA ( Lb )	P (Lbf)	P-P Placa ( N )	FC ( MPa )
25 % ESCOMBROS	I	14,00	38,50	539	53,24	19200	85642,65	1,59
	II	14,00	38,50	539	53,24	13400	59842,97	1,11
	III	14,00	39,00	546	53,24	21200	94539,09	1,73
50 % ESCOMBROS	I	14,00	39,00	546	53,24	14000	62511,90	1,14
	II	14,00	39,00	546	53,24	12800	57174,04	1,05
	III	14,00	39,00	546	53,24	16800	74966,92	1,37
75 % ESCOMBROS	I	14,00	38,50	539	53,24	17000	75856,56	1,41
	II	14,00	39,00	546	53,24	21800	97208,02	1,78
	III	14,00	39,00	546	53,24	15700	70073,88	1,28
100 % ESCOMBROS	I	14,00	39,00	546	53,24	25600	114111,26	2,09
	II	14,00	39,00	546	53,24	20000	89201,22	1,63
	III	14,00	39,00	546	53,24	13000	58063,68	1,06
BLOQUE NORMAL	I	14,00	39,00	546	53,24	18200	81194,43	1,49
	II	14,00	39,00	546	53,24	14800	66070,48	1,21
	III	14,00	39,00	546	53,24	13200	58953,33	1,08

**Tabla 2.19:** Promedios de los resultados obtenidos de los ensayo de resistencia a la compresión en prismas

<b>% ESCOMBROS</b>	<b>Nro. Ensayo</b>	<b>FC ( MPa )</b>	<b>PROMEDIO (Mpa)</b>
25 % ESCOMBROS	I	1,590	1,477
	II	1,110	
	III	1,730	
50 % ESCOMBROS	I	1,140	1,187
	II	1,050	
	III	1,370	
75 % ESCOMBROS	I	1,410	1,490
	II	1,780	
	III	1,280	
100 % ESCOMBROS	I	2,090	1,593
	II	1,630	
	III	1,060	
BLOQUE NORMAL	I	1,490	1,260
	II	1,210	
	III	1,080	

**Grafico 2.6:** Porcentaje de Escombros vs. Fuerza de Compresión del Prisma.



## **2.4.2 MÉTODOS ESTÁNDARES DE PRUEBA PARA LA FUERZA DE LA ADHERENCIA DEBIDO A FLEXIÓN DE MAMPOSTERÍA (NORMA ASTM E518-00)**

### **2.4.2.1 FACTORES DE CONVERSIÓN:**

1 Kgf = 9,81 N

1 Kp = 4448,2 N

### **2.4.2.2 SIMBOLOGÍA:**

Kp = Kilo Pound

Kgf = Kilogramo Fuerza

N = Newton

KN = Kilo Newton

### **2.4.2.3 OBJETIVO**

- Estos métodos de prueba abarcan la determinación de la fuerza de la adherencia debido a flexión en ensamblajes de mampostería sin reforzar simulando una viga simplemente soportada con carga en el tercer punto.
- Comparar la carga aplicada a cada uno de los porcentajes de bloques con escombros triturados con los bloques elaborados con material pétreo tradicional.

### **2.4.2.4 DOCUMENTOS A LOS QUE SE HACE REFERENCIA**

Estándares ASTM:

C 67 Métodos de prueba para muestreo y para probar ladrillos y tejas de arcilla estructurales.

C 78 Método de prueba para la fuerza debido a flexión del concreto (Usando la viga simple con carga en el tercer punto)

C 140 Método de prueba para toma de muestras y pruebas de unidades de mampostería de concreto y unidades afines.

C 270 Especificación para mezcla para unidad de mampostería.

C 778 Especificación para arena estándar

E 4 Practicas para verificar la fuerza de trabajo de las maquinas de prueba

E 72 Métodos para conducir pruebas de fuerza de paneles usados para construcción de edificios.

E 575 Practica para reportar datos de pruebas estructurales en construcciones de edificios, elementos, conexiones, y ensamblajes.

#### 2.4.2.5 HERRAMIENTAS Y EQUIPO UTILIZADO

- **Máquina de Prueba.**- La maquina de prueba debe tener capacidad de carga suficiente y proveer el rango de carga. Debe ser de accionamiento eléctrico y capaz de aplicar la carga continuamente, más no intermitentemente, y sin shock.



Figura 2.16: Prensa de pruebas.



#### 2.4.2.6 MODELOS DE PRUEBA

- **Tamaño.-** El tamaño del modelo fue seleccionado de manera que se simule una viga simplemente apoyada con carga puntual en el medio de la viga.
- **Número de modelos.-** Las pruebas deben ser hechas por lo menos en tres modelos iguales contruidos con el mismo tamaño y tipo de unidades de mampostería, mezcla, y mano de obra.
- **Curado.-** Después de la construcción, los modelos no deben ser movidos por al menos siete días. Estos deben ser almacenados en aire de laboratorio por no menos de 28 días. El laboratorio debe ser mantenido a una temperatura de 24 - 8 °C (75 - 15 °F) con humedades relativas entre 25 y 75 %, y debe estar libre de corrientes de aire.

#### 2.4.2.7 PROCEDIMIENTO

- **Aplicación de la carga:**

Ubique el modelo de prueba horizontalmente en sus soportes como una viga soportada en forma simple. Si un contacto total no se obtiene entre el modelo y los bloques de aplicación de carga y soportes, planchas o laminas hechas de cuero o material compresible similar pueden ser usados. Las laminas deben ser de espesor uniforme, no menos de 6 mm (1/4 in) de espesor, 25 a 50 mm (1 a 2 in) de ancho, y debe extenderse a través de todo el ancho del modelo.

Aplique la carga de manera uniforme de tal manera que la carga total sea aplicada en no menos de 1 y no mas de 3 minutos.

Registre la carga máxima aplicada en Newtons (libras) como  $P$  y la ubicación de la grieta.

### 2.4.2.8 RESULTADOS

Los bloques utilizados son 14 cm. de ancho, 19 cm. de alto y 39 cm. de largo, para la elaboración de las vigas para realizar dicho ensayo.

**Tabla 2.20:** Datos y cálculo de la carga de rotura de los mampuestos con escombros de la construcción.

% Escombros	Muestra	$P_{MAQ}$ (Kp.)	$P$ (N)	$P_s$ (N)	L (mm)	B (mm)	H (mm)	FC (Mpa)
25%	1	600	82953	718.12	770	390	190	4.57
	2	500	69128	712.02	765	390	190	3.79
	3	500	69128	719.89	740	390	190	3.66
50%	1	400	55302	712.19	760	390	190	3.01
	2	600	82953	714.60	745	390	195	4.19
	3	700	96779	710.23	755	390	190	5.22
75%	1	800	110604	706.80	730	390	195	5.47
	2	700	96779	713.04	725	390	190	5.01
	3	600	82953	711.70	730	390	190	4.33
100%	1	500	69128	695.29	720	390	190	3.56
	2	800	110604	690.62	730	390	190	5.76
	3	900	124430	698.63	740	390	195	6.24

**Tabla 2.21:** Datos y cálculo de la carga de rotura de los mampuestos con material pétreo normal.

Muestra	$P_{MAQ}$ (Kp.)	$P$ (N)	$P_s$ (N)	L (mm)	B (mm)	H (mm)	FC (Mpa)
1	700	96779	701.10	705	390	190	4.872
2	500	69128	698.16	760	390	190	3.76
3	900	124430	700.41	755	390	190	6.701

Para el curado de las vigas de mampuestos se dejó fraguar la masilla de cemento que sirvió para la unión de los bloques 28 días de fraguado para luego ser ensayados.



**Figura 2.17:** Vigas de mampuestos.

A continuación se muestra donde se aplica la carga para realizar el ensayo de las vigas.



**Figura 2.18:** Forma de colocación de la viga con carga en tres puntos.

Las diferentes formas en las que fallaron las vigas se muestra a continuación:



**Figura 2.19:** Falla la viga por ruptura del mampuesto.



**Figura 2.20:** Falla la viga por la adherencia de la masilla con el mampuesto.

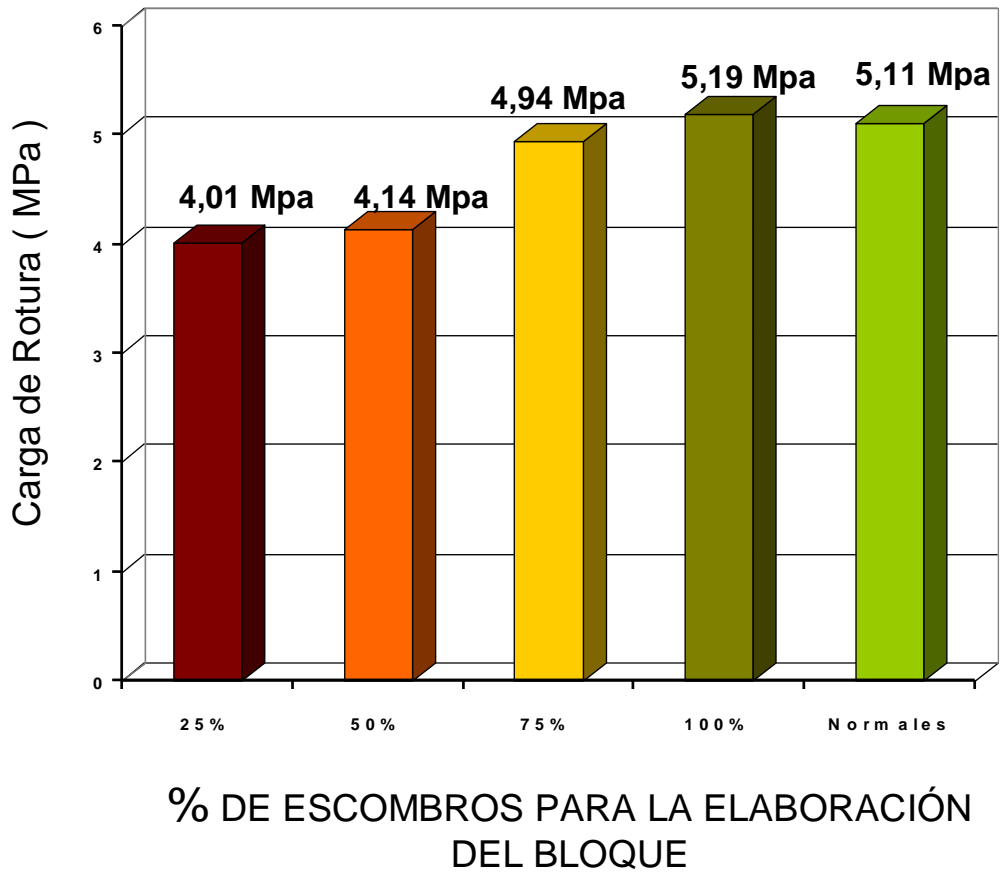
**Tabla 2.22:** Promedio de los resultados de carga en los diferentes porcentajes de escombros

<b>% ESCOMBROS</b>	<b>Nro. ENSAYO</b>	<b>FC (Mpa)</b>	<b>FC<sub>MEDIA</sub> (Mpa)</b>
25%	1	4,57	4,01
	2	3,79	
	3	3,66	
50%	1	3,01	4,14
	2	4,19	
	3	5,22	
75%	1	5,47	4,94
	2	5,01	
	3	4,33	
100%	1	3,56	5,19
	2	5,76	
	3	6,24	

**Tabla 2.23:** Promedio de los resultados de carga de los bloques normales.

<b>Nro. De Ensayo</b>	<b>FC (Mpa)</b>	<b>FC<sub>MEDIA</sub> (Mpa)</b>
1	4,872	5,11
2	3,76	
3	6,701	

**Grafico 2.7:** Porcentaje de Escombros vs. Carga de Rotura.



### **2.4.3 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA TENSIÓN DIAGONAL (DEFORMACIÓN) EN ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA (NORMA ASTM E 519 - 00 )**

#### **2.4.3.1 FACTORES DE CONVERSIÓN:**

1 Kgf = 9,81 N

1 Kp = 4448,2 N

#### **2.4.3.2 SIMBOLOGÍA:**

Kp = Kilo Pound

Kgf = Kilogramo Fuerza

N = Newton

KN = Kilo Newton

#### **2.4.3.3 OBJETIVO**

Determinar la resistencia de estructuras de mampostería con mampuestos elaborados con escombros y comparación con estructuras mampostería con bloques elaborados con material tradicional.

Comparar la carga aplicada a cada uno de los porcentajes de bloques con escombros triturados con los bloques elaborados con material pétreo tradicional.

#### **2.4.3.4 DOCUMENTOS A LOS QUE SE HACE REFERENCIA**

- **Estándares ASTM:**

C 67 Métodos de prueba para muestreo y para probar ladrillos y tejas de arcilla estructurales.

C 109 Método de prueba para Fuerza Compresiva de Mezclas de Cemento Hidráulico (Usando modelos de cubo de 2-in o 50-mm).

C 140 Métodos de prueba para muestreo y para probar Unidades de Mampostería de Concreto y Unidades Relativas.

E 4 Prácticas para la verificación de fuerza de las máquinas de prueba.

E 575 Práctica para reportar datos de pruebas estructurales en construcciones de edificios, elementos, conexiones, y ensamblajes.

#### 2.4.3.5 HERRAMIENTAS Y EQUIPO UTILIZADO:

- **Máquina de Prueba.-** La maquina de prueba debe tener capacidad de carga suficiente y proveer el rango de carga. Debe ser de accionamiento eléctrico y capaz de aplicar la carga continuamente, mas no intermitentemente, y sin shock. (Ver nota 1)

**Nota 1.-** Para poder acomodar un modelo en la maquina de prueba de manera que sea colocada en forma vertical, la maquina debe tener una longitud de apertura lo suficiente para el modelo.

- **Placas de Acero.-** De 13,4 Kg de peso cada una que es igual a 131,45 N. Utilizadas para que toda la carga de la máquina se distribuya en las esquinas de los muretes.





Figura 2.21: Placa de Acero.

#### 2.4.3.6 MODELOS DE PRUEBA:

- **Tamaño.-** El tamaño del modelo fue seleccionado de manera que sea el mas pequeño que represente razonablemente una estructura de mampostería real y que permita el uso de maquinas de prueba con la que se contó en laboratorio.
- **Número de Modelos.-** Las pruebas deben ser hechas por lo menos en tres modelos iguales construidos con el mismo tamaño y tipo de unidades de mampostería, mezcla, y mano de obra.
- **Curado.-** Después de la construcción, los modelos no deben ser movidos por al menos siete días. Estos deben ser almacenados al ambiente del laboratorio por no menos de 28 días. El laboratorio debe ser mantenido a una temperatura de 24 - 8 °C (75 - 15 °F) con humedades relativas entre 25 y 75 %, y debe estar libre de corrientes de aire.

#### 2.4.3.7 PROCEDIMIENTO:

- **Aplicación de la carga:**

Posteriormente alineamos el eje centroidal del prisma con el eje centroidal de la máquina. Finalmente aplicamos la carga lentamente, para no producir una carga de impacto, y anotamos la lectura al momento de la ruptura del prisma.

#### 2.4.3.8 RESULTADOS

Los bloques utilizados son 14 cm. de ancho, 19 cm. de alto y 39 cm. de largo, para la elaboración de los muretes para realizar dicho ensayo.

Tabla 2.24: Medidas de las muestras de muretes con escombros triturados.

% Escombros	Nro. De Ensayo	Dimensiones de los Muretes			Diagonal (cm)	P (Kp)	P (N)
		H (cm)	B (cm)	L (cm)			
25%	1	39,0	14,0	46,0	59	4900	21796180
	2	39,0	14,0	46,0	59	5300	23575460
	3	38,0	14,0	46,0	59	4400	19572080
50%	1	38,5	14,0	45,5	59	4500	20016900
	2	39,0	14,0	46,0	59	3500	15568700
	3	38,5	14,0	47,0	59	2800	12454960
75%	1	39,5	14,0	45,5	59	5000	22241000
	2	39,5	14,0	46,0	59	4900	21796180
	3	39,0	14,0	46,0	59	5300	23575460
100%	1	39,5	14,0	46,0	59	5000	22241000
	2	39,5	14,0	46,0	59	5200	23130640
	3	39,0	14,0	46,0	59	5500	24465100

Tabla 2.25: Medidas de las muestras de muretes con agregado normal.

Nro. De Ensayo	Dimensiones de los Muretes			Diagonal (cm)	FC (Kp.)
	H (cm)	B (cm)	L (cm)		
1	39,0	14,0	44,5	59	3700
2	39,0	14,0	44,5	59	3900
3	38,5	14,0	44,5	59	2400

Para el curado de los muretes se dejó fraguar la masilla de cemento que sirvió para la unión de los bloques por 28 días, para luego ser ensayados. El ensayo se realizó como se muestra en la figura 2.22, que se indica a continuación.



Figura 2.22: Ensayo de un murete en la Maquina Universal.

En la diagonal es en donde falla el murete una vez ensayada.



Figura 2.23: Forma de falla del murete una vez aplicada la carga.

Tabla 2.26: Los datos que se obtuvieron en este ensayo para los muretes con bloques elaborados con escombros de la construcción.

% Escombros	Nro. Ensayo	Dimensiones de los Muretes			W <sub>PLACAS</sub> (N)	P (N)	P (KN)
		H (cm)	B (cm)	L (cm)			
25%	1	39,0	14,0	46,0	262,91	21796180	21796,44
	2	39,0	14,0	46,0	262,91	23575460	23575,72
	3	38,0	14,0	46,0	262,91	19572080	19572,34
50%	1	38,5	14,0	45,5	262,91	20016900	20017,16
	2	39,0	14,0	46,0	262,91	15568700	15568,96
	3	38,5	14,0	47,0	262,91	12454960	12455,22
75%	1	39,5	14,0	45,5	262,91	22241000	22241,26
	2	39,5	14,0	46,0	262,91	21796180	21796,44
	3	39,0	14,0	46,0	262,91	23575460	23575,72
100%	1	39,5	14,0	46,0	262,91	22241000	22241,26
	2	39,5	14,0	46,0	262,91	23130640	23130,90
	3	39,0	14,0	46,0	262,91	24465100	24465,36

**Tabla 2.27:** Los datos que se obtuvieron en este ensayo para los muretes con bloques elaborados con material pétreo común.

Nro. Ensayo	Dimensiones de los Muretes			$W_{PLACAS}$ (N)	P (N)	P (KN)
	H (cm)	B (cm)	L (cm)			
1	39,0	14,0	44,5	262,91	16458340	16458,60
2	39,0	14,0	44,5	262,91	17347980	17348,24
3	38,5	14,0	44,5	262,91	10675680	10675,94

Se realizará los promedios de cada uno de los tipos de mampuestos para la comparación de los ensayos y determinar los mejores tipos de mampuestos.

**Tabla 2.28:** Promedios de los resultados obtenidos de los ensayo de los muretes de bloques elaborados con escombros triturado.

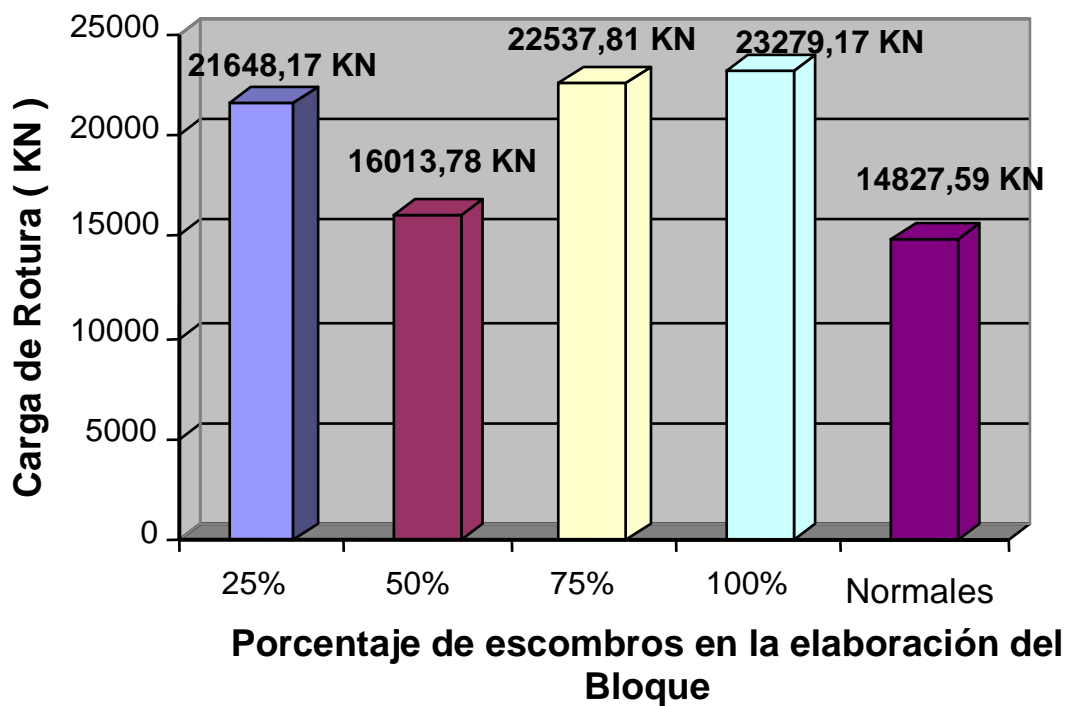
% Escombros	Nro. Ensayo	P (KN)	$P_{MEDIA}$ (KN)
25%	1	21796,44	21648,17
	2	23575,72	
	3	19572,34	
50%	1	20017,16	16013,78
	2	15568,96	
	3	12455,22	
75%	1	22241,26	22537,81
	2	21796,44	
	3	23575,72	
100%	1	22241,26	23279,17
	2	23130,90	
	3	24465,36	

**Tabla 2.29:** Promedios de los resultados obtenidos de los ensayo de los muretes de bloques elaborados con material pétreo común.

Nro. Ensayo	P (KN)	P <sub>MEDIA</sub> (KN)
1	16458,60	14827,59
2	17348,24	
3	10675,94	

Gráfico comparativo de los ensayos de laboratorio de la carga recibida de los bloques elaborados con escombros y bloques elaborados con material pétreo común.

**Gráfico 2.8:** Comparación de los promedios de carga de rotura en los laboratorio.



## CAPITULO III

### 3. CANTIDADES DE MATERIALES Y COSTOS

#### 3.1 ALCANCE Y OBJETIVOS:

##### 3.1.1 ALCANCE.-

Establecer las cantidades de materiales y determinar que los precios de los bloques elaborados con escombros de la construcción sean menores a los precios de los bloques elaborados con material pétreo común.

##### 3.1.2 OBJETIVO.-

Determinar el costo de la inversión inicial y el precio unitario del producto a elaborarse.

#### 3.2 CANTIDADES.-

Para determinar las cantidades utilizadas, se basó en los diferentes pasos para la elaboración de los bloques con escombros de la construcción.

##### 3.2.1 RECOLECCIÓN DE ESCOMBROS.-

La recolección de escombros se realizó en el Distrito Metropolitano de Quito en una escombrera del municipio de esta ciudad.

Para esto se seleccionó los escombros de manera que no haya basura, residuos de tierra, madera y acero; los escombros constan de hormigón en forma de vigas, columnas o losas, vidrio, cerámica, bloques, ladrillos y tejas.

La cantidad que se recolectó fue de 12 m<sup>3</sup> de escombros en diferentes porcentajes de hormigón, vidrio, cerámica, bloques, ladrillos y tejas.

### 3.2.2 TRITURACIÓN DE ESCOMBROS.-

La trituración se la realizó con un equipo de tipo primario y secundario. La cantidad recuperada una vez triturado fue de 9 m<sup>3</sup>, que fue el material adecuado para la elaboración de los bloques.

### 3.2.3 DOSIFICACIÓN QUE SE UTILIZÓ PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES.-

Las fábricas de bloques industriales utilizan para la elaboración del bloque, 8 galones de agua para cada parada que está en un promedio de 36 bloques por parada.

1 galón de agua = 3,785 litros de agua

El cemento utilizado para la elaboración del bloque fue de medio quintal, que es igual a 50 libras de cemento por cada parada.

1 libra = 0,454 Kg.

**Tabla 3.1:** Dosificación de Agua y Cemento por bloque.

	Por Parada	Por Parada	Por Bloque
Agua	8 galones	30,283 litros	0,84 litros
Cemento	50 libras	22,68 Kg.	0,63 Kg.

Las dosificación del material pétreo normal y el porcentaje de escombros triturados de la construcción se obtuvo del promedio de pesos de 3 bloques.

#### 3.2.3.1 ELABORACIÓN DE BLOQUES AL 25% DE ESCOMBROS

**Tabla 3.2:** Peso de bloques elaborados con el 25% de escombros triturados.

Número de Muestra	Peso del Bloque (gr.)
1	13820
2	13020



3	13280
---	-------

**Tabla 3.3:** Dosificación de Escombro Triturado y Material Pétreo Normal.

	Número de Muestra		
	1	2	3
Peso del Bloque (Kg.)	13,82	13,02	13,28
Promedio (Kg.)	13,37		
Material Pétreo y Escombro (Kg.)	12,74		
Escombro Triturado (Kg.)	3,19		
Material Pétreo Normal (Kg.)	9,55		

**Tabla 3.4:** Dosificación de materiales para la elaboración de bloques con el 25% de escombros.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Escombros	Kg.	3,19
Arena	Kg.	9,55
Cemento	Kg.	0,63
Agua	Lt.	0,84

### 3.2.3.2 ELABORACIÓN DE BLOQUES AL 50% DE ESCOMBROS

**Tabla 3.5:** Peso de bloques elaborados con el 50% de escombros triturados.

Número de Muestra	Peso del Bloque (gr.)
1	13343
2	13795
3	12950

**Tabla 3.6:** Dosificación de Escombros Triturados y Material Pétreo Normal.

	Número de Muestra		
	1	2	3
Peso del Bloque (Kg.)	13,343	13,795	13,95
Promedio (Kg.)	13,36		
Material Pétreo y Escombros (Kg.)	12,73		
Escombros Triturados (Kg.)	6,365		
Material Pétreo Normal (Kg.)	6,365		

**Tabla 3.7:** Dosificación de materiales para la elaboración de bloques con el 50% de escombros.

Rubro	UNIDAD	CANTIDAD
Escombros	Kg.	6,365
Arena	Kg.	6,365
Cemento	Kg.	0,63
Agua	Lt.	0,84

### 3.2.3.3 ELABORACIÓN DE BLOQUES AL 75% DE ESCOMBROS

**Tabla 3.8:** Peso de bloques elaborados con el 75% de escombros triturados.

Número de Muestra	Peso del Bloque (gr.)
1	13170
2	13345

3	12465
---	-------

**Tabla 3.9:** Dosificación de Escombro Triturado y Material Pétreo Normal.

	Número de Muestra		
	1	2	3
Peso del Bloque (Kg.)	13,17	13,345	13,465
Promedio (Kg.)	12,99		
Material Pétreo y Escombro (Kg.)	12,36		
Escombro Triturado (Kg.)	9,27		
Material Pétreo Normal (Kg.)	3,09		

**Tabla 3.10:** Tabla de cantidades de materiales para la elaboración de bloques con el 75% de escombros.

Rubro	UNIDAD	CANTIDAD
Escombros	Kg.	9,27
Arena	Kg.	3,09
Cemento	Kg.	0,63
Agua	Lt.	0,84

### 3.2.3.4 ELABORACIÓN DE BLOQUES AL 100% DE ESCOMBROS

**Tabla 3.11:** Peso de bloques elaborados con el 100% de escombros triturados

Número de Muestra	Peso del Bloque (gr.)
1	12600
2	13332
3	12425



**Tabla 3.12:** Dosificación de Escombros Triturados y Material Pétreo Normal.

	Número de Muestra		
	1	2	3
Peso del Bloque (Kg.)	12,06	13,332	12,425
Promedio (Kg.)	12,79		
Escombros Triturados (Kg.)	12,16		

**Tabla 3.13:** Tabla de cantidades de materiales para la elaboración de bloques con el 100% de escombros.

Rubro	UNIDAD	CANTIDAD
Escombros	Kg.	12,16
Cemento	Kg.	0,63
Agua	Lt.	0,84

### 3.3 COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS:-

#### 3.3.1 COSTOS DIRECTOS:-

Son todos los costos producidos por los gastos en mano de obra, materiales, equipo y transporte, efectuados exclusivamente para la ejecución de un trabajo.

Algunos datos fueron tomados de empresas dedicadas a la elaboración de bloques en esta ciudad.

Es necesario indicar que para el análisis de los costos directos se debe considerar:

- Materiales
- Mano de obra
- Equipo y maquinaria
- Herramientas

Los precios del equipo que se necesita para la elaboración del bloque, se tomaron de la Empresa Columbia de Estados Unidos de América.

**Tabla 3.14:** Equipo que se toma en cuenta para la elaboración del bloque.

<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Prensa de Bloques marca Columbia	1	\$ 152344,00
Paletas	1988	\$ 31808,00
Banda Transportadora	1	\$ 9250,00
Trituradora	1	\$ 220000,00
Mini Cargadora	2	\$ 66000,00
Montacarga	1	\$ 48000,00
Coches para Bloques	60	\$ 9600,00
<b>TOTAL =</b>		<b>\$ 537002,00</b>

Se calcula la depreciación de la maquinaria para 10 años, que será el 10% del total para cada año.

El valor del Kwh. de Energía Eléctrica para la industria se calcula de acuerdo al plan tarifario de la Empresa Eléctrica Quito.

*Plan Tarifario:*

Esta tarifa G2 se aplicará a los abonados al servicio Industrial y Artesanal, que utilicen el servicio en trabajos de artesanía o pequeña industria y cuya potencia contratada o demanda facturable sea de hasta 10 KW. En el caso particular de que el consumidor cumpla con estas condiciones y sea propietario del transformador de distribución, la Empresa le aplicará esta tarifa.

*Cargos Del Plan Tarifario:*

US\$ 1.414 por planilla mensual de consumo, en concepto de Comercialización.

**Tabla 3.15:** Tabla que calcula la forma de pago de la planilla de Energía Eléctrica.

<b>BLOQUE DE CONSUMO</b> <i>Kwh.</i>	<b>CARGOS POR CONSUMO</b> <b>US\$</b>	
0 –300	0.052	por cada Kwh. de consumo de hasta 300 Kwh. en el mes.
301 – Superior	0.084	por cada uno de los siguientes Kwh. de consumo en el mes.
6.6%	del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público.	
US\$ 4.0686	contribución para el Cuerpo de Bomberos.	
10%	del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura.	

NOTA: Aquellos abonados cuyos consumos sean superiores a 2.000 Kwh., la Empresa deberá revisar necesariamente la carga instalada, para proceder a un ajuste en su ubicación tarifaria, si el caso amerita.

### 3.3.2 COSTOS INDIRECTOS:-

Son todos aquellos gastos que se realizan para la ejecución del bloque y que no han sido considerados como costos directos. Son los gastos generales técnicos – administrativos necesarios, estos gastos se distribuyen en proporción a los cargos directos de los rubros.

### 3.3.3 CÁLCULO DEL PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO

El cálculo se va a tomar en cuenta todos los rubros que intervienen en la elaboración del bloque elaborado con desechos de la construcción, los precios tomados de los rubros son vigentes hasta el 31 de diciembre del 2005.

## 3.3.3.1 Bloques elaborados con el 25% de escombros:-

## CALCULO PRECIO DE VENTA AL PUBLICO

## A.- Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Costo (\$)
Escombro Triturado	Kg	3,19	0,0000	0,0000
Arena	Kg	9,55	0,0070	0,0669
Cemento	Kg	0,63	0,1241	0,0782
Agua	Lt	0,84	0,0011	0,0009
<b>Subtotal =</b>				<b>0,1460</b>

**Observación:**

- El costo por transporte de material no esta tomado en cuenta, debido a que se pretende tener una escombrera en el mismo sitio donde se encuentra la fábrica.

## B.- Mano de Obra

**Observación:** No esta incluido los beneficios de ley en los sueldos de los obreros.

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Obreros	u	152,00	10	0,8636	0,00115	0,0115
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0115</b>



## C.- Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)	Depreciación para 10 años (\$)		
					Por año	Por Día	Costo Por Bloque
Prensa de Bloques	u	1	152344,00	152344,00	15234,40	57,71	0,00962
Paletas	u	1988	16,00	31808,00	3180,80	12,05	0,00201
Banda Transportadora	u	1	9250,00	9250,00	925,00	3,50	0,00058
Trituradora	u	1	220000,00	220000,00	22000,00	83,33	0,01389
Mini Cargadora	u	2	33000,00	66000,00	6600,00	25,00	0,00417
Montacarga	u	1	48000,00	48000,00	4800,00	18,18	0,00303
Coches para Bloques	u	60	160,00	9600,00	960,00	3,64	0,00061
Herr. Men ( 5% de M. O.)	u						0,00058
<b>Subtotal =</b>							<b>0,0345</b>

## D.- Servicios Básicos

Descripción	Unidad	Cantidad	Consumo (\$)	Costo por Bloque (\$)
Energía Eléctrica	Kwh.	7000	690,90	0,0052
Teléfono			100,00	0,0008
<b>Subtotal =</b>				<b>0,0060</b>

## E.- Personal Administrativo

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Administrativo	u	355,00	4	2,0170	0,0027	0,0108
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0108</b>

## RESUMEN

Descripción	Costo (\$)
A.- Materiales	0,1460
B.- Mano de Obra	0,0115
C.- Equipo y Maquinaria	0,0345
D.- Servicios Básicos	0,0060
E.- Personal Administrativo	0,0108
<b>Total =</b>	<b>0,2087</b>
Porcentaje de Ganacia (30%) =	0,0626
<b>Costo Unitario =</b>	<b>0,2714</b>
I.V.A. ( 12% ) =	0,0326
<b>Precio de Venta al Público =</b>	<b>0,30</b>

## 3.3.3.2 BLOQUES ELABORADOS CON EL 50% DE ESCOMBROS:-

## CALCULO PRECIO DE VENTA AL PUBLICO

## A.- Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Costo (\$)
Escombros Triturados	Kg	6,365	0,0000	0,0000
Arena	Kg	6,365	0,0070	0,0446
Cemento	Kg	0,63	0,1241	0,0782
Agua	Lt	0,84	0,0011	0,0009
<b>Subtotal =</b>				<b>0,1237</b>

**Observación:**

- El costo por transporte de material no está tomado en cuenta, debido a que se pretende tener una escombrera en el mismo sitio donde se encuentra la fábrica.

## B.- Mano de Obra

**Observación:** No está incluido los beneficios de ley en los sueldos de los obreros.

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Obreros	u	152,00	10	0,8636	0,00115	0,0115
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0115</b>

## C.- Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)	Depreciación para 10 años (\$)		
					Por año	Por Día	Costo Por Bloque
Prensa de Bloques	u	1	152344,00	152344,00	15234,40	57,71	0,00962
Paletas	u	1988	16,00	31808,00	3180,80	12,05	0,00201
Banda Transportadora	u	1	9250,00	9250,00	925,00	3,50	0,00058
Trituradora	u	1	220000,00	220000,00	22000,00	83,33	0,01389
Mini Cargadora	u	2	33000,00	66000,00	6600,00	25,00	0,00417
Montacarga	u	1	48000,00	48000,00	4800,00	18,18	0,00303
Coches para Bloques	u	60	160,00	9600,00	960,00	3,64	0,00061
Herr. Men ( 5% de M. O.)	u						0,00058
<b>Subtotal =</b>							<b>0,0345</b>

## D.- Servicios Básicos

Descripción	Unidad	Cantidad	Consumo (\$)	Costo por Bloque (\$)
Energía Eléctrica	Kwh.	7000	690,90	0,0052
Teléfono			100,00	0,0008
<b>Subtotal =</b>				<b>0,0060</b>

## E.- Personal Administrativo

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Administrativo	u	355,00	4	2,0170	0,0027	0,0108
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0108</b>

## RESUMEN

Descripción	Costo (\$)
A.- Materiales	0,1237
B.- Mano de Obra	0,0115
C.- Equipo y Maquinaria	0,0345
D.- Servicios Básicos	0,0060
E.- Personal Administrativo	0,0108
<b>Total =</b>	<b>0,1864</b>
Porcentaje de Ganacia (30%) =	0,0559
<b>Costo Unitario =</b>	<b>0,2423</b>
I.V.A. ( 12% ) =	0,0291
<b>Precio de Venta al Público =</b>	<b>0,27</b>

## 3.3.3.3 BLOQUES ELABORADOS CON EL 75% DE ESCOMBROS:-

## CALCULO PRECIO DE VENTA AL PUBLICO

## A.- Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Costo (\$)
Escombro Triturado	Kg	9,27	0,0000	0,0000
Arena	Kg	3,09	0,0070	0,0216
Cemento	Kg	0,63	0,1241	0,0782
Agua	Lt	0,84	0,0011	0,0009
<b>Subtotal =</b>				<b>0,1007</b>

**Observación:**

- El costo por transporte de material no esta tomado en cuenta, debido a que se pretende tener una escombrera en el mismo sitio donde se encuentra la fábrica.

## B.- Mano de Obra

**Observación:** No esta incluido los beneficios de ley en los sueldos de los obreros.

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Obreros	u	152,00	10	0,8636	0,00115	0,0115
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0115</b>

## C.- Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)	Depreciación para 10 años (\$)		
					Por año	Por Día	Costo Por Bloque
Prensa de Bloques	u	1	152344,00	152344,00	15234,40	57,71	0,00962
Paletas	u	1988	16,00	31808,00	3180,80	12,05	0,00201
Banda Transportadora	u	1	9250,00	9250,00	925,00	3,50	0,00058
Trituradora	u	1	220000,00	220000,00	22000,00	83,33	0,01389
Mini Cargadora	u	2	33000,00	66000,00	6600,00	25,00	0,00417
Montacarga	u	1	48000,00	48000,00	4800,00	18,18	0,00303
Coches para Bloques	u	60	160,00	9600,00	960,00	3,64	0,00061
Herr. Men ( 5% de M. O.)	u						0,00058
<b>Subtotal =</b>							<b>0,0345</b>

## D.- Servicios Básicos

Descripción	Unidad	Cantidad	Consumo (\$)	Costo por Bloque (\$)
Energía Eléctrica	Kwh.	7000	690,90	0,0052
Teléfono			100,00	0,0008
<b>Subtotal =</b>				<b>0,0060</b>

**E.- Personal Administrativo**

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Administrativo	u	355,00	4	2,0170	0,0027	0,0108
					<b>Subtotal =</b>	<b>0,0108</b>

**RESUMEN**

Descripción	Costo (\$)
A.- Materiales	0,1007
B.- Mano de Obra	0,0115
C.- Equipo y Maquinaria	0,0345
D.- Servicios Básicos	0,0060
E.- Personal Administrativo	0,0108
<b>Total =</b>	<b>0,1635</b>
Porcentaje de Ganacia (30%) =	0,0490
<b>Costo Unitario =</b>	<b>0,2125</b>
I.V.A. ( 12% ) =	0,0255
<b>Precio de Venta al Público =</b>	<b>0,24</b>



## 3.3.3.4 BLOQUES ELABORADOS CON EL 100% DE ESCOMBROS:-

## CALCULO PRECIO DE VENTA AL PUBLICO

## A.- Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Costo (\$)
Escombro Triturado	Kg	12,16	0,0000	0,0000
Cemento	Kg	0,63	0,1241	0,0782
Agua	Lt	0,84	0,0011	0,0009
<b>Subtotal =</b>				<b>0,0791</b>

**Observación:**

- El costo por transporte de material no esta tomado en cuenta, debido a que se pretende tener una escombrera en el mismo sitio donde se encuentra la fábrica.

## B.- Mano de Obra

**Observación:** No esta incluido los beneficios de ley en los sueldos de los obreros.

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Obreros	u	152,00	10	0,8636	0,00115	0,0115
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0115</b>

## C.- Equipo y Maquinaria

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)	Depreciación para 10 años (\$)		
					Por año	Por Día	Costo Por Bloque
Prensa de Bloques	U	1	152344,00	152344,00	15234,40	57,71	0,00962
Paletas	U	1988	16,00	31808,00	3180,80	12,05	0,00201
Banda Transportadora	U	1	9250,00	9250,00	925,00	3,50	0,00058
Trituradora	U	1	220000,00	220000,00	22000,00	83,33	0,01389
Mini Cargadora	U	2	33000,00	66000,00	6600,00	25,00	0,00417
Montacarga	U	1	48000,00	48000,00	4800,00	18,18	0,00303
Coches para Bloques	U	60	160,00	9600,00	960,00	3,64	0,00061
Herr. Men ( 5% de M. O.)	U						0,00058
<b>Subtotal =</b>							<b>0,0345</b>

## D.- Servicios Básicos

Descripción	Unidad	Cantidad	Consumo (\$)	Costo por Bloque (\$)
Energía Eléctrica	Kwh.	7000	690,90	0,0052
Teléfono			100,00	0,0008
<b>Subtotal =</b>				<b>0,0060</b>

## E.- Personal Administrativo

Descripción	Unidad	Sueldo Mensual (\$)	Cantidad	Hombre por Hora (\$)	Hombre por Bloque (\$)	Costo (\$)
Administrativo	u	355,00	4	2,0170	0,0027	0,0108
<b>Subtotal =</b>						<b>0,0108</b>

## RESUMEN

Descripción	Costo (\$)
A.- Materiales	0,0791
B.- Mano de Obra	0,0115
C.- Equipo y Maquinaria	0,0345
D.- Servicios Básicos	0,0060
E.- Personal Administrativo	0,0108
<b>Total =</b>	<b>0,1418</b>
Porcentaje de Ganacia (30%) =	0,0426
<b>Costo Unitario =</b>	<b>0,1844</b>
I.V.A. ( 12% ) =	0,0221
<b>Precio de Venta al Público =</b>	<b>0,21</b>

### 3.3.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO:-

Esta investigación deberá tener concordancia con la elaboración de los bloques con escombros, comparando con valores de bloques que se encuentran en el mercado que hemos tomado para su ejecución, dado por un presupuesto referencial, en base a todos los rubros y cantidades de materiales de los bloques que se involucran en la investigación.

Como referencia se tomaron: los precios vigentes en el mercado y los precios constantes en el boletín del 2005 de la Cámara de la Construcción de Quito.

Según las tablas de cálculo de los precios de los bloques elaborados conforme al porcentaje de escombros, se puede dar cuenta que el más conveniente es el bloque que está elaborado con el 100% de escombros, ya que su valor es de 21 centavos de dólar; es mucho menor al de los bloques elaborados con material pétreo común que está con un precio promedio de 39 centavos de dólar.

**Tabla 3.16** :- Tabla de precios de los bloques elaborados con diferentes porcentajes de escombros de la construcción.

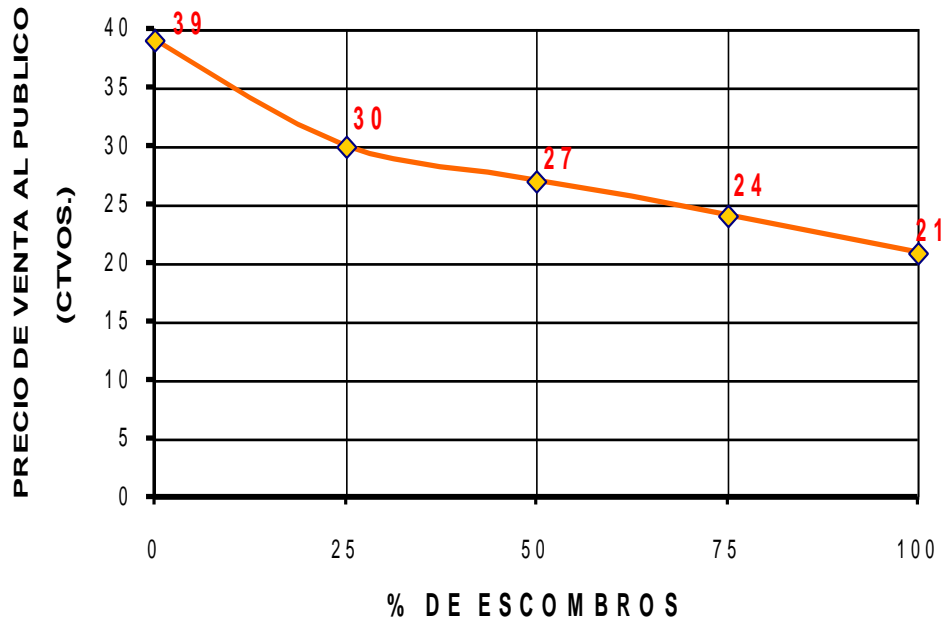
<b>% ESCOMBROS</b>	<b>PRECIO EN CENTAVOS DE DOLAR</b>
0%	39
25 %	30
50 %	27
75 %	24
100 %	21

El precio de venta al público del bloque elaborado con material tradicional es vigente hasta el 31 de diciembre del 2005, y puestos en planta.

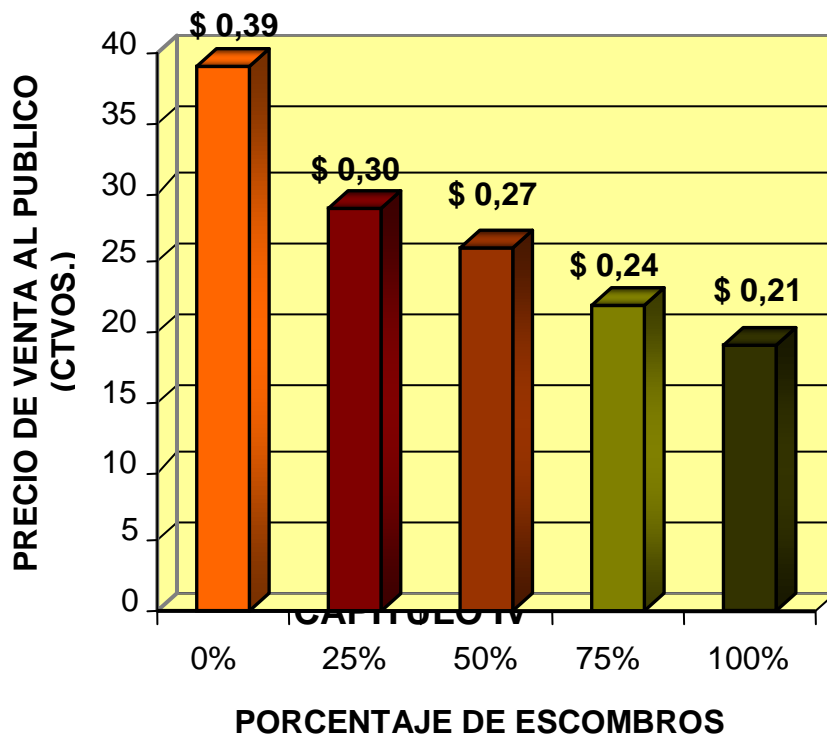
Hay que indicar que los precios unitarios calculados en este capítulo se toman en cuenta de una industria ya instalada y funcionando.

Gráfico 3.1: Porcentaje de escombros vs. Precio de venta al público (ctvos. de dólar)

a)



b)



## **4. VIABILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO**

### **4.1 JUSTIFICACION**

La evaluación financiera es la parte fundamental para determinar la factibilidad de un proyecto, puesto que el análisis de la inversión es muy importante para la organización promotora.

### **4.2 UBICACIÓN SOCIAL.-**

Por el tipo de productos que se van a elaborar en la planta (Bloques y Ladrillos de Hormigón con material de desecho de obra civil) podemos darnos cuenta de la gran proyección que tiene en el ámbito socio-económico del país. La localización por lo tanto está íntimamente relacionada con el costo de transferencia de las materias primas y productos terminados, además de tener las posibilidades de eliminar desechos y residuos: de acuerdo a criterios ecológicos, ambientales y de salud. Se plantea como sitio estratégico de implantación del proyecto el sitio mismo del botadero de desechos de la construcción.

### **4.3 MERCADO.-**

#### **4.3.1. PRODUCTOS**

Bloques son productos que se vienen fabricando en la industria nacional al momento. Con la instalación de esta nueva industria de bloques con material de desecho se producirá, variaciones técnicas las cuales las analizaremos más adelante.

#### **4.3.2. DEMANDA**

Productos de gran demanda tanto en el mercado local de la provincia, como en el nacional. Su grado de demanda es principalmente dependiente del grado de crecimiento poblacional de la región y de la magnitud de obras de bienestar social que inicien los gobiernos seccionales y central: como vivienda.

Dicha demanda en un segundo enfoque dependerá también de la capacidad o poder de compra de los consumidores. A éstos los catalogamos en dos grupos:

- Consumidores institucionales
- Consumidores particulares

En el primer grupo de consumidores, los institucionales, están comprendidos todas las empresas de estado y semiestatales que procuran periódicamente bloques según emprendan obras de vivienda o de uso público.

En el segundo grupo de consumidores, los particulares, es difícil estimar el consumo per cápita ya que diversos factores intervienen en el poder de decisión de los consumidores y visto principalmente que no poseemos datos estadísticos respecto a la capacidad adquisitiva.

#### **4.4. FINANCIAMIENTO**

El proyecto en análisis se ha proyectado financiarse de la siguiente manera:

- Capital propio (sociedad) en 503.322,00 dólares, que representa el 47,3%
- Capital ajeno en 560.000,00 dólares, que representa el 52,7 %

Los valores del capital propio como el del ajeno están detallados en los Anexos de la viabilidad financiera; además de que el capital ajeno será financiado a través de la CFN (Corporación Financiera Nacional) a un interés de 9,35% anual.

#### **4.5. EVALUACIÓN FINANCIERA**

##### **4.5.1. TASA MINIMA ACEPTABLE DE RENDIMIENTO (TMAR) .-**

Para los proyectos de inversión a largo plazo cuya rentabilidad está determinada por los rendimientos futuros, es importante determinar una tasa de descuento que deberá aplicarse a los flujos de caja futuros que permita expresarlos en términos de valor actual y compararlos con la inversión inicial.

El inversionista para tomar una decisión relativa a la ejecución de un proyecto, deberá exigir que su inversión le rinda por lo menos una tasa igual al costo promedio ponderado de las fuentes de financiamiento.

Las fuentes de financiamiento pueden provenir de los inversionistas (accionistas o socios) y de instituciones de crédito. Cualquiera que sea la forma de aportación, cada uno tendrá un costo asociado al capital que aporta y la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Las personas tienen en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión que realiza. Para algunos se llama Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).

En consecuencia, la  $TMAR = \text{Índice Inflacionario} + \text{Premio al Riesgo}$

Ec: 4.1

Ante la dificultad de definir la tasa de inflación, sea esta histórica o proyectada, que permita calcular la TMAR de los accionistas, alternativamente se sugiere utilizar la tasa de interés que cobra el banco por el préstamo, más el premio al riesgo (10%).

#### **4.5.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).-**

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por periodo, con lo cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual.

Expresado de otra manera, se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente neto sea cero; es decir, que el valor presente de los flujos de caja que genere el proyecto sea exactamente igual a la inversión neta realizada.

La TIR representa la rentabilidad obtenida en proporción directa al capital invertido.

Un proyecto debe considerarse bueno cuando su tasa interna de retorno es superior a la tasa de rendimiento mínima requerida para los proyectos. Evidentemente, un proyecto que no reditúe cuando menos la mínima requerida no debe ser aceptado.



La TIR se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$TIR = \frac{FNC1}{(1+r)^1} + \frac{FNC2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FNCn}{(1+r)^n} - 1 = 0 \quad \text{Ec: 4.2}$$

Para el efecto, se calcula utilizando un sistema de aproximaciones sucesivas, partiendo de una tasa de descuento inicial que se establece en forma subjetiva la misma que se va ajustando hasta obtener dos tasas consecutivas que den como resultado un VAN positivo y otro negativo y luego por interpolación se calcula la TIR del proyecto.

#### 4.5.3. VALOR ACTUAL NETO (VAN).-

El valor presente de los flujos que genera un proyecto menos la inversión, puede representar un valor negativo, la inversión no es recomendable; si la diferencia es cero o positiva la inversión es aceptable.

El VAN se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$VAN = INV.INIC. + \frac{FE1}{(1+i)^1} + \frac{FE2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FEn}{(1+i)^n} \quad \text{Ec: 4.3}$$

#### 4.5.4. RAZON BENEFICIO/COSTO

Este método utiliza los mismos flujos descontados y la inversión utilizados en el cálculo de la Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto. La estimación de la razón se la obtiene sumando los flujos y luego se divide para la inversión.

Efectivamente, consiste en sumar todos los flujos provenientes de una inversión descontados con la TMAR y luego el total se divide para toda la inversión, con lo cual se obtiene, en promedio, el número de unidades monetarias recuperadas por cada unidad de inversión, constituyéndose en una medida de rentabilidad global.

$$R = \frac{\text{SUMATORIA (FLUJOS GENERADOS POR EL PROYECTO)}}{\text{INVERSION}} \quad \text{Ec: 4.4}$$

La razón B/C debe ser mayor que la unidad para aceptar el proyecto, lo que a su vez significa que el Valor Actual Neto es positivo, en caso contrario se debe rechazar el proyecto

#### 4.5.5. PERIODO REAL DE RECUPERACIÓN O PAYBACK

El plazo de recuperación real de una inversión es el tiempo que tarda exactamente en ser recuperada la inversión inicial basándose en los flujos que genera en cada periodo de su vida útil.

$$\text{PRR} = "n" \text{ hasta que } \sum (\text{FNC}) = \text{INVERSION} \quad \text{Ec: 4.5}$$

#### 4.5.6. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es donde no se gana ni se pierde; es decir un valor igual a cero.

El punto de equilibrio está calculado con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{CF}{P - CV_u} \quad \text{Ec: 4.6}$$

### 4.6. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Se debe tener en cuenta que para el análisis del proyecto se toma en cuenta que la industria funciona al 100% de su capacidad instalada que es de 1'583.000 unidades al año.

Toda la evaluación financiera del proyecto se encuentra en los Anexos a continuación se detalla los resultados con los cuales se toman las decisiones si es o no viable el proyecto.

**SIMBOLOGIA:**

TMAR.- Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento.

VAN.- Valor Actual Neto.

TIR.- Tasa Interna de Retorno.

R.- Razón Beneficio / Costo.

PE.- Punto de Equilibrio.

CUP.- Costo Unitario del Producto.

PV.- Precio de Venta.

MU.- Margen de Utilidad.

**Tabla 4.1:-** Tabla de resultados de TMAR, TIR, VAN, R, PE y PRRI de los análisis que se muestran en los anexos A2, A3, A4 y A5.

<b>PRODUCTO %ESCOMBROS</b>	<b>TMAR</b>	<b>TIR</b>	<b>VAN</b>	<b>R</b>	<b>PE UNIDADES</b>	<b>PRRI AÑOS</b>
25%	14.11%	16.90%	125.952,00	1.12	999,892	8.06
50%	14.09%	17.20%	138.914,60	1.13	975,209	8.17
75%	14.08%	17.60%	155.619,00	1.15	947,685	8.31
100%	14.06%	17.80%	165.258,80	1.16	928,746	8.39

**Tabla 4.2:-** La Tabla de resultados de CUP, PV y MU de los análisis que se muestran en los anexos A2, A3, A4 y A5.

<b>PRODUCTO %ESCOMBROS</b>	<b>CUP DOLARES</b>	<b>PV DOLARES</b>	<b>MU %</b>
25%	0.26	0.34	24.10%
50%	0.24	0.32	26.30%
75%	0.21	0.30	29.10%
100%	0.19	0.28	31.90%

Interpretando los resultados que se encuentran en las tablas 4.1 y 4.2 tenemos lo siguiente:

- El proyecto no es rentable manteniendo los costos unitarios que se calcularon en el capítulo III; por lo que estos han sido incrementados.

- Mediante el flujo de efectivo se obtuvo un Tasa Interna de Retorno (TIR) en cada uno de los casos mayor a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) lo que nos indica que el proyecto si es viable.
- La razón beneficio-costos nos dan valores positivos mayores que la unidad; con lo que nos indica que si se puede recuperar la inversión; además de que el Payback de este proyecto está entre los 8 a 8.4 años para un valor de inversión de 1'063.000,00 dólares, con lo que podemos decir que es una inversión rentable.
- Con respecto al precio de venta que se plantea en este capítulo no es un precio que se pueda decir muy competitivo con relación a los que se elaboran con materiales tradicionales pero hay que tomar en cuenta que de esta forma se está ayudando no solo a la actividad socio-económica de la ciudad sino al medio ambiente.

## **CAPITULO V**

### **5. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN**

El acelerado crecimiento de la población y concentración en áreas urbanas, el aumento de la actividad industrial y el incremento en los patrones de consumo contribuyen al serio problema de la generación de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe, cuyo manejo incorrecto incide directamente en la degradación ambiental y en el deterioro de la salud pública.

En la época moderna, la política gubernamental apunta a objetivos de medio ambiente basados en el futuro y se piensa que el desarrollo de la economía debería subordinarse al imperativo de la conservación del medio natural.

El ciclo de los residuos sólidos incluye la generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y destino final y en cualquier y en todas sus etapas, su manejo incorrecto puede generar impactos en los medios físico, biológico y antrópico.

Resulta esencial el tratamiento acertado de los residuos sólidos y su consideración de forma priorizada en el contexto de las actividades de [Gestión Ambiental](#), a través de los cuales se potencie el establecimiento de esquemas de manejo [seguro](#) que garanticen un mayor nivel de protección ambiental, como parte de las metas y [objetivos](#) de los diferentes sectores productivos y de [servicios](#), en [función](#) del Perfeccionamiento Empresarial.

El fin es preservar el ambiente, mejorar la calidad de vida de los habitantes y minimizar los efectos que se derivan por el aprovechamiento de los Recursos Naturales en beneficio de las actuales y futuras generaciones

Para que haya un manejo adecuado de residuos sólidos, es necesario que las políticas y programas nacionales apoyen e incentiven la reducción de la generación de residuos sólidos, el reciclaje y estimulen la adopción de tecnologías limpias de producción industrial.

El manejo de los residuos sólidos debe incluir una adecuada planificación, diseño y utilización de tecnologías y prácticas apropiadas para ser fuente de beneficio social y económico a través de la creación de nuevas oportunidades de empleo local y de generación de ingreso por la venta de materiales usados, ahorro de energía por el reprocesamiento de materiales reutilizables segregados de los desechos, y la prevención de costos generados por la degradación ambiental, la seguridad y la asistencia médica de personas contaminadas.

Desde el punto de vista económico, la minimización de residuos puede generar, si las condiciones de mercado lo permiten, un ahorro monetario a la sociedad al extender la vida útil de rellenos sanitarios y, por ende, postergar en costos de reemplazo futuro para disposición final. Un buen manejo de residuos optimiza la utilización de los recursos naturales, especialmente los no renovables, y puede contribuir para la recuperación de áreas degradadas.

## 5.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVOS

En diferentes ocasiones, se ha intentado dar solución al problema de los residuos sólidos en el país. Durante los años setenta, el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), adscrito al Ministerio de Salud Pública, tenía la responsabilidad del sector de agua potable y saneamiento, dentro del cual se incluía la gestión de residuos sólidos. El IEOS realizó estudios en todas las capitales provinciales del país, a partir de un acuerdo multinacional firmado en Chile en 1974.

Así mismo, durante los años 80, el IEOS trabajó en la implementación de dichos estudios con la colaboración de los municipios. Entre 1989 y 1990, el IEOS realizó la primera encuesta sobre cantidad y calidad de los residuos sólidos, cuyos resultados fueron publicados posteriormente por la Fundación Natura.

En la década de los 90, el Banco del Estado (BEDE) realizó múltiples estudios de residuos sólidos e iniciativas para la implantación de estudios en cuanto a rutas de recolección y rellenos sanitarios, siendo las más exitosas, las correspondientes al establecimiento de los rellenos sanitarios de Loja y Tulcán.

Entre 1994 y 1999, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) realizó la implantación de rellenos sanitarios en 10 municipios pequeños y medianos. En este periodo el Municipio de Quito realizó su Plan Maestro y el Municipio de Guayaquil concesionó el servicio de aseo urbano e inauguró el relleno sanitario más grande del país.

En septiembre del 2000, el MIDUVI, a través de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA), con la colaboración de la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ), realizó un análisis del marco jurídico e institucional relacionado con el manejo de los residuos en el Ecuador, con el objeto de plantear acciones y estrategias para un reordenamiento del sector.

No obstante los esfuerzos realizados para atender la problemática relativa al mal manejo de los residuos sólidos, como lo señalan las iniciativas antes mencionadas,

se puede decir que actualmente constituye un problema de alcance nacional, ya que los servicios básicos de aseo urbano en el país, en términos de cobertura, eficiencia y calidad, no han logrado atender a la mayoría de la población en forma satisfactoria, situación que compromete seriamente la salud y el bienestar de la comunidad, afectando con mayor intensidad a los segmentos menos privilegiados económicamente de la población.

Se puede decir por lo tanto, que la falta de infraestructura y la carencia de servicios eficientes para el manejo de los residuos sólidos son el motivo fundamental para que se registren coberturas sumamente deficientes en cuanto a la recolección y a la disposición final de estos residuos. Al respecto, se estima una generación a nivel nacional de 7.423 ton/día de basura, estimándose que se recolecta formalmente el 49% y que se confina convenientemente un 30%.

La cantidad restante de desechos sólidos normalmente tiene como destino final los botaderos clandestinos creados en cualquier lugar de las ciudades, como es el caso de las quebradas y otros espacios abiertos para depósito de escombros, convirtiéndose en un problema ambiental y de salud pública.

Según la EMSAT, en Quito la cantidad de escombros que se generan es similar a la de residuos sólidos medidos en toneladas. No existen datos sobre los impactos provocados por los escombros que son manejados de una forma poco técnica, tampoco se han cuantificado económicamente los daños.

Conociendo entonces la problemática que los residuos sólidos generan en el medio ambiente, se intenta colaborar con la disminución de estos, reciclando los escombros, para la realización de mampuestos para la construcción.

Los escombros cuando son descartados de las construcciones, causan problemas por la carga; se podría comparar que el peso de un relleno de 2 m de altura de escombros, equivale al peso de un edificio de 3 pisos; y por su volumen al ocupar el lugar de los residuos sólidos domiciliarios, los escombros sobrecargan las operaciones de transporte hacia el relleno sanitario.

Para la elaboración de los bloques se identifican dos tipos de residuos:

- Los residuos (fragmentos) de elementos prefabricados, como materiales de cerámica, bloques de cemento, demoliciones localizadas, etc.;
- Los residuos (restos) de materiales elaborados en la obra, como hormigón y argamasas, que contienen cemento, cal, arena y piedra.

### **5.3 OBJETIVOS**

Tomando en consideración las necesidades socio-económicas y preocupaciones medio ambientales, se han determinado objetivos fundamentales para la elaboración del estudio de impacto ambiental de este proyecto.

#### **5.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Minimizar los desechos sólidos (escombros), en los diferentes botaderos, para así colaborar con la conservación del medio ambiente; y con la optimización de los agregados; realizando mampuestos que serán utilizados en la construcción.

#### **5.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y evaluar la magnitud e importancia de los impactos positivos y negativos que tendrá el proyecto en su zona de influencia.
- Minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el medio ambiente y la salud.

### **5.4 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

El Área de Influencia Directa (AID), se refiere al lugar geográfico que es intervenido directamente en el desarrollo del proyecto. El propósito es que este proyecto se



difunda a nivel nacional, es decir, que esta propuesta se desarrolle en todas las ciudades del Ecuador, para colaborar con la disminución de la cantidad de escombros desechados en botaderos clandestinos.

Para empezar, el AID esta definida como la zona que corresponde a la provincia de Pichincha, la ciudad de Quito y sus valles, además de las diferentes construcciones debidamente sectorizadas, por donde se realizará la recolección del material de desecho.

## 5.5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La importancia de los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos depende de las condiciones particulares de la localización, geomorfología, y demás características de los medios físico, biótico y antropico, así como las características de los materiales desechados.

### 5.5.1 AMBIENTE FÍSICO:

- **Contaminación del Aire.**- La descarga de escombros en los diversos sitios de acopio producen un levantamiento de polvo irritantes para la salud y el medio ambiente.
- **Contaminación del Agua.**- El vertimiento de escombros puede contaminar las aguas superficiales o subterráneas usadas para el abastecimiento público, además de ocasionar inundaciones por obstrucción de los canales de drenaje y del alcantarillado.
- **Contaminación del suelo.**- La descarga y acumulación de escombros en sitios periurbanos, urbanos o rurales producen impactos estéticos. El volcamiento de escombros en sitios frágiles o inestables y en depresiones causadas por erosión puede ocasionar derrumbes de franjas de morros y residencias construidas en áreas de riesgo o suelos con pendiente.

### 5.5.2 AMBIENTE BIÓTICO

Los impactos ambientales directos sobre la flora y fauna se encuentran asociados, en general, a la remoción de espécimen de la flora y a la perturbación de la fauna nativa durante la fase de construcción, y a la operación inadecuada de un sistema de disposición final de residuos.

### **5.5.3 AMBIENTE SOCIO-ECONÓMICO**

La degradación ambiental conlleva costos sociales y económicos tales como la devaluación de propiedades, pérdida de turismo, y otros costos asociados, tales como, la salud de los trabajadores y de sus dependientes. Impactos positivos pueden ser la generación de empleos, el desarrollo de técnicas autóctonas, de mercados para reciclables y materiales de re-uso.

Por otra parte, la falta de conciencia colectiva y/o conductas sanitarias por parte de la población para disponer sus residuos, dejándolos abandonados en calles, áreas verdes, márgenes de los ríos, playas, deteriorando así las condiciones del paisaje existente y comprometiendo a la estética y al medio.

## **5.6 CONSIDERACIONES LEGISLATIVAS Y NORMATIVAS**

Las Ordenanzas Municipales vigentes, relacionadas con nuestro proyecto son:

- ✦ Ordenanza No 031: “LOS VALORES MAXIMOS PERMISIBLES DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN Y PARÁMETROS DE INTERES SANITARIO PARA DESCARGAS LIQUIDAS Y VALORES MAXIMOS PERMISIBLES PARA EMISIONES A LA ATMOSFERA COMO PARTE SUSTANTIVA DE LA ORDENANZA METROPOLITANA SUSTITUTIVA DEL CAPITULO 3, DEL TITULO 5, DEL LIBRO SEGUNDO DEL CODIGO MUNICIPAL”.
  
- ✦ Ordenanza No 0100: “DEL SERVICIO ESPECIAL DE ESCOMBROS, TIERRAS, CENIZA VOLCANICA Y CHATARRA”.

## **5.7 DETERMINACIÓN DE LOS POTENCIALES IMPACTOS DEL PROYECTO**

En nuestro proyecto del reciclaje de los escombros, para la elaboración de mampuestos a utilizarse en la construcción, se definen como ACCIONES DEL PROYECTO a los siguientes términos:

### **5.7.1 RECOLECCIÓN**

Es la selección de los elementos que conforman los escombros, para su utilización en la conformación de los bloques.

### **5.7.2 TRANSPORTE**

Esta acción producirá la circulación de grandes vehículos colectores de los escombros reciclados. Esta acción podría afectar en el tráfico en las zonas de recolección, y en la salud

### **5.7.3 ALMACENAMIENTO**

Es el acopio de los escombros reciclados cerca del lugar donde se va a realizar la producción de los mampuestos. Esta acción puede producir sobrecarga en el área de acopio, y contaminación en el aire.

### **5.7.4 TRITURACIÓN**

Se refiere al aplastamiento de los escombros recolectados, con el fin de obtener partículas menores a  $\frac{3}{4}$  " de diámetro, ya que este es el tamaño necesario para la elaboración de los mampuestos. Esta acción producirá polvo en grandes cantidades, y por ende una contaminación al aire

### **5.7.5 PRODUCCIÓN**

Es la fabricación propiamente dicha de los mampuestos. Esta acción puede provocar incidencia en la sociedad.

## 5.8 DISEÑO DE MEDIDAS AMBIENTALES

En el medio urbano lo que se pretende es brindar un centro de localización de escombros (provenientes de las construcciones) en donde se satisfaga todas las necesidades de eliminación de escombros de la siguiente manera:

- Se determinará un centro de acopio del material sectorizado por zonas.
- El transporte se lo realizará a través de bañeras 30 m<sup>3</sup>.de capacidad.
- La eliminación de los escombros se lo realizará de la siguiente forma:
  - Recolección
  - Selección
  - Trituración
  - Proceso (Elaboración de mampuestos).
  - Distribución.
- Para mitigar el impacto de los procesos de eliminación de escombros se tomarán las siguientes medidas:
  - La trituración se la realizará al aire libre, con la utilización de esperjeadores de agua para evitar polvaredas.
  - La contaminación a través del monóxido de carbono se la tratará a través de un adecuado sistema de circulación de las máquinas para que esta sea libre y no estacionaria.
  - Los desechos sólidos abandonados constituyen una molestia pública. Es por esta razón, que uno de los planes es realizar la recolección de dichos escombros como el sistema de recolección de basura de los medios urbanos, es decir, a través de un servicio por horas y días.

## 5.9 MATRIZ DE LEOPOLD

Esta matriz elaborada por Leopold y otro en 1971, fue la primera en este campo y ha sido ampliamente utilizada. Las matrices causa – efecto son, sobre todo, métodos de

identificación y valoración que pueden ser ajustados a las distintas fases del proyecto arrojando resultados cualitativos y cuantitativos, realizando un análisis de las relaciones de causalidad entre una acción dada y sus posibles efectos en el medio.

Esta matriz proporciona la relación entre la causa – acción del proyecto y el factor ambiental sobre el que esta actúa, produciendo un efecto. Por ello, a veces se lo califica como causa – efecto.

En cada elemento de la matriz (celdilla) se incluyen dos números separados por un diagonal. Uno indica la “magnitud” de la alteración del factor ambiental correspondiente y, por tanto, el grado de impacto, y el otro la “importancia” del mismo.

Tabla 5.1: Matriz de Leopold

ACCIONES DEL PROYECTO FACTORES AMBIENTALES		RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ALMACENAMIENTO	TRITURACIÓN	PRODUCCIÓN	IMPACTOS		Σ
							+	-	
CATEGORIA	COMPONENTES								
AMB. FISICO	Aire	2		2	6		0	1	-54
	Agua	3		-6	-8		2	0	2
	Suelo	8		2			8	0	26
AMB. BIOTICO	Flora	5		-7			6	0	8
	Fauna	2					6	0	8
AMB. SOCIO-ECON	Salud	4			2		0	2	-36
	Tráfico	-6	3		-3	4	0	2	-31
	Economía		-5			-4	24	0	84
	Escenario		3	4		8	13	0	42
		7	6						
	<b>+</b>	57	5	0	0	17	<u>59</u>	<u>5</u>	↓
	<b>-</b>	0	0	9	6	0			<b>49</b>
	<b>Σ</b>	80	-3	-26	-58	56	→	<b>49</b>	

En la matriz de interacción propuesta por Leopold, se puede verificar a través de los impactos positivos (**59**) y negativos (**3**), la afectación a los componentes Ambientales analizados.

De la interacción de las acciones humanas (Columnas) y los parámetros ambientales (filas) dentro del proyecto de Elaboración de Mampuestos para la Construcción, se deduce que el proyecto propuesto es beneficioso principalmente: para la economía del hombre, porque al crearse una nueva fuente de trabajo, genera empleo; y para el medio, ya que mejora su estética al recuperar áreas afectadas.

## CAPITULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- En los ensayos comparativos realizados, a los bloques huecos de hormigón elaborados con escombros reciclados de las construcciones civiles, y a los elaborados con material pétreo tradicional, se verificó, que los primeros cumplen satisfactoriamente con todos los requerimientos que un mampuesto debe tener, de acuerdo a las normas INEN y ASTM, como indicamos a continuación:
  - ✓ En los ensayo de absorción de agua realizados a los bloques elaborados con material tradicional, obtuvimos un promedio del 10,6 %, siendo este valor superior al porcentaje de los mampuestos sugeridos, encontrando que el bloque elaborado con el 50 % de escombros obtuvo una absorción del 9,5% de agua.
  - ✓ El mampuesto elaborado con el 25 % de escombros, es el mas denso de los comparados, ya que tiene una densidad de 1972,96 Kg./m<sup>3</sup>, superior al bloque normal, con una densidad de 1880,99 Kg./m<sup>3</sup>.
  - ✓ La rugosidad de los mampuestos estudios es similar entre ellos, por lo que no amerita discernir entre ellos.
  - ✓ En el ensayo a la resistencia a la compresión se observó que: los bloques elaborados con escombros reciclados tuvieron una mayor resistencia, que los elaborados con material pétreo tradicional; teniendo una resistencia de 5,74 MPa, de los elaborados con el 100% de escombros, a 2,73 MPa de los elaborados con material tradicional.
  - ✓ Refiriéndose al ensayo de compresión en pilas, obtuvimos como resultados que las pilas de bloques elaboradas con el 100% de escombros de la construcción, tuvo una resistencia de 1,59 MPa, superior a las demás pilas de los bloques ensayadas.
  - ✓ La fuerza de la adherencia debido a la flexión de mampostería, depende de la adhesión mortero-mampuesto.

- ✓ En el ensayo para la tensión diagonal en estructuras de mampostería, tuvimos como resultados, que el murete conformado con bloques elaborados con 100 % de escombros, resistieron mayor carga, siendo esta 23279,17 KN. El murete de menor resistencia, fue el conformado con bloques tradicionales, siendo esta resistencia de 14827,59 KN.
- Un mampuesto semi-estructural elaborado con material pétreo tradicional, tiene un costo en el mercado de 39 centavos de dólar. Si estos mampuestos se elaboran con un 25 % de escombros, su precio disminuiría un 23 % que equivale a 30 centavos de dólar; y si se elaboran con el 100 % de escombros reciclados, el valor de estos bajaría un 46 %, que es igual a 21 centavos de dólar.
- Dentro de lo referente a la viabilidad económica y financiera concluimos que el bloque elaborado con 100% de escombros es el que mejor costo tiene y sus índices financieros indican un mejor rendimiento de la inversión y un margen de utilidad mayor y también cumplen con todos los ensayos realizadas.
- El déficit habitacional estimado en el país es de Un millón trescientas mil viviendas con un crecimiento estimado de veinte mil viviendas por año de los cuales aproximadamente el 25% es de la provincia de pichincha además de que existen actualmente proyectos de vivienda emprendidos ya por el ministerio de bienestar social, el municipio y mutualistas que financian obras de vivienda. Calculamos una capacidad instalada de 9'240.000 unidades/año de producción en la región , lo cual nos demuestra claramente que no se llegaría a abastecer a toda la demanda institucional. Cabe recalcar que la capacidad instalada de las otras empresas son tomados en cuenta con producción de mampuestos con materiales pétreos y más no con escombros por lo que sus precios estarían muy por encima de los que se instalaría con la nueva planta.
- En la matriz de interacción propuesta por Leopold, se puede verificar a través de los impactos positivos (59) y negativos (3), la afectación a los componentes ambientales analizados; concluyendo que esta es beneficiosa tanto para el medio ambiente como para la economía del hombre.



## RECOMENDACIONES

- Para la elaboración de los ensayos se recomienda tener claro el procedimiento para tener una favorable obtención de los resultados.
- El ensayo de compresión de los bloques se toma mucho en cuenta en la construcción civil, por lo que hay que tener mucho cuidado en la elaboración de este.
- Para la elaboración de los mampuestos con material reciclado de la construcción, la materia prima debe estar libre de impurezas como por ejemplo tierra; porque los resultados en los ensayos de resistencia de los mampuestos disminuirían.
- La ubicación de la planta de elaboración de los mampuestos con material reciclado de la construcción se recomienda que esté en el mismo lugar de la escombrera para abaratar costos de elaboración del mampuesto.
- Es muy importante que se haga una campaña publicitaria demostrativa del mampuesto, para la aceptación de este a la comunidad.
- Este proyecto es muy recomendable para la comunidad porque se eliminarían en gran cantidad escombreras que después se transforman en botaderos de basura a cielo abierto y también dañan la estabilidad del talud donde se encuentra la escombrera.
- Este proyecto debería ser parte de cada una de las municipalidades del país, para así asegurar la salida del producto al mercado, y la recuperación de la inversión.

**BIBLIOGRAFIA**

NORMA INEN 694, "Granulometría de los Agregados".

Norma INEN 856, "Determinación de la Densidad y Absorción de Agua de Áridos Finos para Hormigón".

Norma INEN 857, "Determinación de la Densidad y Absorción de Agua de Áridos Gruesos para Hormigón".

Norma INEN 642, "Determinación de la Densidad y Absorción de Agua en Bloques Huecos de Hormigón".

Norma INEN 640, "Determinación de la Resistencia a la Compresión en Bloques Huecos de Hormigón".

Norma INEN 643, "Requisitos de los Bloques Huecos de Hormigón".

Norma INEN 638, "Definiciones, Clasificación, Y Condiciones Generales de los Bloques Huecos de Hormigón".

Norma ASTM C 1314-00a, "Ensayo de Compresión Axial en Prismas de Mampostería".

Norma ASTM E 518-00, "Ensayo para Determinar la Fuerza de Adherencia debido a Flexión de Mampostería".

Norma ASTM E519-00, "Ensayo para Determinar la Tensión Diagonal en Estructuras de Mampostería".

V. POLLET, et al. "Recycled aggregates: alternative resources for the construction industry. In: International Conference Buildings and the environment, 2., Proceedings. Paris. 1997".

C. DE PAUW. "Recyclage des descombres d' une ville sinistree. CSTC Revue n. 4".

EMPRESA ELECTRICA QUITO, "Plan Tarifario para la Industria"

CÁMARA DE LA CONSTRUCCIÓN DE QUITO, Revista de Rubros y Precios Unitarios.

FABYASA, Fábrica de Bloques y Adoquines S.A.

<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/ajmol.html>

Guia para la Evaluación de impacto ambiental para proyectos de residuos Sólidos Municipales, Procedimiento Básico, Banco Internacional de Desarrollo, Diciembre, 1977.

<http://www.habitat.org/languages/spanish/profiles/ecuadorESP.html>

[www.ceve.org.ar/castellano.htm](http://www.ceve.org.ar/castellano.htm)

[http://todoarquitectura.com/v2/v\\_ver\\_B.asp?t=EcoTA\\_009&d=n&11=EcoTA&t2=Art%EDculo%20destacado](http://todoarquitectura.com/v2/v_ver_B.asp?t=EcoTA_009&d=n&11=EcoTA&t2=Art%EDculo%20destacado)

<http://ecoportal.com.ar/articulos/construir.htm>