



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“REUTILIZACIÓN DE POLÍMEROS COMO ALTERNATIVA SOCIO  
AMBIENTAL Y ECONÓMICA EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES”**

Tesis previa a la obtención del  
Título de Ingeniero Ambiental

**AUTORAS:**

Nataly Jacqueline Orellana Ríos

María Ángela Serrano López

**DIRECTOR:**

Ing. Msc. Jorge Washington Delgado Noboa

CUENCA – ECUADOR

2015



## RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue el planteamiento de un producto innovador con respecto a la composición del material con el que se encuentran hechos los bloques prefabricados para construcción, la idea base fue la disminución de áridos en el material de conglomerado, lo que nos daría como resultado un nuevo producto que en su cadena de producción generaría impactos de orden social vinculados a las personas que trabajan con el reciclaje, económico por el costo final del producto, tecnológico por la constitución de un nuevo material y ambiental por la reutilización de polímeros que de otra manera serían desechados.

Para la validación de esta propuesta se sometió el nuevo bloque a una experimentación en laboratorio comparando los valores resultantes, a los exigidos por la normativa NTE-INEN. Variando el porcentaje de carga de polímero en la mezcla desde el 10% hasta el 40% de 10 en 10.

El análisis de laboratorio concluye que la carga de polietileno no debe ser superior al 10% y debe utilizarse el de alta densidad, la eliminación de los intermediarios con respecto a las ventas de las personas que trabajan con reciclaje representa un impacto significativo en su labor, un aspecto fundamental es la competitividad del nuevo bloque con respecto al bloque prefabricado tradicional.

Finalmente con respecto al aspecto ambiental, se observa un doble efecto positivo, contribuye a la disminución de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario y este nuevo producto no genera impactos que puedan alterar las condiciones medio ambientales.

Palabras clave: Mortero, Matriz Polimérica, Polietileno de alta Densidad, Polietileno de baja Densidad, PET.



## ABSTRACT

The main objective of this essay was to approach innovation with respect to the composition of the material with the prefabricated building blocks are made of, the base idea was to replace the use of aggregates in conglomerate, which would give us a new product resulted in the production chain that would generate impacts of social order linked to the people who work with recycling, economical for the final product cost, technology for the creation of a new and environmental material by reusing polymers would otherwise be discarded .

To validate this hypothesis the new block was subjected to laboratory experimentation comparing resulting to those required by the rules NTE- INEN values. Varying the percent loading of polymer in the blend from 10% to 40% of 10 in 10.

The laboratory analysis concludes that the burden of polyethylene must not exceed 10 % and should be used on high density, then removing intermediaries with respect to sales of people working with recycling represents a significant impact on their work, on the other hand the final cost of the new block is competitive with traditional building block.

Finally as for the environmental aspect a double positive effect occurs, contributes to the reduction of solid waste going to landfill, and because of the other production process of this new product does not generate impacts that could alter environmental conditions.

Keywords: Mortar, Polymer Matrix, high-density polyethylene, low-density polyethylene, PET



## ÍNDICE GENERAL

|  |    |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 19 |
| II. JUSTIFICACIÓN.....   | 21 |
| III. GENERALIDADES.....  | 22 |
| POLÍMEROS.....   | 22 |
| □ CONCEPTO.....  | 22 |
| □ CLASIFICACIÓN.....   | 22 |
| □ PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL PLÁSTICO.....   | 24 |
| REALIDAD MUNDIAL DEL PLÁSTICO .....  | 25 |
| REALIDAD LOCAL DEL PLÁSTICO.....   | 26 |
| OBJETIVO GENERAL .....   | 29 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....  | 29 |
| 1 CAPÍTULO – CARACTERIZACIÓN DE LOS POLÍMEROS PROVENIENTES<br>DEL RELLENO SANITARIO DE PICHACAY .....  | 30 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN .....   | 30 |
| 1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS UTILIZADOS.....   | 30 |
| 1.2.1 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PE LD 4) .....   | 30 |
| 1.2.2 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PE HD 2).....  | 33 |
| 2. CAPÍTULO – ESTUDIO DE LA MEZCLA (AGUA, PLÁSTICO, CEMENTO)<br>EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES ..... | 37 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN .....   | 37 |
| 2.2 BLOQUES.....   | 37 |
| 2.2.1 CONCEPTO .....   | 37 |
| 2.2.2 HISTORIA.....  | 37 |
| 2.2.3 CLASIFICACIÓN .....  | 38 |
| 2.3 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA Y EXPERIMENTAL.....  | 39 |
| 2.3.1 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA .....  | 39 |
| 2.3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.- MÉTODOS Y MATERIALES ..   | 41 |
| 3 CAPÍTULO - MEDICIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS<br>FÍSICO – MECÁNICO DEL PRODUCTO.....      | 54 |
| 3.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS REGLAMENTARIOS .....  | 54 |
| 3.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....   | 54 |



|   |     |
|---|-----|
| 3.1.2 ABSORCIÓN A LA HUMEDAD .....  | 56  |
| 3.1.3 RETRACCIÓN AL SECADO.....   | 58  |
| 3.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS NO OBLIGATORIOS .....  | 61  |
| 3.2.1 AISLAMIENTO ACÚSTICO .....  | 61  |
| 3.2.2 RESISTENCIA AL FUEGO .....  | 62  |
| 3.3 CORROBORACIÓN DE RESULTADOS DEL BLOQUE ÓPTIMO 1PEHD<br>.....  | 63  |
| 3.3.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS OBLIGATORIAS .....  | 63  |
| 3.3.2 RESULTADOS DE LAS NO PRUEBAS OBLIGATORIAS.....  | 66  |
| 3.4 RESULTADOS Y COMPARACIÓN DEL BLOQUE TRADICIONAL CON<br>LA MUESTRA ÓPTIMA DEL BLOQUE DE POLIETILENO Y LA NORMA<br>INEN. .... | 67  |
| 4 CAPÍTULO – ANÁLISIS DE ASPECTOS SOCIO AMBIENTAL Y<br>ECONÓMICO.....   | 71  |
| 4.1 INTRODUCCIÓN .....  | 71  |
| 4.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES<br>AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.....   | 72  |
| 4.2.1 ANÁLISIS AMBIENTAL .....  | 72  |
| 4.2.2 ANÁLISIS SOCIAL.....  | 73  |
| 4.2.3 ANÁLISIS ECONÓMICO .....  | 74  |
| 4.3 RESULTADOS.....   | 77  |
| 4.3.1 ANÁLISIS AMBIENTAL .....  | 77  |
| 4.3.2 ANÁLISIS SOCIAL.....  | 82  |
| 4.3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO .....  | 98  |
| CONCLUSIONES.....   | 106 |
| RECOMENDACIONES .....   | 108 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 109 |
| ANEXOS .....  | 112 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1.-Clases de Polímeros Termoplásticos .....  | 23 |
| Tabla 2.-Clases de Polímeros Termoestables.....  | 24 |
| Tabla 3.-Cantidad de basura generada en el Cantón Cuenca .....   | 27 |
| Tabla 4.- Componentes y Porcentaje en peso de Basura Generada en el Cantón Cuenca .....  | 28 |
| Tabla 5.-Propiedades Eléctricas de PE LD .....   | 31 |
| Tabla 6.-Propiedades Físicas de PE LD .....  | 31 |
| Tabla 7.-Propiedades Físicas de PE LD .....  | 32 |
| Tabla 8.-Propiedades Térmicas de PE LD .....   | 32 |
| Tabla 9.-Propiedades Químicas de PE LD.....  | 33 |
| Tabla 10.-Propiedades Eléctricas de PE HD.....   | 34 |
| Tabla 11.-Propiedades Eléctricas de PE HD.....   | 34 |
| Tabla 12.-Propiedades Mecánicas de PE HD .....   | 35 |
| Tabla 13.-Propiedades Térmicas de PE HD.....   | 35 |
| Tabla 14.-Propiedades Químicas de PE HD .....  | 36 |
| Tabla 15.-Tipos de Bloques Huecos de Hormigón y sus usos .....   | 38 |
| Tabla 16.-Requisitos de Resistencia a la Compresión establecidos en la normativa INEN .....  | 44 |
| Tabla 17.-Composición en peso y porcentaje del Bloque Tradicional .....  | 52 |
| Tabla 18.-Peso en kilogramos (Kg) de la materia prima, utilizada para la producción del Eco Bloque.....                                    | 52 |
| Tabla 19.-Simbología de reconocimiento de los prototipos.....  | 54 |
| Tabla 20.-Resultados de la Resistencia a la Compresión en MPa de los 8 tipos de mezclas .....  | 55 |
| Tabla 21.-Resultados del Porcentaje de Absorción a la Humedad de los 8 Tipos de mezclas .....  | 57 |
| Tabla 22.-Resultados del porcentaje de Retracción al Secado de los 8 tipos de mezclas .....  | 59 |
| Tabla 23.-Resultados del porcentaje de disminución de ruido de los 8 tipos de mezclas .....  | 61 |
| Tabla 24.-Resultados de la prueba de Resistencia a la Compresión.....  | 63 |
| Tabla 25.-Resultados de la prueba de Absorción a la Humedad. ....  | 64 |
| Tabla 26.-Resultados de la prueba de Retracción al Secado.....   | 65 |
| Tabla 27.-Comparación de los Ensayos Obligatorios de un bloque tradicional, con el bloque de la mezcla optima 1D PEHD y la Normativa. .... | 67 |
| Tabla 28.-Parámetros de valoración de impactos .....   | 77 |
| Tabla 29.-Tipo de género .....   | 85 |
| Tabla 30.-Intervalos de edades considerados para la encuesta .....   | 86 |
| Tabla 31.- Aceptación del producto.....  | 87 |
| Tabla 32.-Tipos de materiales de construcción .....  | 88 |
| Tabla 33.- Conocimiento de la población a cerca del Bloque Ecológico .....   | 89 |
| Tabla 34.-Afinidad de construcción con el Eco Bloque .....   | 89 |



|  |     |
|--|-----|
| Tabla 35.-Motivos de uso del Eco Bloque .....                            | 90  |
| Tabla 36.-Costos plateados para el Eco Bloque .....                      | 91  |
| Tabla 37.- Listado de los miembros de la recicladora AREV .....          | 93  |
| Tabla 38.-Costos de mano de obra directa .....                           | 98  |
| Tabla 39.-Costos de materia prima en el mercado local .....              | 98  |
| Tabla 40.-Costos de materia prima directa .....                          | 98  |
| Tabla 41.-Costos de materia prima directa .....                          | 99  |
| Tabla 42.-Costos de materia prima indirecta.....                         | 100 |
| Tabla 43.-Costos de los servicios básicos utilizados por día .....       | 100 |
| Tabla 44.-Costos de mantenimiento de la maquinaria a los 6 meses .....   | 100 |
| Tabla 45.- Costo diario de transporte .....                              | 101 |
| Tabla 46.-Costos totales indirectos .....                                | 101 |
| Tabla 47.-Costos totales de inversión .....                              | 101 |
| Tabla 48.-Costos fijos de producción por día .....                       | 102 |
| Tabla 49.- Costos variables de producción por día .....                  | 103 |
| Tabla 50.-Costos utilizados para determinar el punto de equilibrio ..... | 104 |
| Tabla 51.-Valores para la gráfica del punto de equilibrio .....          | 104 |



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |     |
|---|-----|
| Gráfico 1.- Consumo Global de Plástico .....  | 26  |
| Gráfico 2.- Resumen de los pesos anuales de desechos sólidos dispuestos en el relleno sanitario de Pichacay peso (Tn) ..... | 28  |
| Gráfico 3.- Resistencia a la Compresión (MPa) del PE HD.....  | 55  |
| Gráfico 4.-Resistencia a la Compresión (MPa) del PE LD .....  | 56  |
| Gráfico 5.-Porcentaje de Absorción de Humedad de PE HD .....  | 57  |
| Gráfico 6.-Porcentaje de Absorción de Humedad de PE LD .....  | 58  |
| Gráfico 7.-Porcentaje de Retracción al Secado de PE HD.....   | 60  |
| Gráfico 8.-Porcentaje de Retracción al Secado de PE LD .....  | 60  |
| Gráfico 9.-Niveles de Ruido.....  | 62  |
| Gráfico 10.- Resultados de la prueba de Resistencia a la Compresión .....   | 64  |
| Gráfico 11.- Resultados de la prueba de Absorción a la Humedad.....   | 65  |
| Gráfico 12.-Resultados de la prueba de Retracción al Secado.....  | 66  |
| Gráfico 13.- Comparación de la Resistencia a la Compresión. ....  | 67  |
| Gráfico 14.-Comparación de la Absorción a la Humedad .....  | 68  |
| Gráfico 15.-Comparación de Retracción al Secado .....   | 68  |
| Gráfico 16.-Tipo de género.....   | 85  |
| Gráfico 17.-Intervalos de edades considerados para la encuesta.....   | 86  |
| Gráfico 18.- Aceptación del producto .....  | 87  |
| Gráfico 19.-Tipos de materiales de construcción .....   | 88  |
| Gráfico 20.-Conocimiento de la población a cerca del Bloque Ecológico.....  | 89  |
| Gráfico 21.- Afinidad de construcción con el Eco Bloque.....  | 90  |
| Gráfico 22.-Motivos de uso del Eco Bloque .....   | 91  |
| Gráfico 23.-Costos plateados para el Eco Bloque.....  | 92  |
| Gráfico 24.-Punto de Equilibrio.....  | 105 |





## ÍNDICE DE IMÁGENES

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1.- Dosificación de la Mezcla .....   | 53 |
| Ilustración 2.- Formación de los Bloques .....  | 53 |
| Ilustración 3.- A.- Saturación; B.- Compresión Compresión .....                           | 54 |
| Ilustración 4.- A. Saturación, B. Pesado, C. Quemado.....                                 | 57 |
| Ilustración 5.- A. Cortado, B. Humedecimiento, C. Secado de Bloques, D.<br>Medición ..... | 59 |
| Ilustración 6.- Medición del Nivel de Ruido .....   | 61 |
| Ilustración 7.- Prueba de Resistencia al Fuego .....                                      | 63 |
| Ilustración 8.- Asociación de Recicladoras del Valle .....                                | 93 |



## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| Anexo A.- Bloques hueco de hormigón, definición, clasificación y condiciones generales. Norma INEN 638 ..... | 112 |
| Anexo B.- Resistencia a la Compresión.- Norma INEN 640.....  | 115 |
| Anexo C.-Determinación del porcentaje de Absorción del Agua.- Norma INEN 642 .....                           | 117 |
| Anexo D.- Determinación del porcentaje de Retracción al Secado.- Norma INEN 641.....                         | 121 |
| Anexo E.- Determinación de Resistencia al Fuego.- Norma Internacional ISO # 834 .....                        | 123 |
| Anexo F.- Determinación de Resistencia Acústica.- Norma INEN – ISO 10140 .....                               | 125 |
| Anexo G.- Mecanismo de valoración socio económico (encuestas realizadas al sector de la construcción) .....  | 127 |
| Anexo H.- Fotografías .....  | 127 |
| Anexo I.-Certificados de pruebas de laboratorio .....  | 132 |



## CLÁUSULAS DE DERECHOS DE AUTOR

ORELLANA RIOS NATALY JACQUELINE autor/a de la tesis "REUTILIZACIÓN DE POLÍMEROS COMO ALTERNATIVA SOCIO AMBIENTAL Y ECONOMICA EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES" reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de INGENIERA AMBIENTAL. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Junio 2015

Nataly Orellana

Orellana Ríos Nataly Jacqueline

C.I: 0104057740



SERRANO LÓPEZ MARÍA ÁNGELA autor/a de la tesis "REUTILIZACIÓN DE POLÍMEROS COMO ALTERNATIVA SOCIO AMBIENTAL Y ECONOMICA EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES" reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de INGENIERA AMBIENTAL. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, Junio 2015

Serrano López María Ángela

C.I: 0104820600



## CLÁUSULAS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Nataly Jacqueline Orellana Ríos, autora de la tesis: "REUTILIZACIÓN DE POLÍMEROS COMO ALTERNATIVA SOCIO AMBIENTAL Y ECONOMICA EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Junio 2015

Nataly Orellana

Orellana Ríos Nataly Jacqueline

C.I: 0104057740



Yo, María Ángela Serrano López, autora de la tesis: "REUTILIZACIÓN DE POLÍMEROS COMO ALTERNATIVA SOCIO AMBIENTAL Y ECONOMICA EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Junio 2015.

Serrano López María Ángela

C.I: 0104820600



## AGRADECIMIENTO

**“Sentir Gratitud y no expresarla es como envolver un regalo y no darlo”.**  
**Anónimo**

Le agradecemos a Dios por habernos regalado vida hasta este día, por guiarnos y acompañarnos a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en momentos difíciles y sobre todo por regalarnos una vida llena de aprendizaje, experiencias y felicidad.

Damos gracias también a nuestros padres Geovanni y Jacqui, Luis y María Augusta por el apoyo constante, por la oportunidad de aprender con su ejemplo a través de una excelente educación en un hogar cristiano y por el amor que nos brindan todos los días.

A nuestras hermanas Geovanna Orellana, María Gracia, Fernanda y Santiago, Cary, Celeste y Gigi Serrano por ser parte importante de nuestras vidas y ser el complemento perfecto en nuestros hogares y por estar pendientes de cada paso en nuestras vidas.

Agradecemos también a nuestros abuelos, tíos, primos por su apoyo en cada reto de nuestras vidas.

Al Ingeniero Jorge Delgado por su apoyo incondicional, al ser nuestro director de tesis, gracias por su tiempo y su completa disponibilidad en el avance de nuestro trabajo, por sus críticas, consejos, por ser un gran ejemplo de profesional pero sobre todo gracias totales por su confianza y amistad.

A Doña Luisa por ser nuestra segunda madre a lo largo de nuestra carrera, por su alegría, preocupación, cariño y la gran enseñanza de generosidad.

Agradecemos la confianza y dedicación de tiempo a nuestros profesores Milton Barragan, Juan José Vázquez, Susana Andrade y Carlos Sanchez por compartir con nosotras sus conocimientos.

A nuestros amigos de clase “Compañeritos de la U” por confiar en nosotras en todo momento y por haber hecho de nuestra etapa universitaria un trayecto de vida que jamás olvidaremos.



Gracias a la Asociación de recicladoras del valle AREV por abrirnos las puertas de sus corazones y brindarnos tanta enseñanza de vida en medio de un trabajo olvidado.

Yo María Ángela agradezco a Nataly por ser una excelente compañera de tesis, por su paciencia, por la motivación diaria para seguir adelante, por su apoyo incondicional en todos los problemas, por hacer de su familia una familia para mí, gracias también por enseñarme la dulzura de un corazón puro y generoso y sobre todo gracias por convertirse en mi hermana del alma.

De manera especial quiero agradecer a Juan Pablo por llegar a mi vida y ser mi apoyo en todo momento gracias por su ejemplo de fortaleza y lucha pero sobre todo gracias por su amor incondicional.

Yo Nataly agradezco a Ángela, por enseñarme que vale la pena luchar por causas buenas, que los sueños sin importar su tamaño se cumplen y que se puede volar lejos si cada día abrimos las alas un poco más y miramos un horizonte lleno de muchas aventuras por vivir, gracias por esa insistencia Angie querida, por empujarme hacia un sueño, eres y serás siempre una persona digna de admiración que Dios y la Virgen hagan que tu vida sea un camino de mucha felicidad.

De una manera especial infinitas gracias al Señor César Chica, quien nos abrió las puertas de su empresa para poder llevar a cabo este proyecto, que Dios le colme de bendiciones y que haga que ese corazón siga siendo tan generoso con todos aquellos que lo necesitan.

Las palabras quedan cortas para agradecer a todas las personas que caminan día a día a nuestro lado, a todos ustedes el agradecimiento eterno por que hicieron y hacen que esta lucha constante sea mucho más llevadera a su lado.

ANGIE Y NATY





## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi padre Luis Serrano por confiar y creer en mí, por ser el mejor ejemplo de ser humano que existe, por su esfuerzo para poder estudiar y llegar hasta esta etapa de mi vida, por sus consejos y amor, por su sencillez de corazón con el cual he aprendido el gran valor de compartir.

A mi madre por ser mi soporte y apoyo durante toda esta etapa de mi vida, por sus oraciones diarias, por ser el mejor ejemplo de mujer y madre, por enseñarme a tener una vida de búsqueda espiritual constante, por estar pendiente de mi a toda hora, pero sobre todo por su gran amor y confianza.

A mis hermanas yaya, suca, cary, celes y a mi romee gigi por ser mis amigas, por creer en mí y compartir conmigo todos los momentos de la vida, a mi tía maría rosa por su preocupación constante y por su gran corazón, a mi abuela Edith a mi abuela primavera por estar pendientes siempre, a toda mi familia por creer en mí.

De manera especial a mis abuelos Tatayo que desde el cielo me cuida y mimas todos los días y a mi abuelo Romeo por tanta enseñanza, por su fortaleza en medio de las adversidades, y por regalarme la mejor herencia la pasión por la naturaleza.

A mi querida naty por estar pendiente de mí las 24 horas por convertirse en mi hermana del alma, por enseñarme tanto de la vida, por su amistad incondicional, por su confianza, por compartir conmigo tantos detalles en esta vida universitaria, y sobre todo por enseñarme la pureza de corazón.

A Juan pablo por llegar a mi vida en el momento perfecto, por cuidarme y consentirme, por regalarme su corazón, gracias por tanta ternura y paciencia y sobre todo gracias por convertirse en el gran amor de mi vida.

A todos los profes que apoyaron y creyeron en esta tesis, en especial al ingeniero Jorge Delgado por todo su apoyo y conocimiento brindado.

De manera especial quiero dedicar esta tesis a todas las mujeres recicladoras que de manera silenciosa hacen de Cuenca una ciudad más limpia, que llevan el pan a sus hogares, y son olvidadas por todos nosotros, por su conciencia ambiental en medio de tanta necesidad, por ser un ejemplo de mujeres y madres luchadoras.

ANGIE



## DEDICATORIA

A mi papi Jorge Giovanni, por ser ese guía en mi camino tanto espiritual como humano, porque con su ejemplo dice mucho más, gracias gordito por ser y estar siempre en cada una de las etapas de mi vida por cargarme siempre en tus hombros y mostrarme que la vida está llena de retos pero que siempre se los puede superar, aunque transcurran los años siempre te necesitare en mi vida nunca lo olvides.

A ti mami querida, todo el esfuerzo de este gran trabajo, gracias porque con tu fortaleza de hierro y tu mirada firme me impulsas a ser mejor cada día, a buscar nuevos y grandes horizontes. Eres y serás el general de mi vida, con tu ejemplo de lucha diaria haces que crea que las cosas con esfuerzo y dedicación se logran, que no importan los obstáculos o las caídas, siempre con la fe se pueden hacer cosas increíbles. Mami Jacqui nunca te apartes de mí camino.

A mi gemela con ocho años de diferencia, ñaña GEOVA, gracias por llegar a enseñarme que los obstáculos de la vida se superan con mucha valentía, eres mi ejemplo de lucha. Gracias por soportar mi mal genio, mis locuras, pero sobre todo gracias por darme esa mano amiga, por secar lágrimas y arrancar más de una carcajada en días oscuros. Gordita recuerda que siempre nos tendremos la una a la otra y te apoyare en cada decisión que tomes, pues estoy segura que será la mejor.

A mi madre principal MAMI SARI, gracias por amarme tanto y hacer de mi la persona que soy, a mis madres postizas ÑAÑA LORE y ÑAÑA TITA, sin mis cómplices de seguro que esta vida no hubiera tenido tanto encanto y adrenalina.

A mi Familia del Corazón, ustedes son muy importantes en mi vida de seguro sin ustedes nada sería igual, han dejado huellas y enseñanzas valiosas que me han ayudado a crecer como persona y de seguro aún tenemos mucho vivir: Ñaño Milton, Ñaña Andrea, princesa Mia, Taty López, Lore Ulloa, Fer Gutiérrez, Fer Ortiz, Silvis Saquisilí, Angie Serrano, Vero Peñafiel, Caro Vargas, Evelyn Medina, Gugu y Juan Pinos. Gracias por compartir historias, vivir aventuras y soñar.

Gracias a todos y cada uno de ustedes por su apoyo constante, por su Sí generoso en cada una de las cosas que se presentan en la vida, pero por sobre todas las cosas por su amor de incondicional de FAMILIA.

CON MUCHO AMOR NATY



## I. INTRODUCCIÓN

Cuenca es una ciudad pionera en materia de reciclaje de plástico en el país, los indicadores de reciclaje de plástico del año 2010 oscilan entre las 1338 toneladas anuales, mientras que en el 2011 fueron 2623 toneladas de material reciclable, con un promedio mensual de 140 toneladas. (Cuenca Alcaldía, 2012). Adicionalmente según el Programa Nacional de Desechos Sólidos del Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE), en el 2012 se recolectó 1136 millones de botellas plásticas en todo el Ecuador, siendo el destino principal de estos desechos la ciudad de Guayaquil en la que estos no son clasificados si no molidos directamente sin ningún tratamiento previo con lo que disminuye su capacidad de reutilización. (Diario Hoy, 2014)

Los principales plásticos que se recolectan se clasifican de acuerdo a su composición en siete tipos: 1 .PET (tereftalato de polietileno). 2. HDPE (polietileno de alta densidad)3. PVC (poli cloruro de vinilo). 4. LDPE (Polietileno de baja densidad) 5. PP (Polipropileno) 6. PS (Poli estireno) 7. Otros (mezcla de los 6 anteriores), siendo este último el más contaminante.

Este material en la ciudad de Cuenca es recolectado por las Asociaciones de recicladores, siendo las principales: El Valle, Pichacay, y la Asociación de Recicladoras urbanas de Cuenca, que sumadas nos da un aproximado de 57 personas para que realicen la selección de materiales y los vendan para beneficio de sus asociaciones, además existen gran número de recicladores no asociados, en su mayoría mujeres, pertenecientes a grupos vulnerables por su condición social como económica, reciclan además de plástico, papel, cartón, caucho, papel, vidrio, entre otros. (EMAC EP, 2012).

Además del gran impacto social que genera el reciclaje de residuos plásticos dentro de la Ciudad de Cuenca, el presente estudio mostrará alternativas para el uso de este tipo de residuos brindando a su vez beneficio para el medio ambiente.

Otro aspecto del presente estudio es disminuir la explotación de áridos usados para la fabricación de bloques, ya que la explotación desarrolla un ambiente particularmente frágil. Esta fragilidad deriva de la multitud de interacciones



existentes entre los elementos ambientales implicados. La alteración de uno de estos elementos en forma individual, puede suponer el desequilibrio del conjunto del ecosistema fluvial y ribereño lo que significa un notable impacto al medio ambiente local. (DIAS, 2013). Estas alteraciones son notorias en sectores como El Polvo, La Tarabita, Minas de Huasca chaca, Sulupali, ubicadas en el cantón Santa Isabel, y Pichanillas en el cantón Girón, las mismas que acogen a un gran número de explotadores de áridos, pues desde estos lugares actualmente se surte el mercado de la construcción del cantón Cuenca.

A pesar de ser una actividad constante y con grandes impactos ambientales de ella se beneficia básicamente el sector de la construcción ya que coexisten cientos de plantas productoras de materiales de bloques y adoquines para piso, en general el costo de los materiales realizados a base de mortero de cemento es menor al de los ladrillos, la producción de bloques es realizada por requerimiento y en general la constante es que se venda toda la producción, estas plantas productoras trabajan generalmente de forma artesanal y poco tecnificada, identificándose diversas fabricas pertenecientes a la mediana y pequeña industria cuya producción oscila entre 10.000 y 20.000 bloques al mes. (Molinari, 2006).

A partir de la conjunción de estas realidades se puede denotar la posibilidad de reemplazar los áridos para la construcción de la masa de mortero en la construcción de bloques por tritura de plástico reciclado, sin embargo queda aún por demostrar cual sería la mezcla precisa que soporte cargas en la construcción de paredes de soluciones habitacionales e incluso la posibilidad de utilizar este producto en otro tipo de soluciones como el de adoquines para tráfico peatonal o de autos, siendo necesario especificar cargas límites así como propiedades tales como la resistencia a las altas temperaturas y su competitividad en cuanto a costo.



## II. JUSTIFICACIÓN

La obtención de un nuevo producto que reemplace la utilización de áridos en su composición representa una solución de gran impacto que se describe en cuatro aspectos fundamentales:

1. Social: El proyecto brindaría la posibilidad de beneficiar a compradores del producto y sobre todo a la cadena de recicladores en la venta de polímeros, causando por lo tanto un valor social significativo dentro de la ciudad de Cuenca, ya que los polímeros no tendrían como disposición final otra ciudad sino que serían reutilizados para la elaboración de material de construcción de vivienda social.
2. Económico: El análisis económico se lo realizara comparando el costo unitario del producto tradicional implementado en el mercado local, con el costo unitario del Eco Bloque producido durante el proyecto, generando así un aporte en la venta de un producto económicamente rentable o ambientalmente amigable.
3. Tecnológico: El impacto tecnológico y científico que brindaría el proyecto se basa en la elaboración de bloques con refuerzos de tres tipos de polímeros distintos, caracterizados en porcentajes definidos acuerdo al diseño de mezclas, además de analizar el comportamiento de los polímeros en pruebas mecánicas y físicas. El proceso de análisis generaría aportes técnicos con respecto a la estructura y composición de la mezcla a ser utilizada y el alcance de la innovación tendría impacto global aunque el área de la cual se recaudan datos para el estudio será local.
4. Ambiental: El proyecto brindaría un impacto ambiental positivo para el medio ambiente y en especial en el tratamiento de residuos sólidos poliméricos de la ciudad de Cuenca, generando un valor adicional en la reutilización de material plástico para la elaboración de bloques destinados al sector de la construcción, por consiguiente la reducción de áridos en la formación de nuevos bloques ecológicos generaría la disminución de la contaminación por explotación de estos en las minas del Cantón Cuenca.



### III. GENERALIDADES

#### POLÍMEROS

- **CONCEPTO**

Se considera a los polímeros como un compuesto cuya estructura interna está formando por una cadena larga de moléculas repetidas que se encuentran entrelazadas.

El termino polímero deriva de las palabras griegas *poly* y *meros* cuyo significado es “*muchos y partes*” respectivamente, aunque también se los denomina como macro molécula o moléculas grandes.

Estos se pueden obtener naturalmente por transformaciones de productos o sintéticamente. Están compuestos por materiales duraderos y ligeros, los mismos que poseen alta resistencia al ataque de los ácidos, bases y agentes atmosféricos además de presentar propiedades mecánicas, como resistencia a la rotura y al desgaste.

Todos los materiales poliméricos se caracterizan por poseer una alta relación resistencia/densidad, que se consideran propiedades adecuadas para mantener un excelente aislamiento térmico y eléctrico. (Ferro Nieto, Toledo Argüelles, & Cadalso Basadre, 2008)

- **CLASIFICACIÓN**

Según Pardavé en su libro publicado en el año 2013: “*Envases y Medio Ambiente segunda edición*”, los polímeros se clasifican de acuerdo a su estructura en 2 grandes grupos considerando las propiedades.

1. **Polímeros Termoplásticos.**- se considera termoplásticos a los materiales solidos que se encuentran a temperatura ambiente pero que sometidos a elevadas temperaturas se convierten en un líquido viscoso, propiedad que permite utilizar a estos polímeros como un producto que no se degrade fácilmente. Dentro de los polímeros que forman parte de esta clasificación están:



**Tabla 1.-Clases de Polímeros Termoplásticos**

| Nomenclatura genérica                         | Abreviatura |
|---|-------------|
| Poliamida                                     | PA          |
| Poli buteno                                   | PB          |
| Policarbonato                                 | PC          |
| Polietileno                                   | PE          |
| Polietileno de Baja Densidad                  | PE-BD       |
| Polietileno de Alta Densidad                  | PE-AD       |
| Polietileno densidad Media                    | PE-MD       |
| Polietileno Tereftalato                       | PET         |
| Polipropileno                                 | PP          |
| Poli estireno                                 | PS          |
| Politetrafluoretileno                         | PTFE        |
| Acetato de polivinilo                         | APVC        |
| Cloruro de polivinilo                         | PVC         |
| Poliésteres                                   |             |
| Copolímeros estireno - acrilnitrilo           | SAN         |
| Polimerizados acrilnitrilo-butadieno-estireno | ABS         |
| Acetato de Celulosa                           | ACB         |
| Propionato de celulosa                        | PC          |
| Espuma de poliestireno                        | EPS         |
| Copolímeros etileno - acetato de vinilo       | EVA         |
| Copolímeros estirenos - butadieno             | SB          |

Elaboración: Las Autoras

Fuente: (Pardavé Livia, 2013)

2. **Polímeros Termoestables o Termo fijos.**- Su característica principal es que no toleran ciclos repetidos de calentamiento cuando son sometidos a bajas temperaturas, son moldeables fácilmente mientras que al ser sometidos a elevadas temperaturas sufren una reacción química que endurece al material y los convierte en sólidos infusibles. (Pardavé Livia, 2013)



**Tabla 2.-Clases de Polímeros Termoestables**

| <b>Nombre Genérico</b>                            | <b>Abreviatura</b> |
|---|--------------------|
| Resinas o masas de colada melamina - formaldehido | MF                 |
| Resinas o masas de moldeo de fenol-formaldehido   | PF                 |
| Polimetil – metacrilato                           | PMMA               |
| Polimetil penteno                                 | PMP                |
| Poliacetal  | POM                |
| Poliuretanos                                      | PUR                |
| Resinas o masas de moldeo de urea - formaldehido  |                    |
| Hule natural                                      |                    |
| Hule sintético                                    |                    |

**Elaboración:** Las Autoras  
**Fuente:** (Pardavé Livia, 2013)

## • PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL PLÁSTICO

El conocimiento de las propiedades físicas y químicas de los materiales es un requerimiento básico, previo a su utilización y aplicación en la industria puesto que sustituyen a otros materiales y en algunos casos presentan propiedades únicas, entonces resulta importante relacionar el comportamiento de los polímeros con la estructura y morfología de los mismos.

Las propiedades químicas que presentan los polímeros son aquellas que involucran reacciones químicas y por lo tanto se encuentran en los enlaces primarios de los materiales. En cuanto a la reactividad química de los polímeros, se considera importante el análisis de los respectivos procesos de degradación: mecánica, por radiación, de agentes químicos y en especial la degradación térmica para así asegurar la aplicación del material, de manera directa está ligada la resistencia a los disolventes y la solubilidad, aunque estas sean más relacionadas a cambios físicos por las interacciones intermoleculares.

Las propiedades físicas de mayor significado son las eléctricas, ópticas, térmicas y sobre todo mecánicas.

La temperatura es una de las propiedades físicas más importantes con respecto al comportamiento general de los polímeros, ya que actúa de manera directa sobre los enlaces que lo forman. A temperaturas más bajas los polímeros se





vuelven más duros, eso se debe a que las cadenas que lo forman pierden su movimiento relativo, la temperatura de fusión en los polímeros se considera a la temperatura encargada de fundir las zonas cristalinas, otra temperatura con gran importancia es la temperatura de descomposición ya que resulta necesario que esta sea mayor a la de fusión. (Ysacura, Labrador, & Crespo, 2009)

## REALIDAD MUNDIAL DEL PLÁSTICO

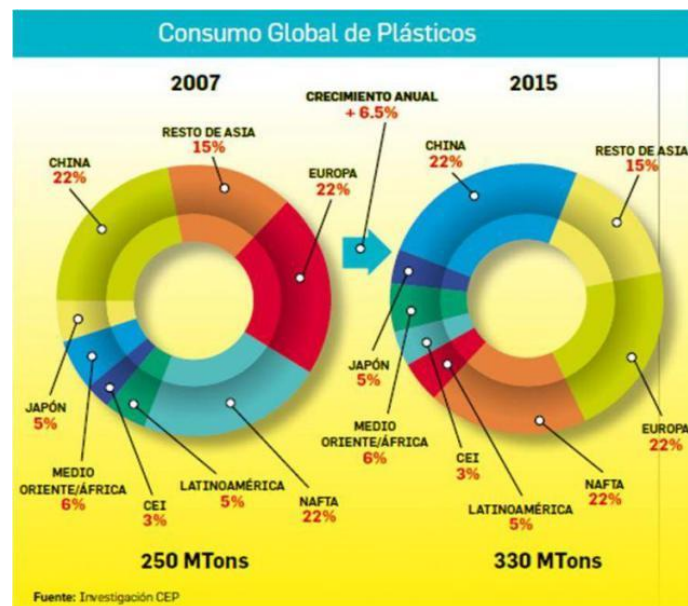
En la actualidad es difícil prescindir de los plásticos, no sólo por su utilidad sino también por la importancia económica que tienen es así que para el año 2012, la producción mundial alcanzó los 280 millones de toneladas (Ortíz, 2013). Esto se refleja en los índices de crecimiento de esta industria, que desde principios del siglo pasado, supera a casi todas las actividades industriales ya que estos son utilizados para embalajes, envasar, conservar y distribuir alimentos, medicamentos, bebidas, agua, artículos de limpieza, de tocador, cosmetología y un gran número de otros productos que pueden llegar a la población en forma segura, higiénica y práctica.

A pesar de su utilidad en la vida cotidiana, una vez que los plásticos han cumplido con la función para la que fueron creados se convierte en residuos que forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en grandes cantidades. Los RSU originan problemas de contaminación del agua, aire y suelo, que impactan directamente al ambiente y a la salud.

A nivel mundial, se calcula que 25 millones de toneladas de plásticos se acumulan en el ambiente cada año y pueden permanecer inalterables por un periodo de entre 100 y 500 años. Esto se debe a que su degradación es muy lenta que consiste principalmente en su fragmentación en partículas más pequeñas, las mismas que se distribuyen en los mares, ríos, sedimentos y suelos, entre otros. (Ortíz, 2013)

Se considera que el consumo global en la industria creció de 1.5 millones de toneladas en el año 1950, a 250 millones de toneladas en el 2010 con una ligera caída en el año 2009, y se prevé que llegará a 330 millones en el 2015, lo que significa un crecimiento anual promedio de 6.5% en los próximos cinco años, mientras tanto el consumo per cápita de materiales plásticos, publicado por

Plastic Europe Market Research Group (PEMRG), indica que la región de América del Norte y Europa Occidental en el año 2010 alcanzó 120 kg, con crecimientos de 2.7% y 3.6%, respectivamente, mientras que Latino América se ha mantenido con un porcentaje de producción del 5%. La zona con mayor potencial de crecimiento se encuentra en los países en desarrollo del continente Asiático (excluyendo Japón), que actualmente tienen un consumo per cápita de 27 kg. (Ortíz, 2013)



**Gráfico 1.- Consumo Global de Plástico**

Fuente.- (Ortíz, 2013)

Los diferentes tipos de Polietilenos en el mundo representan el 32%, el Polipropileno (PP), el 20%, seguido por el PET, con el 8%; el Poli cloruro de vinilo (PVC), con el 13%, el Poli estireno (PS), con el 7%, los Copo limeros de estireno (ABS, SAN, ASA), Termo fijos, con 10% y los plásticos de ingeniería y de especialidad, con el 6%. (Castro, 2011)

## REALIDAD LOCAL DEL PLÁSTICO

En el Cantón Cuenca la cantidad de plástico generado en el año 2012 fue de 13.32 toneladas entre plástico blando y rígido. La empresa pública EMAC-EP es la encargada del manejo integral de residuos y desechos sólidos de nuestra ciudad, cuyo objetivo a largo plazo es consolidarse como un referente nacional por la calidad en la prestación de sus servicios e innovación de sus procesos.



Dentro de los principales servicios que esta proporciona se encuentran:

- Limpieza y Barrido: calles y espacios públicos
- Recolección de desechos sólidos del Cantón
- Reciclaje de los desechos solidos
- Generación de Humus y Compost
- Manejo de los residuos considerados como peligrosos y bio peligrosos
- Tratamiento de los escombros generados de las construcciones
- Restauración y Mantenimiento de las Áreas verdes públicas. (Muñoz, 2014)

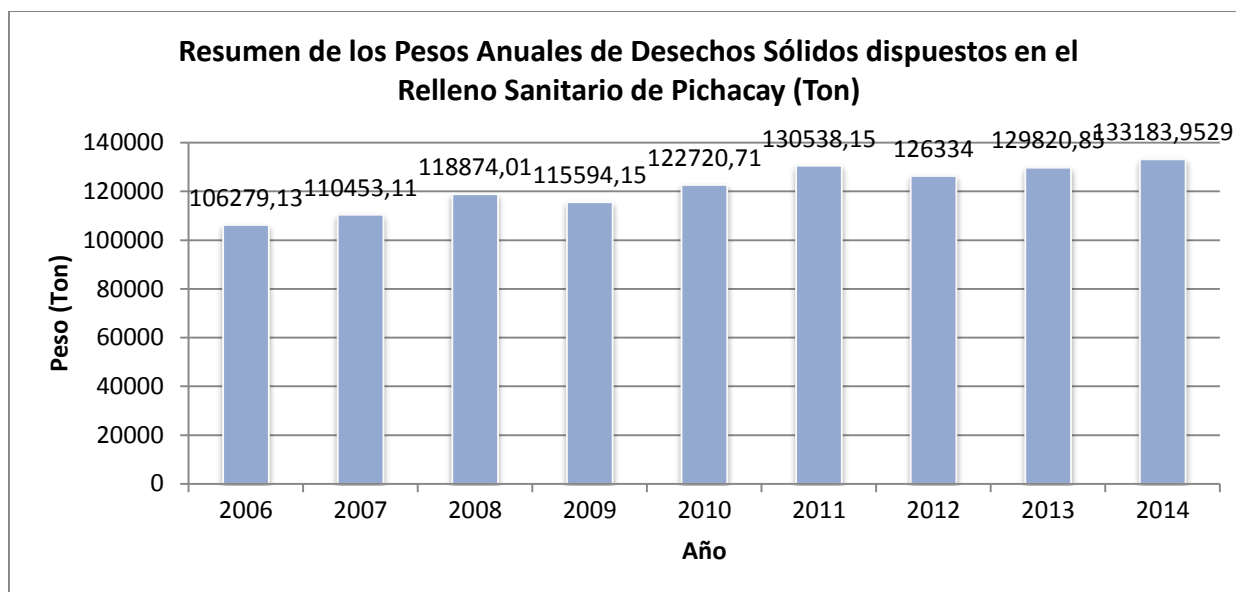
Una vez que se realiza la recolección de todos los desechos sólidos, estos son llevados al relleno sanitario Pichacay ubicado en la Parroquia rural del Valle, en esta se realiza un control de la cantidad de basura que llega diariamente y se registra en toneladas, sin embargo; únicamente se presenta una cantidad anual total como se observa la tabla # 3:

**Tabla 3.-Cantidad de basura generada en el Cantón Cuenca**

| <b>Año</b>   | <b>Peso (Ton)</b> |
|--------------|-------------------|
| 2006         | 106279,13         |
| 2007         | 110453,11         |
| 2008         | 118874,01         |
| 2009         | 115594,15         |
| 2010         | 122720,71         |
| 2011         | 130538,15         |
| 2012         | 126334            |
| 2013         | 129820,85         |
| 2014         | 133183,953        |
| <b>Total</b> | <b>1093798,06</b> |

Fuente: (Muñoz, 2014)

Elaboración.-Las Autoras



**Gráfico 2.- Resumen de los pesos anuales de desechos sólidos dispuestos en el relleno sanitario de Pichacay peso (Tn)**

Fuente.- (Muñoz, 2014)

Elaboración.-Las Autoras

Sin embargo para esta investigación es necesario conocer la cantidad de plástico que no es reciclado ni reutilizado en el cantón Cuenca, si no trasladado al relleno sanitario de Pichacay, debido a que el incremento en desechos plásticos depositados en el mismo reduce la capacidad vida útil del relleno, ya que presentan un grado de descomposición que tardaría cientos de años.

**Tabla 4.- Componentes y Porcentaje en peso de Basura Generada en el Cantón Cuenca**

| % EN PESO        |       |       |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Componentes      | 1985  | 1990  | 1995  | 2001  | 2007  | 2012  |
| Materia Orgánica | 61,90 | 62,94 | 67,81 | 53,80 | 54,49 | 60,70 |
| Papel y Cartón   | 7,40  | 13,57 | 11,25 | 7,55  | 8,88  | 5,62  |
| Metales          | 1,40  | 1,22  | 1,70  | 1,12  | 1,59  | 1,07  |
| Plástico Blando  | 4,60  | 3,99  | 5,61  | 14,96 | 6,67  | 10,18 |
| Plástico rígido  | 4,60  | 3,99  | 5,61  | 14,96 | 4,67  | 3,15  |
| Caucho           | 0,20  | 0,12  | 0,96  | 0,48  | 0,47  | 0,52  |
| Materia inerte   | 12,80 | 10,73 | 3,40  | 9,03  | 0,08  | 1,44  |



|  |               |               |               |               |               |               |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Vidrio   | 1,60          | 2,47          | 1,65          | 2,22          | 3,10          | 2,53          |
| Madera   | 0,80          | 0,92          | 0,40          | 0,27          | 0,50          | 0,26          |
| Textiles   | 1,90          | 1,70          | 1,19          | 1,54          | 2,74          | 1,80          |
| Papel<br>higiénico,<br>toallas<br>sanitarias, etc. | 3,30          | -             | -             | 6,97          | 14,46         | 11,30         |
| tetra pack   | -             | -             | -             | -             | 0,60          | 0,58          |
| Otros  | 4,10          | 2,34          | 6,03          | 2,06          | 1,70          | 0,85          |
| <b>Total</b>                                       | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> |

Elaboración.-Las Autoras

Fuente: (Muñoz, 2014)

Analizando el porcentaje en peso de desechos poliméricos clasificados como plásticos blandos y rígidos, existe una constante en el porcentaje de estos dos tipos; durante el año 1985 con un porcentaje de 4.60%, en el año 1990 con un porcentaje de 3.99%, durante el año 1995 un total de 5.61% y en el año 2001 un porcentaje de 14.96% pero durante el año 2007 se empiezan a clasificar estos dos tipos de plásticos obteniendo un total de plástico blando de 6.67% y de blando 4.67%, mientras que para el año 2012, se obtienen porcentajes de: 10.18% de plásticos blandos y 3.15 % de plástico rígido, siendo este el último año que se realizan la toma de datos.

## OBJETIVO GENERAL

Reutilizar material plástico, proveniente del Relleno Sanitario de Pichacay, como alternativa socio ambiental y económico en la elaboración de Eco bloques, considerando sus propiedades Físico- Mecánicas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Caracterizar los polímeros provenientes del Relleno Sanitario de Pichacay.
- 2) Realizar un estudio de la Mezcla (Agua, Plástico, Cemento) en la elaboración de eco bloques.
- 3) Medir y comparar las Características Físico – Mecánicas del producto.
- 4) Analizar aspectos Económicos y Sociales de la aplicación del producto.



## **1 CAPÍTULO – CARACTERIZACIÓN DE LOS POLÍMEROS PROVENIENTES DEL RELLENO SANITARIO DE PICHACAY**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

La Ciudad de Cuenca para el manejo de los desechos sólidos cuenta con un relleno Sanitario, el mismo que se encuentra ubicado en la Parroquia Rural de Santa Ana a 21 km de la ciudad, en el sector de Pichacay. Este posee todas las características de seguridad ambiental, estando dotado por un fondo impermeabilizado con arcilla y geo membrana y un sistema de captación de lixiviado cuya capacidad es de 73 m<sup>3</sup> por día, que es trasladado a las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales operada por ETAPA. (Mejia & Pinos, 2011)

Los desechos recolectados de manera diferenciada como papel, cartón, plástico, metales y vidrio son entregados a las Corporaciones de Recicladores: Asociación de los Recicladores Urbanos de Cuenca (ARUC) y Asociación de Recicladoras de El Valle (AREV) para su valorización y venta (Mejia & Pinos, 2011).

El Polietileno de Alta Densidad (HDPE), Polietileno de Baja Densidad (LDPE) y el Polietileno de Tereftalato (PET), son las tres clases principales de residuos sólidos plásticos más utilizados que llegan al Relleno Sanitario, de los cuales el Polietileno de Tereftalato (PET) posee un alto valor comercial, mientras que los dos primeros son menos comercializados debido a que no presentan procesos de reutilización y son directamente depositados en el relleno y en el caso de ser comercializados su costos es bajo, es por ello que el presente estudio considera una opción adecuada el uso de polietileno de alta y baja densidad respectivamente en la elaboración de Eco bloques.

### **1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS UTILIZADOS**

#### **1.2.1 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PE LD 4)**

El polietileno de baja densidad es un polímero que presenta una cadena ramificada de carbonos por lo cual tiene una densidad menor, de donde deriva su nombre. Este se identifica con el número 4 dentro de la clasificación por su composición.



### 1.2.1.1 PROPIEDADES

Este tipo de polietileno es semi cristalino con una concentración de alrededor del 50%, transparente, flexible, liviano, impermeable, inerte, no tóxico, sensible al calor incluso en temperaturas bajas, de fácil procesamiento y de bajo coste. Además posee excelente propiedades eléctricas, en cuanto a su resistencia química es relativamente buena pero este es propenso al agrietamiento bajo la carga ambiental. La resistencia a los rayos UV es débil al igual que sus propiedades de protección con excepción del agua. (Universidad de Valladolid, 2014)

A continuación se indican sus principales propiedades:

**Tabla 5.-Propiedades Eléctricas de PE LD**

| <b>PROPIEDADES ELÉCTRICAS</b>                  |                                    |
|--|------------------------------------|
| Constante dieléctrica a 1MHz                   | 2,2-2,35                           |
| Factor de disipación a 1MHz                    | 1-10 X 10 <sup>-4</sup>            |
| Resistencia dieléctrica (KV mm <sup>-1</sup> ) | 27                                 |
| Resistencia superficial (ohm/sq)               | 10 <sup>13</sup>                   |
| Resistencia de volumen (ohm cm)                | 10 <sup>15</sup> -10 <sup>18</sup> |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)

**Tabla 6.-Propiedades Físicas de PE LD**

| <b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>                         |                        |
|--|------------------------|
| Absorción de agua en 24h (%)                       | < 0,015                |
| Densidad (g/cm <sup>3</sup> )                      | 0,915-0,935            |
| Índice refractivo                                  | 1,51                   |
| Resistencia a la radiación                         | Aceptable              |
| Resistencia al ultra-violeta                       | Mala                   |
| Coeficiente de expansión lineal (K <sup>-1</sup> ) | 1,7 x 10 <sup>-4</sup> |
| Grado de cristalinidad (%)                         | 40-50                  |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)

Tabla 7.-Propiedades Físicas de PE LD

| <b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>            |         |
|---|---------|
| Módulo elástico E (N/mm <sup>2</sup> )  | 200     |
| Coefficiente de fricción                | -       |
| Módulo de tracción (GPa)                | 0,1-0,3 |
| Relación de Poisson                     | -       |
| Resistencia a tracción (MPa)            | 5-25    |
| Esfuerzo de rotura (N/mm <sup>2</sup> ) | 8-10    |
| Elongación a ruptura (%)                | 20      |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)

Tabla 8.-Propiedades Térmicas de PE LD

| <b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>                                       |           |
|---|-----------|
| Calor específico (J K <sup>-1</sup> Kg <sup>-1</sup> )            | 1900-2300 |
| Coefficiente de expansión<br>(x 10 <sup>6</sup> K <sup>-1</sup> ) | 100-200   |
| Conductividad térmica a 23 °C<br>(W/mK)                           | 0,33      |
| Temperatura máxima de<br>utilización (°C)                         | 50-90     |
| Temperatura de reblandecimiento<br>(°C)                           | 110       |
| Temperatura de cristalización (°C)                                | 105-110   |
| Temperatura mínima de<br>utilización (°C)                         | -60       |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)





Tabla 9.-Propiedades Químicas de PE LD

| <b>RESISTENCIA QUÍMICA</b> |                 |
|----------------------------|-----------------|
| Ácidos-concentrados        | Buena-Aceptable |
| Ácidos-diluidos            | Buena           |
| Álcalis                    | Buena           |
| Alcoholes                  | Buena           |
| Cetonas                    | Buena-Aceptable |
| Grasas y Aceites           | Buena-Aceptable |
| Halógenos                  | Aceptable-Buena |
| Hidrocarbonos halógenos    | Aceptable-Buena |
| Hidrocarburos aromáticos   | Aceptable-Buena |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)

### 1.2.2 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PE HD 2)

Este tipo de Polietileno a diferencia del de baja densidad posee una cadena lineal de carbonos por lo que presenta una mayor densidad y fuerzas intermoleculares. Su número de identificación dentro de la clasificación de polímeros es el 2.

#### 1.2.2.1 PROPIEDADES

Este polímero es parcialmente amorfo y cristalino, este grado cristalinidad depende del peso molecular, cantidad de monómeros y el tratamiento térmico al que es sometido.

Presenta óptimas propiedades mecánicas como rigidez, dureza y resistencia a la tensión; y propiedades químicas y térmicas mejores que el que presenta el polietileno de baja densidad. Además es resistente a las bajas temperaturas, es impermeable e inerte y no presenta toxicidad, fácil de procesar, alta resistencia al impacto y a la abrasión.



Presenta debilidad a ciertos agentes oxidantes como son: ácido nítrico, ácido sulfúrico fumante, peróxidos de hidrógeno. (Universidad de Valladolid, 2014)

Las principales propiedades del polietileno de alta densidad se encuentran citadas a continuación:

**Tabla 10.-Propiedades Eléctricas de PE HD**

| <b>PROPIEDADES ELÉCTRICAS</b>                  |                       |
|--|-----------------------|
| Constante dieléctrica a 1MHz                   | 2,3-2,4               |
| Factor de disipación a 1MHz                    | $1-10 \times 10^{-4}$ |
| Resistencia dieléctrica (KV mm <sup>-1</sup> ) | 22                    |
| Resistencia superficial (ohm/sq)               | $10^{13}$             |
| Resistencia de volumen (ohm cm)                | $10^{15}-10^{18}$     |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)

**Tabla 11.-Propiedades Eléctricas de PE HD**

| <b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>                         |                    |
|--|--------------------|
| Absorción de agua en 24h (%)                       | < 0,01             |
| Densidad (g/cm <sup>3</sup> )                      | 0,94-0,97          |
| Índice refractivo                                  | 1,54               |
| Resistencia a la radiación                         | Aceptable          |
| Resistencia al ultra-violeta                       | Mala               |
| Coeficiente de expansión lineal (K <sup>-1</sup> ) | $2 \times 10^{-4}$ |
| Grado de cristalinidad (%)                         | 60-80              |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)



Tabla 12.-Propiedades Mecánicas de PE HD

| PROPIEDADES MECÁNICAS                   |         |
|---|---------|
| Módulo elástico E (N/mm <sup>2</sup> )  | 1000    |
| Coeficiente de fricción                 | 0,29    |
| Módulo de tracción (GPa)                | 0,5-1,2 |
| Relación de Poisson                     | 0,46    |
| Resistencia a tracción (MPa)            | 15-40   |
| Esfuerzo de rotura (N/mm <sup>2</sup> ) | 20-30   |
| Elongación a ruptura (%)                | 12      |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)

Tabla 13.-Propiedades Térmicas de PE HD

| PROPIEDADES TÉRMICAS  |           |
|---|-----------|
| Calor específico (J K <sup>-1</sup> Kg <sup>-1</sup> )        | 1900      |
| Coeficiente de expansión (x 10 <sup>6</sup> K <sup>-1</sup> ) | 100-200   |
| Conductividad térmica a 23 °C (W/mK)                          | 0,45-0,52 |
| Temperatura máxima de utilización (°C)                        | 55-120    |
| Temperatura de reblandecimiento (°C)                          | 140       |
| Temperatura de cristalización (°C)                            | 130-135   |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)



Tabla 14.-Propiedades Químicas de PE HD

| RESISTENCIA QUÍMICA      |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Ácidos-concentrados      | Buena-Aceptable |
| Ácidos-diluidos          | Buena           |
| Álcalis                  | Buena           |
| Alcoholes                | Buena           |
| Cetonas                  | Buena-Aceptable |
| Grasas y Aceites         | Buena-Aceptable |
| Halógenos                | Aceptable-Buena |
| Hidrocarbonos halógenos  | Aceptable-Buena |
| Hidrocarburos aromáticos | Aceptable       |

Fuente: (Universidad de Valladolid, 2014)



## 2. CAPÍTULO – ESTUDIO DE LA MEZCLA (AGUA, PLÁSTICO, CEMENTO) EN LA ELABORACIÓN DE ECO BLOQUES

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo abordaremos la elaboración de los Eco Bloques partiendo del concepto, historia y clasificación de un bloque tradicional acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN, para luego detallar la metodología descriptiva y experimental que será utilizada en la elaboración del Eco Bloque.

### 2.2 BLOQUES

#### 2.2.1 CONCEPTO

La palabra bloque deriva de dos vocablos del francés *bloc* y del neerlandés *blok*, que hace referencia a un “trozo grande de material compacto”.

Por lo que se puede establecer que los Bloques de concreto son elementos modulares pre moldeados diseñados para la albañilería confinada y armada para fines de construcción. (Español Internacional, 2007)

#### 2.2.2 HISTORIA

A comienzos del siglo XIX en Inglaterra se inicia la fabricación de bloques de concreto, siendo este un gran avance en el sector construcción, uno de los materiales que se usaba para la fabricación de los bloques era la cal que permitía cementar al bloque, generando que estos sean pesados, por lo que la entrada del cemento portland en la industria permitió que se amplíen los horizontes en la construcción. Después de un gran periodo de tiempo, aproximadamente en el siglo XX empezó la producción de bloques huecos que eran utilizados para muros en las construcciones, el menor peso de estos bloques brindó un gran adelanto en la industria en comparación con los anteriores bloques no huecos. (Freyre, 2001)

La maquinaria utilizada para la producción de bloques de concreto se reducía a simples moldes de metal, en los cuales la mezcla de concreto era compactada



manualmente, este método tradicional se utilizó hasta los años veinte, época en la que aparecieron maquinas mecánicas con mayor eficiencia en la producción, más tarde se inició con la compresión y vibración en diferentes maquinas mejor compuestas, hoy en día se utilizan diferentes métodos en la elaboración de bloques sobre todo se usan sistemas de vibro compactación. (Freyre, 2001)

### 2.2.3 CLASIFICACIÓN

Se establece dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 638 (ANEXO A) 5 tipos Bloques de Hormigón y los usos para los cuales están fabricados:

**Tabla 15.-Tipos de Bloques Huecos de Hormigón y sus usos**

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

Fuente.- (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1993)

Para fines de este estudio, los Eco Bloques deben cumplir con los requerimientos establecidos en la norma INEN 638 para que puedan ser utilizados, exceptuando la clasificación E que establece su uso en hormigón armado.



## 2.3 METODOLOGIA DESCRIPTIVA Y EXPERIMENTAL

### 2.3.1 METODOLOGÍA DESCRIPTIVA

#### 2.3.1.1 MATRIZ POLIMÉRICA

Se considera a un compuesto con matriz polimérica, CMP (en inglés PMC), un material que contiene un polímero incorporado a una fase de refuerzo como fibras o polvos.

Está constituida de dos fases; la primera es una fase primaria de polímero la cual es embebida y una fase secundaria a base de fibras, partículas u hojuelas.

En los CMP se usan como matrices o bases, los tres tipos de polímeros básicos: termoplásticos, termo fijo y elastómero. Los más comunes son los polímeros termo fijos, sin embargo para fines de este proyecto se trabajara con los termoplásticos.

De la combinación de matriz-refuerzo, el refuerzo es el que le otorga las principales propiedades mecánicas al nuevo material que en este caso particular el refuerzo será de cemento portland, de hecho las fibras de refuerzo ya constituyen por si solas el elemento resistente del material, sin embargo; aisladamente, su eficiencia no es la óptima, es necesario entonces combinarlas con una matriz que las proteja de factores externos y con algún tipo de esfuerzo en particular.

Estos refuerzo generalmente pueden ser partículas cortas, largas o estar entretejidas, a estas se les pide como requisito la compatibilidad con los materiales que forman la matriz; es decir, que la resistencia de la interface sea similar a la de la matriz.

Cuando se realiza la selección de un material compuesto, se busca generalmente una combinación óptima de propiedades la misma que está determinada por tres factores:

1. Los materiales usados como fases componentes en el compuesto.
2. La forma geométrica de los componentes y la estructura resultante del sistema compuesto.



3. La manera en la cual las fases interactúan entre sí. (Diaz, Resendiz, Linares, Olivas, & Lopez, 2012)

### **2.3.1.2 PROCESO DE TRITURACIÓN DEL PLÁSTICO**

Los polímeros procedentes del consumo, en su mayoría se los recicla de manera mecánica, por lo general estos polímeros son residuos sólidos urbanos, de agricultura, residuos de post consumo.

Los tipos de plástico comúnmente reciclados son el polietileno de baja y alta densidad, el polipropileno, el poli estireno y el cloruro de polivinilo. La gran mayoría de plásticos de post consumo contienen más de un tipo de polímero así como también aditivos y compuestos que lo vuelven más resistente y suministran propiedades mecánicas más adecuadas para su uso final.

Debido a que los plásticos procedentes de post consumo llegan con materiales y compuestos ajenos al plástico se los tiene que limpiar previamente antes del proceso de trituración, por lo que para la adquisición de los mismos las señoras recicladoras nos proveerán lavados los envases.

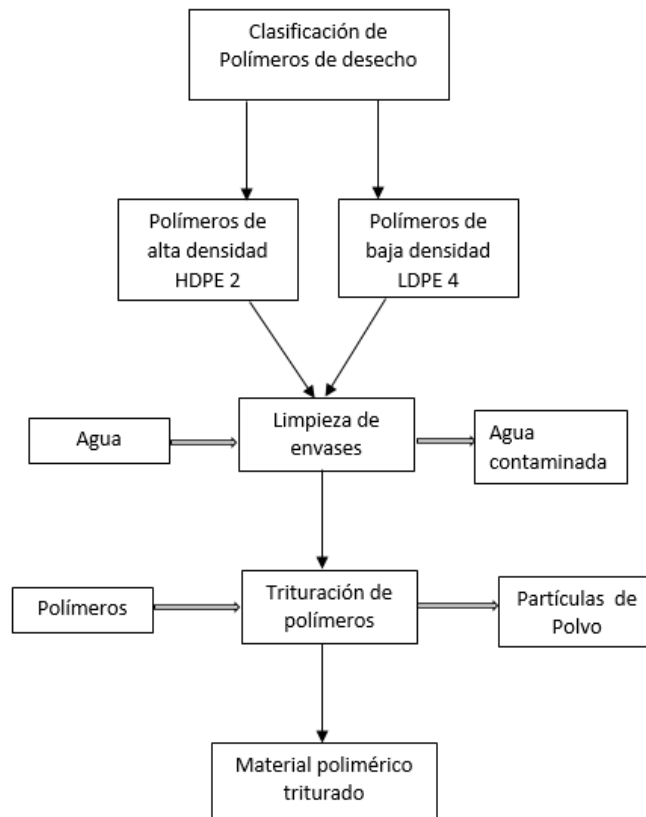
El proceso de trituración de plásticos se basa en la reducción del tamaño de polímeros en partes más pequeñas. La apariencia de la máquina trituradora de polímeros es similar a la de un molino, generalmente cuenta con dos cuchillas o rodillos paralelos una tolva de entrada del material, un motor, estructuras de soporte, engranes y cadenas, cuchillas afiladas de manera horizontal y vertical para así moler el material, finalmente está la caja de salida que es la que almacena el material ya triturado.

El plástico resultante de todo el proceso de trituración se aproxima a 2mm de tamaño, existen industrias que los mezclan por motivos de comodidad y para mayor facilidad en el desecho, pero también existen empresas e industrias que los clasifican por colores y los utilizan en otros procesos.

En el proceso de elaboración de materiales de construcción a base de plástico triturado se utiliza la mezcla de desecho de las industrias de plástico o simplemente el plástico de pos consumo humano. (Vasconez Ortiz, 2013)



## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESOS DE TRITURACIÓN DE POLÍMEROS DE DESECHO



Elaboración: Las Autoras

### 2.3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.- MÉTODOS Y MATERIALES

Los métodos a los cuales serán sometidos los Eco bloques están basados en lo que exige la norma INEN, sin embargo; como pruebas adicionales se realizará la resistencia al fuego y la disminución del ruido, establecidas en la norma internacional ISO.

#### 2.3.2.1 ENSAYOS OBLIGATORIOS

De acuerdo con las Normas INEN los bloques huecos de concreto deberán ser sometidos a las pruebas de: Resistencia a la Compresión, Absorción de la Humedad y Retracción al Secado, para que los mismos puedan ser comercializados en el mercado.



### 2.3.2.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

La resistencia a la compresión se define como el máximo esfuerzo de compresión por unidad de área, cuando alcanza un 15% de deformación axial. (Universidad Nacional de Colombia, 2001). Esta se expresa en Mega Pascales (MPa), en un tiempo de 28 días transcurridos a partir de la fabricación de los prototipos.

La resistencia de los bloques a la compresión es una propiedad física fundamental, y es frecuentemente empleada en los cálculos para diseño de edificios y otras estructuras.

Tanto los materiales como el método están contemplados en la NORMA TECNICA.- INEN 640, los mismos que serán explicados a continuación.

- **METODO**

El procedimiento indicado en la norma INEN 640(ANEXO B), consiste en someter los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.

- **MATERIALES**

#### **EQUIPO**

Para determinar la resistencia a la compresión de un bloque hueco puede usarse cualquier máquina de compresión facilitada de un plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.

#### **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

1. Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo con la Norma INEN 639.
2. Cada bloque debe ser sumergido en agua a la temperatura ambiente, por un período de 24 horas y luego recubierto de capas de mortero de cemento-arena o de azufre-arena



3. Para recubrir los bloques de capas de mortero se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

a) Recubrir 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.

b) Comprobar el paralelismo de las dos caras recubiertas de mortero de cemento por medio de un nivel de burbuja;

c) Una vez aplicadas las capas de mortero, cubrir el bloque con un paño húmedo y mantenerlo cubierto por 24 horas.

d) Transcurridas las 24 horas, sumergir cada bloque en agua y mantenerlo sumergido por el tiempo de tres días. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

- **CÁLCULO**

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

$$C = \frac{P}{S}$$

En donde:

C = La resistencia a la compresión, en MPa

P = La carga de rotura en Newtones

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

Una vez que los prototipos han sido sometidos a esta prueba, los valores resultantes deberán ser comparados con lo establecido en la normativa (Tabla #16) para determinar a qué tipo bloque corresponde de acuerdo a la clasificación.



**Tabla 16.-Requisitos de Resistencia a la Compresión establecidos en la normativa INEN**

| <b>TIPO DE BLOQUE</b> | <b>Resistencia mínima a la compresión en Mapa a los 28 días (Norma INEN 640).</b> |
|-----------------------|---|
| A                     | 6   |
| B                     | 4   |
| C                     | 3   |
| D                     | 2,5   |

Fuente.- (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1993)

### 2.3.2.1.2 ABSORCIÓN A LA HUMEDAD

- **METODO**

El método descrito en la norma INEN 642 (ANEXO C), para determinar la absorción a la humedad, consiste en someter los bloques a la sumersión en agua hasta su saturación y luego al secado, el mismo proceso que sirve para registrar las variaciones en masa de los mismos durante este proceso.

- **MATERIALES**

#### **ESPECÍMENES DE ENSAYO.**

Deben usarse bloques enteros tomados al azar de las muestras seleccionadas de acuerdo con la Norma INEN 639.

#### **EQUIPOS**

La balanza que se use debe presentar una sensibilidad al 0,5% de la masa del más pequeño de los especímenes sometidos a ensayo.



## PROCEDIMIENTO

- a) Saturación. Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente durante 24 horas.
- b) Los especímenes deben retirarse del agua y dejarse secar durante un minuto, colocándolos sobre una malla de alambre de 10 mm de abertura, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.
- c) Una vez anotada la masa de los especímenes, éstos deben secarse en un horno de secado a una temperatura entre 100°C y 115°C, durante no menos de 24 horas, y luego pesarse de nuevo.
- d) Hasta en dos pesadas sucesivas, en intervalos de dos horas, el incremento de la pérdida no debe ser mayor del 0,2% de la última masa previamente determinada del espécimen. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1993)

- **CÁLCULO**

Para determinar el porcentaje de absorción de agua, este se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción \%} = \left( \frac{A - B}{B} \right) \times 100$$

Dónde:

A = masa en húmedo del espécimen, en kg;

B = masa en seco del espécimen, en kg.

De igual manera que la prueba anterior la normativa establece que el porcentaje de absorción de humedad de los bloques no deberá exceder el 15% una vez realizada la prueba.

### 2.3.2.1.3 RETRACCIÓN AL SECADO

Antes de explicar el método y los materiales que se usan para determinar este parámetro indicaremos que la retracción al secado hace referencia a la diferencia entre la longitud de un bloque de hormigón saturado de agua y la longitud del



mismo bloque después de secado, a este resultado se expresa como un porcentaje de la longitud en seco.

- **MÉTODO**

El procedimiento correcto para la determinación de la retracción del secado, contemplado en la norma INEN 641 (ANEXO D), consiste en la medición de la longitud de un bloque hueco de hormigón que ha sido saturado de agua, una segunda medición del mismo bloque después de secado y la repetición sucesiva de este proceso para determinar el máximo valor de retracción.

- **MATERIALES**

### **EQUIPOS**

Se necesitan 3 aparatos para la determinación de la retracción al secado, estos son:

- 1) Horno de secado. Un horno de secado de tiro forzado de un volumen total de 0,06 m<sup>3</sup> mantenido a una temperatura interior de  $50 \pm 1^\circ\text{C}$  y una humedad relativa aproximada al 17%.
- 2) Micrómetro, Un micrómetro apropiado capaz de medir con una aproximación de 0,002 mm.
- 3) Desecador, suficientemente grande como para acomodar los especímenes de ensayo y que contenga un recipiente con solución saturada de cloruro de calcio.

### **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS**

- a) Seleccionar seis bloques escogidos de acuerdo con la Norma INEN 639.
- b) De cada uno de los bloques de ensayo, cortar un espécimen de aproximadamente 150 mm de largo y de 75 x 75 mm de sección transversal.
- c) Usando un compuesto de resina epoxídica, fijar una bola de acero de 6 mm de diámetro en el centro de las caras opuestas extremas de cada



espécimen, de tal modo que sobresalga la mitad de cada bola. Después de endurecida la resina, limpiar la superficie expuesta de las bolas y engrasarlas para evitar la corrosión. Usarlos extremos de las bolas como puntos de referencia.

### PROCEDIMIENTO

- a) Sumergir completamente los especímenes en agua limpia, a una temperatura de  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  durante cuatro días.
- b) Retirar los especímenes del agua, quitar la grasa de las bolas de acero y medir la longitud entre los puntos de referencia.
- c) Después de tomadas las medidas, secar los especímenes en el horno por lo menos durante 48 horas.
- d) No se deben colocar los especímenes húmedos Junto a los parcialmente secos.
- e) Enfriar los especímenes durante cuatro horas como mínimo y volver a medir la longitud.
- f) Repetir este proceso de secado y enfriamiento (pero empleando períodos de secado de 24 horas) hasta que la diferencia entre dos medidas consecutivas sea menor de 0,05mm. Registrar la lectura final como longitud en seco.

### CÁLCULO

Calcular la retracción por secado de cada espécimen como la diferencia entre la longitud en húmedo y la longitud en seco, expresada como un porcentaje de la longitud en seco. (Instituto Ecuatoriano de Normalización , 1981)

#### 2.3.2.2 ENSAYOS NO OBLIGATORIOS

Una vez que se ha establecido los ensayos obligatorios para Bloques Huecos de Hormigón, es necesario complementar este estudio con dos pruebas adicionales: resistencia al fuego y aislamiento acústico debido a que los Eco Bloques posee carga de plástico.

El plástico al ser un material combustible no inflamable, requiere de ensayos para determinar su resistencia al fuego. La Norma ISO 834 establece que los bloques sometidos a una temperatura de  $1200^{\circ}\text{C}$ , deben resistir al menos seis horas antes de carbonizarse.



### 2.3.2.2.1 RESISTENCIA AL FUEGO

Para realizar esta prueba, no existe una normativa ecuatoriana que determine los parámetros que se deben cumplir, por lo que nos hemos basado en la Norma Internacional ISO número 834 (ANEXO E), que nos presenta una curva convencional de elevación de temperatura en un horno de ensayo.

Esta curva, presenta una subida de temperatura bastante rápida al principio, fenómeno que se produce efectivamente en el momento de una deflagración. Sin embargo; su finalidad no fue la de reproducir las condiciones reales de un incendio cualquiera, sino permitir una comparación del comportamiento ante el fuego de diferentes elementos constructivos de base y establecer de este modo una clasificación relativa, una jerarquización, con relación a un fuego de referencia fácilmente reproducible en laboratorio. (Construmatica, 2014)

Se considera como materiales indispensables un horno que resista altas temperaturas y un termómetro que mida el incremento de la misma.

La metodología consiste en colocar al Eco Bloque dentro del horno e incrementar la temperatura gradualmente hasta que los polímeros lleguen al punto máximo y comience a cambiar sus propiedades físicas y de esta manera determinar la temperatura.

### 2.3.2.2.2 RESISTENCIA ACÚSTICA

El aislamiento acústico se caracteriza como la protección de un material contra la penetración de sonidos o simplemente reducir el ruido tanto aéreo como estructural que llega a un receptor. En paredes y materiales de construcción el aislamiento acústico es considerado hoy en día como un requerimiento clave a la hora de construir es por eso que las pruebas de resistencia acústica son necesarias para la comercialización de algunos elementos de construcción. Por lo que un correcto y adecuado aislamiento acústico busca que sea mínima la energía transmitida, además los materiales adecuados en el aislamiento son aquellos que pueden absorber o reflejar una parte importante de esta energía de la onda incidente.





Es así que en la actualidad existen muchas fuentes de contaminación acústica sobre todo en el área urbana, es por esto que la utilización de barreras para aislamiento de sonido y control de ruido, es indispensable a la hora de construir paredes. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

- **MÉTODO**

El método de ensayo para determinar el aislamiento acústico y el nivel sonoro de un material, expresado en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 10140 en su Primera edición 2014 (ANEXO F), consta de la medición de ruido en decibelios a través de un prototipo de pared con el material a ser usado, este tipo de método es utilizado para observar los cumplimientos requeridos por normas vigentes.

Por consiguiente este tipo de métodos son utilizados en la redacción de normas para la elaboración de materiales de construcción. Sin embargo; en el Ecuador no existen controles en el cumplimiento de las mismas, ya que la comercialización de materiales de construcción es verdaderamente amplia y la mayoría de empresas son artesanales.

A pesar de no existir controles constantes en el cumplimiento de las normas vigentes con respecto al aislamiento acústico en materiales de construcción, se considera un pilar importante en el análisis de materiales aislantes de ruido y sobretodo en el presente estudio ya que corresponde a materiales nuevos en innovadores en el mercado.

- **MATERIALES**

### **EQUIPO**

El equipo utilizado para el análisis acústico y control de ruido se denomina Sonómetro este determina en decibelios el parámetro de ruido de una fuente o en el aire ambiente, además el equipo necesita ser calibrado con un tiempo que determina la ley vigente y en este caso la norma ISO es la encargada de los límites máximos permisible para ruido, con el tiempo dado se inicia la medición respectiva de acuerdo al análisis necesario.



## PROCEDIMIENTO

Para realizar el procedimiento en el cálculo de la cantidad de ruido que aíslan los bloques en el sector de la construcción, es necesario analizar la norma para este aspecto, la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN-ISO 10140 en su primera edición 2014, que se detallada como: Acústica. Medición en laboratorio del Aislamiento Acústico de los elementos de construcción. Así como en la Parte 5: Requisitos para instalaciones y equipos de ensayo (ISO 10140-5:2010, IDT). De acuerdo a las regulaciones Ecuatorianas está La Norma INEN que toma de base la Norma ISO 10140 que se refiere a la medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción.

La Norma ISO 10140-1 se verifica las normas de estudio para elementos y productos específicos, además de los requisitos para la preparación, el montaje, el funcionamiento y las condiciones de ensayo. La Norma ISO 10140-2 y la ISO 10140-3 contienen instrucciones para las mediciones del aislamiento acústico al ruido aéreo y de impactos. Se proyecta actualizar la Norma ISO 10140-1 con las normas de aplicación respectivas para otros productos. También se busca incorporar la Norma ISO 140-18 en la Norma ISO 10140 y otras consideraciones más para este análisis. Es por esto que cabe señalar que en el Ecuador no existen requerimientos claves de niveles de sonido establecidos para materiales de construcción, todavía no se dictan leyes fijas para este aspecto y mucho menos se controlan los procedimientos en la elaboración de materiales de construcción.

Es así que para analizar el nivel de sonido que aíslan los bloques elaborados con polietileno 2 y 4 dentro del presente estudio, es necesario implementar dos prototipos de construcción con cada tipo de bloque, colocando unos sobre otros y formando una caja para que posteriormente con el sonómetro se realice la toma de muestras de la cantidad de sonido que emite la fuente dentro y fuera de la caja.

Es necesario que la fuente de ruido sea fija y para este análisis se utilizó un radio con volumen de sonido al máximo de su capacidad, los resultados de la prueba de análisis acústico se detallaran más adelante. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)



## EXPERIMENTACIÓN

### 2.3.2.3 DISEÑO DE MEZCLA

Para la experimentación se ha trabajado con un diseño de mezclas que puede ser definido como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador.

El diseño de mezclas viene a ser la elección de proporciones adecuadas para preparar concreto teniendo en cuenta a la clase de estructura de la que va a formar parte y las condiciones ambientales a las que estará expuesto. (Arana, 2011)

#### 2.3.2.3.1 MÉTODO

El método descrito para la experimentación, consiste en crear una mezcla adecuada de los diferentes componentes del bloque, colocarlos en moldes de aluminio y finalmente esperar 28 días para que estos fragüen y se sequen completamente, para que puedan ser sometidos a los diferentes análisis establecidos en la Normativa INEN, como en normas internacionales.

#### 2.3.2.3.2 MATERIALES Y HERRAMIENTAS

- Mezcladora
- Vibro compactadora para bloques
- Moldes de Aluminio
- Palas de Hierro
- Balanza

#### 2.3.2.3.3 PROCEDIMIENTO

##### a) Preparación de la Materia Prima

Para poder determinar la cantidad en peso (Kg) de cada uno de los componentes del Eco Bloque, partiremos de la composición del bloque tradicional proporcionado por el Sr. Salvador Sánchez propietario de la bloquera



INDUBLOCK, de tal manera que se estime la reducción de áridos que tiene como objetivo el presente proyecto.

El bloque de hormigón tradicional está formado por las siguientes materias primas y sus diferentes pesos y porcentajes, explicados en la tabla # 17, considerando que estas cantidades son utilizadas para una producción de 35 unidades:

**Tabla 17.-Composición en peso y porcentaje del Bloque Tradicional**

| <b>Materiales</b> | <b>Peso (Kg)</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|-------------------|------------------|-----------------------|
| Polvo de Piedra   | 76,26 Kg         | 39,14%                |
| Polvo Blanco      | 76,26 Kg         | 39,14%                |
| Cemento           | 22,72 Kg         | 11,66%                |
| Agua              | 19,62 Kg         | 10,07%                |
| <b>Total</b>      | <b>194,86 Kg</b> | <b>100%</b>           |

Fuente: Bloquera INDUBLOCK

Elaboración: Las Autoras

Una vez fijado que el 78.28% de la composición total corresponden a áridos, estos serán sustituidos en un 10, 20, 30 y 40 por ciento debido a que en un diseño experimental se puede utilizar valores del 0 al 100% aleatoriamente o al azar, es por eso que en el presente estudio se ha escogido los 4 rangos para determinar el nuevo peso de los componentes incluyendo como materia prima los polímeros PEHD, PELD. Obteniéndose los siguientes resultados para la producción de 9 unidades:

**Tabla 18.-Peso en kilogramos (Kg) de la materia prima, utilizada para la producción del Eco Bloque**

| <b>Materia Prima (Kg)</b> | <b>Porcentajes Disminuidos de Áridos</b> |            |            |            |
|---------------------------|--|------------|------------|------------|
|                           | <b>10%</b>                               | <b>20%</b> | <b>30%</b> | <b>40%</b> |
| <b>Polímeros</b>          | 5.1 Kg                                   | 10.2Kg     | 15.3 Kg    | 20.4 Kg    |
| <b>Polvo de Piedra</b>    | 16.93 Kg                                 | 14.33 Kg   | 11.8 Kg    | 9.26 Kg    |
| <b>Polvo Blanco</b>       | 16.93 Kg                                 | 14.33 Kg   | 11.8 Kg    | 9.26 Kg    |
| <b>Cemento</b>            | 6.46 Kg                                  | 6.46 Kg    | 6.46 Kg    | 6.46 Kg    |
| <b>Agua</b>               | 5.6 Kg                                   | 5.6 Kg     | 5.6 Kg     | 5.6 Kg     |

Fuente: Las Autoras

Elaboración: Las Autoras



**Ilustración 1.-** Dosificación de la Mezcla  
**Fotografiado por:** Las Autoras  
**Lugar:** Bloquera INDUBLOCK (Av. De los Cerezos s/n y Av. Ordóñez Lasso)

### b) Preparación de la Mezcla

Una vez que han sido perfectamente pesados los componentes procedemos a:

1. Colocar la materia prima en la mezcladora
2. Encenderla por 10 minutos hasta obtener una mezcla homogénea
3. Activar la Vibro compactadora para que la mezcla ascienda por una rampa y sea colocado en los diferentes moldes
4. Desmoldar los bloques
5. Fragar los bloques durante de 28 días.
- 6.



**Ilustración 2.-** Formación de los Bloques  
**Fotografiado por:** Las Autoras  
**Lugar:** Bloquera INDUBLOCK (Av. De los Cerezos s/n y Av. Ordóñez Lasso)

### 3 CAPÍTULO - MEDICIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – MECÁNICO DEL PRODUCTO

#### 3.1 RESULTADO DE LOS ENSAYOS REGLAMENTARIOS

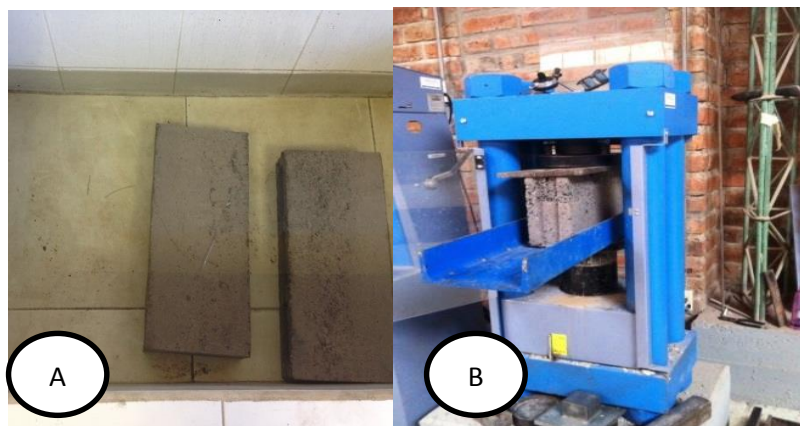
Para poder expresar los resultados de los ensayos reglamentarios se ha utilizado la siguiente simbología:

**Tabla 19.-Simbología de reconocimiento de los prototipos**

| Concentración de Polietileno | Simbología Concentración | Tipo de Bloque | Tipo de Polietileno | Nombre del Prototipo |
|------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------|----------------------|
| 10%                          | 1                        | D              | PE HD               | 1D PE HD             |
| 20%                          | 2                        | D              | PE HD               | 2D PE HD             |
| 30%                          | 3                        | D              | PE HD               | 3D PE HD             |
| 40%                          | 4                        | D              | PE HD               | 4D PE HD             |
| 10%                          | 1                        | D              | PE LD               | 1D PE LD             |
| 20%                          | 2                        | D              | PE LD               | 2D PE LD             |
| 30%                          | 3                        | D              | PE LD               | 3D PE LD             |
| 40%                          | 4                        | D              | PE LD               | 4D PE LD             |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

#### 3.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**Ilustración 3.- A.- Saturación; B.- Compresión**

Fotografiado por: Las Autoras

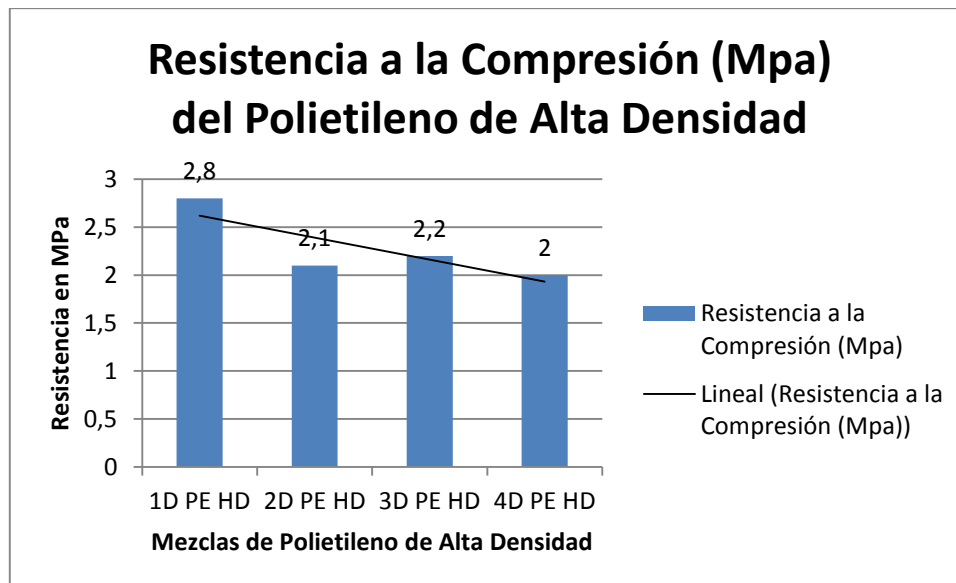
Lugar: Laboratorio de Suelos de la Universidad de Cuenca



**Tabla 20.-Resultados de la Resistencia a la Compresión en MPa de los 8 tipos de mezclas**

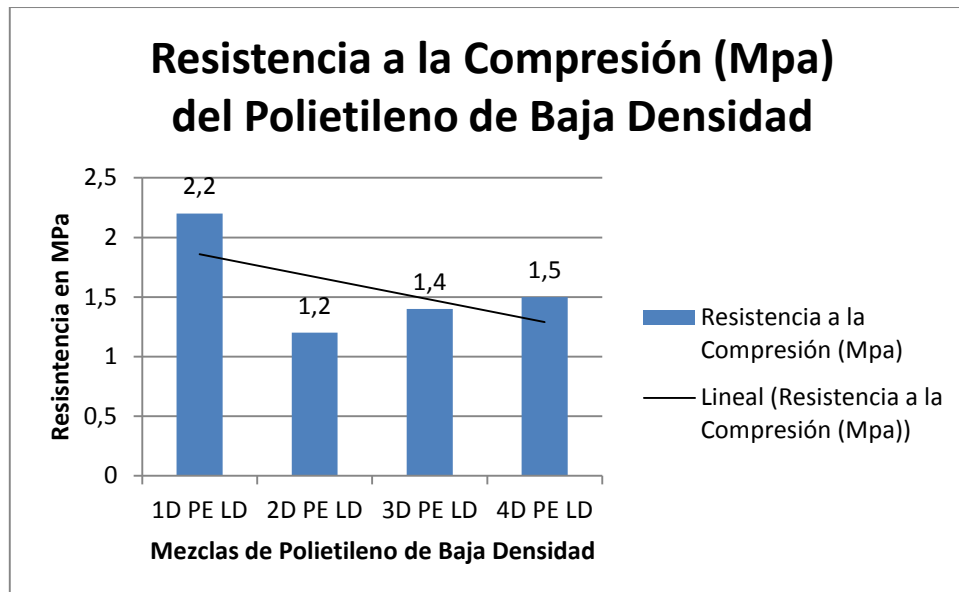
| MUESTRAS | Resistencia a la Compresión (MPa) |
|----------|-----------------------------------|
| 1D PE HD | 2.8                               |
| 2D PE HD | 2.1                               |
| 3D PE HD | 2.2                               |
| 4D PE HD | 2                                 |
| 1D PE LD | 2.2                               |
| 2D PE LD | 1.2                               |
| 3D PE LD | 1.4                               |
| 4D PE LD | 1.5                               |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 3.- Resistencia a la Compresión (MPa) del PE HD**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



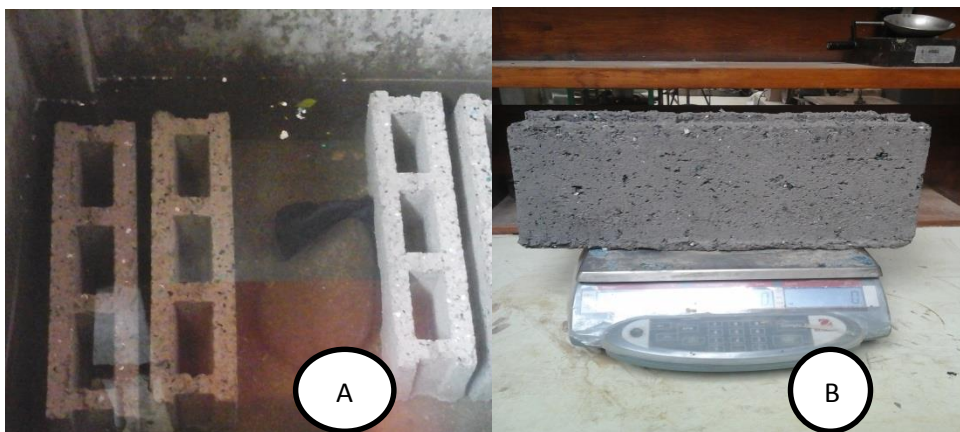
**Gráfico 4.-Resistencia a la Compresión (MPa) del PE LD**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

Los resultados obtenidos muestran claramente que la prueba 1D PEHD es válida, puesto que cumple con lo establecido en la normativa INEN 640, para bloques de clasificación D, cuya resistencia mínima a la compresión es de 2.5 MPa en un período de 28 días.

### 3.1.2 ABSORCIÓN A LA HUMEDAD





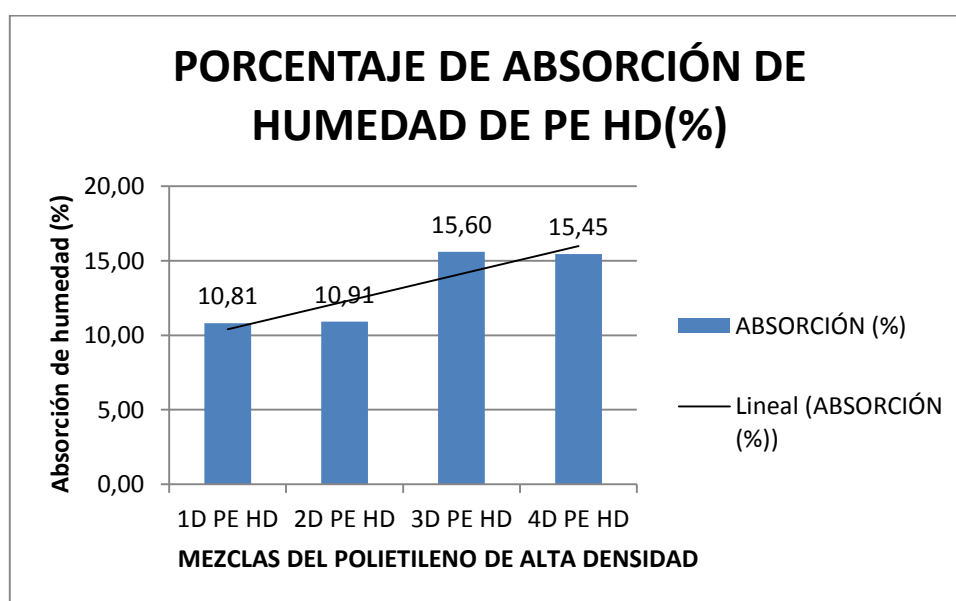


**Ilustración 4.-** A. Saturación, B. Pesado, C. Quemado.  
**Fotografiado por:** Las Autoras  
**Lugar:** Laboratorio de Suelos de la Universidad de Cuenca

**Tabla 21.-Resultados del Porcentaje de Absorción a la Humedad de los 8 Tipos de mezclas**

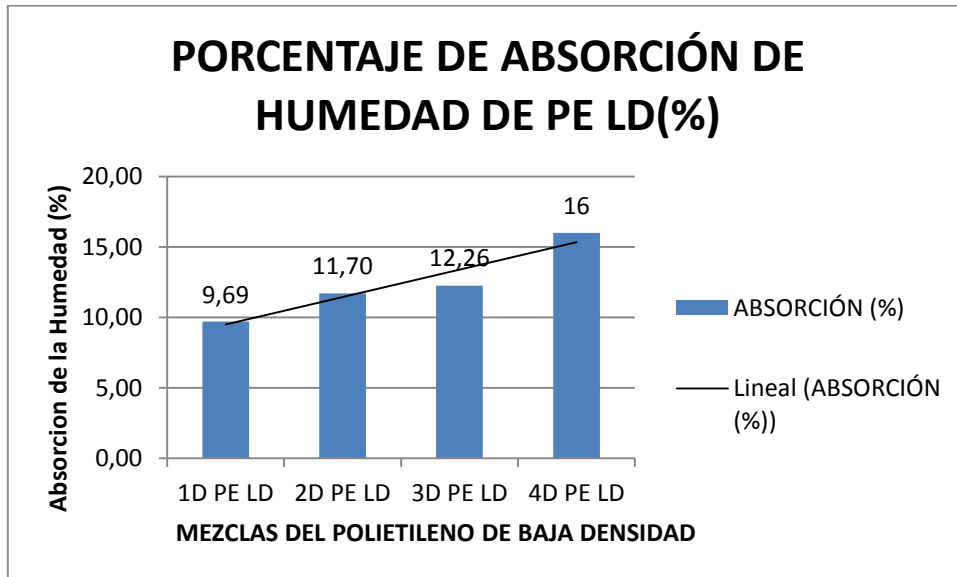
| MUESTRAS | BLOQUE SATURADO A (kg) | BLOQUE SECO B (kg) | ABSORCIÓN (%) |
|----------|------------------------|--------------------|---------------|
| 1D PE HD | 10,25                  | 9,25               | 10,81         |
| 2D PE HD | 9,15                   | 8,25               | 10,91         |
| 3D PE HD | 8,15                   | 7,05               | 15,60         |
| 4D PE HD | 7,1                    | 6,15               | 15,45         |
| 1D PE LD | 10,75                  | 9,8                | 9,69          |
| 2D PE LD | 10,5                   | 9,4                | 11,70         |
| 3D PE LD | 8,7                    | 7,75               | 12,26         |
| 4D PE LD | 7,25                   | 6,25               | 16            |

**Fuente:** Las Autoras  
**Elaborado por:** Las Autoras



**Gráfico 5.-Porcentaje de Absorción de Humedad de PE HD**

**Fuente:** Las Autoras  
**Elaborado por:** Las Autoras



**Gráfico 6.-Porcentaje de Absorción de Humedad de PE LD**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

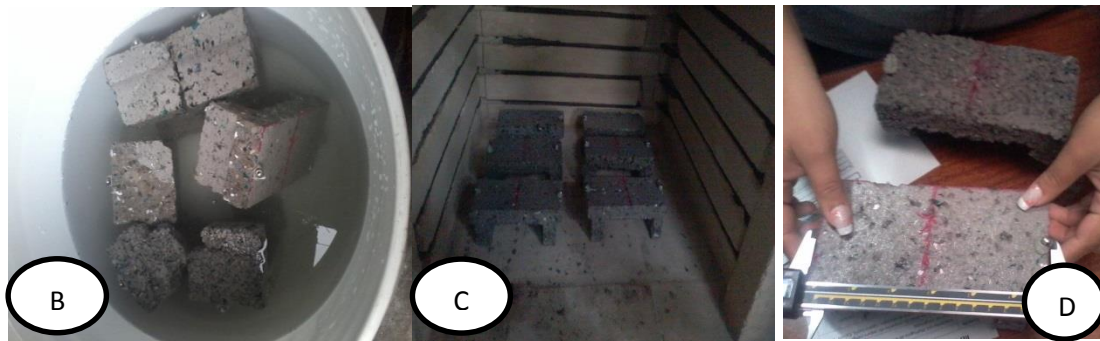
La norma INEN 642 establece que ningún bloque de hormigón debe superar el 15% de absorción de humedad, por lo que 5 de las 8 pruebas cumplen el requisito establecido.

Tanto en el PE HD como en el PE LD, las muestras que contienen hasta un 20% de plástico en su estructura presentan resultados favorables, mientras que; las dos mezclas restantes no, debido a que la compactación entre el plástico y el cemento disminuye, provocando así una mayor porosidad.

Sin embargo; las pruebas 2D PE HD, 2 D PE LD, 3 D PE LD y 4 D PE LD no cumplen con la normativa para la resistencia a la compresión con lo que estas mezclas son rechazadas quedando únicamente válida la prueba 1D PE HD.

### 3.1.3 RETRACCIÓN AL SECADO





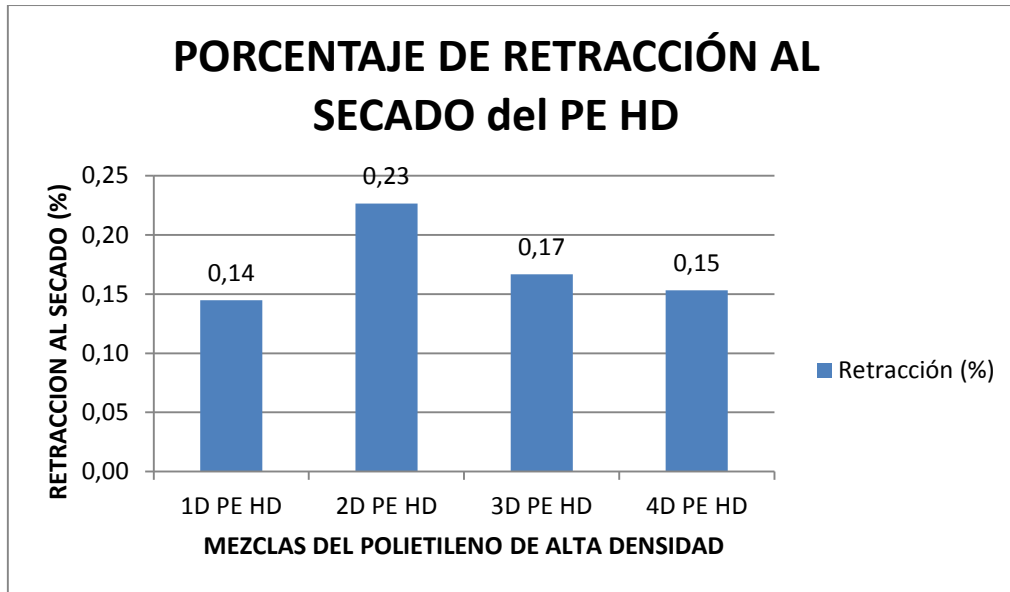
**Ilustración 5.-** A. Cortado, B. Humedecimiento, C. Secado de Bloques, D. Medición  
**Fotografiado por:** Las Autoras

**Lugar:** Empresa INMEPLAST (Av. Octavio Chacón s/n y Cornelio Vintimilla Nave 202 Modulo 1-11)

**Tabla 22.-Resultados del porcentaje de Retracción al Secado de los 8 tipos de mezclas**

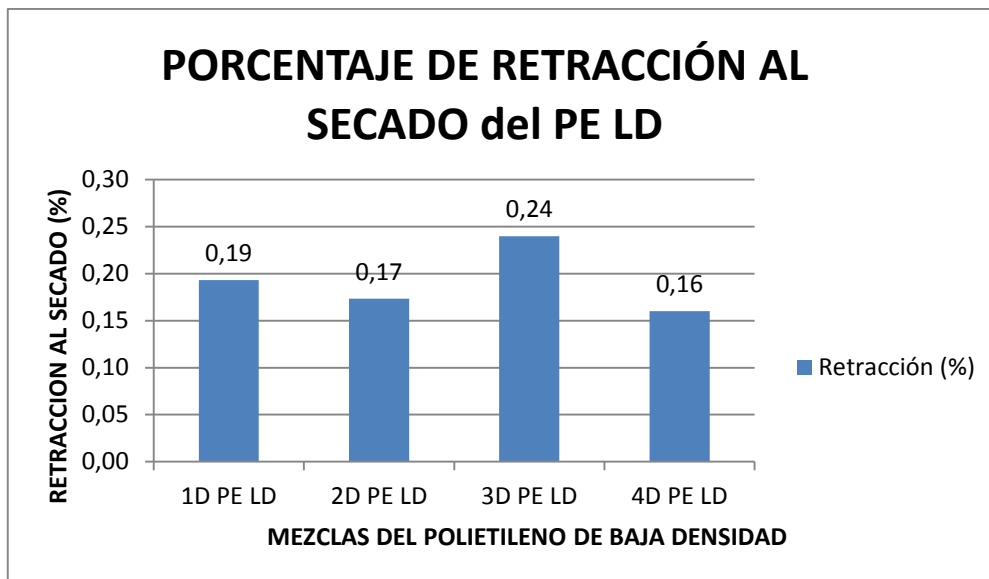
| MUESTRAS | LONGUITUD DE BLOQUE SATURADO (mm) | LONGUITUD DE BLOQUE SECO(mm) | Retracción (%) |
|----------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
| 1D PE HD | 145,21                            | 145                          | 0,14           |
| 2D PE HD | 150,34                            | 150                          | 0,23           |
| 3D PE HD | 150,25                            | 150                          | 0,17           |
| 4D PE HD | 150,23                            | 150                          | 0,15           |
| 1D PE LD | 150,29                            | 150                          | 0,19           |
| 2D PE LD | 150,26                            | 150                          | 0,17           |
| 3D PE LD | 150,36                            | 150                          | 0,24           |
| 4D PE LD | 150,24                            | 150                          | 0,16           |

**Fuente:** Las Autoras  
**Elaborado por:** Las Autoras



**Gráfico 7.-Porcentaje de Retracción al Secado de PE HD**

Fuente: Las Autoras  
 Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 8.-Porcentaje de Retracción al Secado de PE LD**

Fuente: Las Autoras  
 Elaborado por: Las Autoras

**ANÁLISIS**

El límite máximo de retracción al secado es de 1.25% establecido en la norma INEN 641, valor con el que es comparado los resultados.

Como se puede observar en la tabla #22 la mezcla 1D PEHD, presenta el menor porcentaje, en comparación con las demás muestras, lo que indica que la

cantidad de agua que absorbe el mismo es menor, por lo que esta mezcla no presentaría una deformación mayor en caso de estar sometido a grandes cantidades de agua en un periodo de 4 días como lo establece la normativa.

### 3.2 RESULTADO DE LOS ENSAYOS NO OBLIGATORIOS

#### 3.2.1 AISLAMIENTO ACÚSTICO

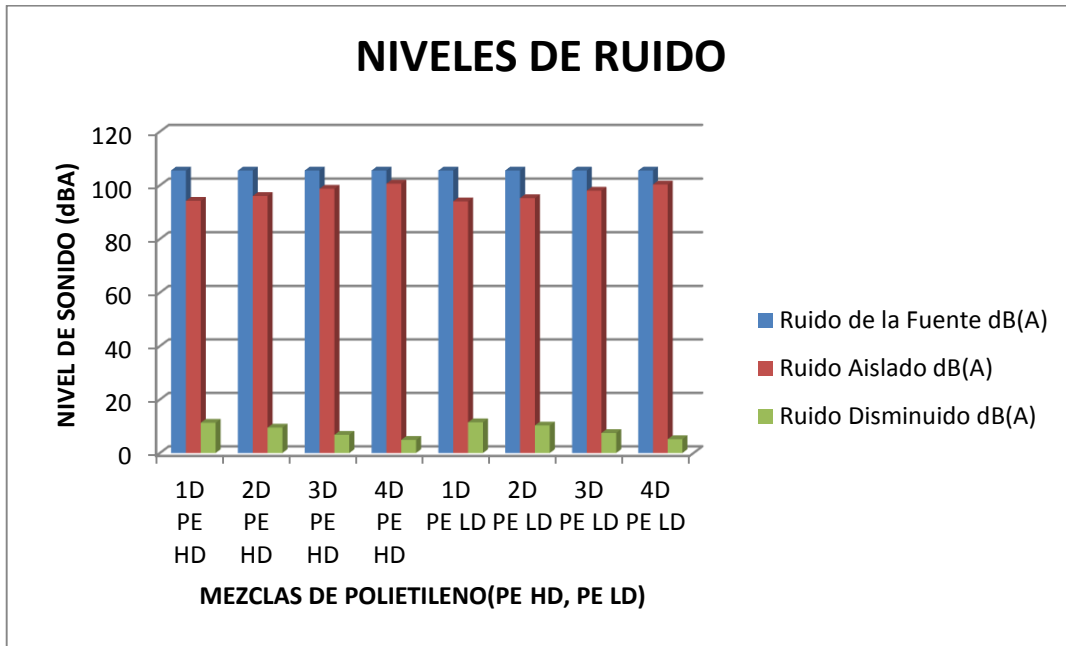


**Ilustración 6.-** Medición del Nivel de Ruido  
**Fotografiado por:** Las Autoras  
**Lugar:** Camino de las Pencas y Palmeras

**Tabla 23.-**Resultados del porcentaje de disminución de ruido de los 8 tipos de mezclas

| MUESTRAS | Ruido de la Fuente dBA | Ruido Aislado dB(A) | Ruido Disminuido dB(A) |
|----------|------------------------|---------------------|------------------------|
| 1D PE HD | 105,5                  | 94,2                | 11,3                   |
| 2D PE HD | 105,5                  | 96                  | 9,5                    |
| 3D PE HD | 105,5                  | 98,7                | 6,8                    |
| 4D PE HD | 105,5                  | 100,6               | 4,9                    |
| 1D PE LD | 105,5                  | 94                  | 11,5                   |
| 2D PE LD | 105,5                  | 95,2                | 10,3                   |
| 3D PE LD | 105,5                  | 98                  | 7,5                    |
| 4D PE LD | 105,5                  | 100,3               | 5,2                    |

**Fuente:** Las Autoras  
**Elaborado por:** Las Autoras



**Gráfico 9.-Niveles de Ruido**

Fuente: Las Autoras  
 Elaborado por: Las Autoras

**ANÁLISIS**

Para determinar la disminución del nivel del ruido, se utilizó como fuente puntual un equipo de sonido (radio) cuyo dB(A) fue 105.5, una vez colocados los bloques en forma de pared se procedió a la medición dando como resultado que la muestra 1DPEHD y 1D PELD, disminuyeron 11 decibeles, esto se debe a que las mismas son las que presentaron mayor masa y grado de compactación entre sus partículas.

**3.2.2 RESISTENCIA AL FUEGO**

El resultado que se obtuvo al quemar el bloque óptimo, es decir el que tiene 10% de polietileno de alta densidad, fue de 220 grados Celsius, en un periodo de 25 min, punto en el cual el plástico que se encuentra en la periferia o caras externas empieza a perder sus características, mientras que el bloque tradicional a una temperatura de 800 grados Celsius en el lapso de una hora, no se quemó y por lo tanto no perdió sus características físico – mecánicas.



**Ilustración 7.-** Prueba de Resistencia al Fuego

**Fotografiado por:** Las Autoras

**Lugar:** Empresa INMEPLAST (Av. Octavio Chacón s/n y Cornelio Vintimilla Nave 202 Modulo 1-11)

### 3.3 VERIFICACION DE RESULTADOS DEL BLOQUE ÓPTIMO 1PEHD

Una vez que se determinó que la mezcla con la sustitución del 10% de áridos por Polietileno de Alta Densidad, cumple con los parámetros establecidos en la normativa, se realizó nuevamente pruebas obligatorias y no obligatorias, utilizando 3 muestras para cada prueba, ya que con estos datos se puede asegurar un comportamiento tendencial dando credibilidad a los resultados. Estas pruebas fueron realizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad de Cuenca, obteniéndose los siguientes resultados:

#### 3.3.1 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS OBLIGATORIAS

##### 3.3.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

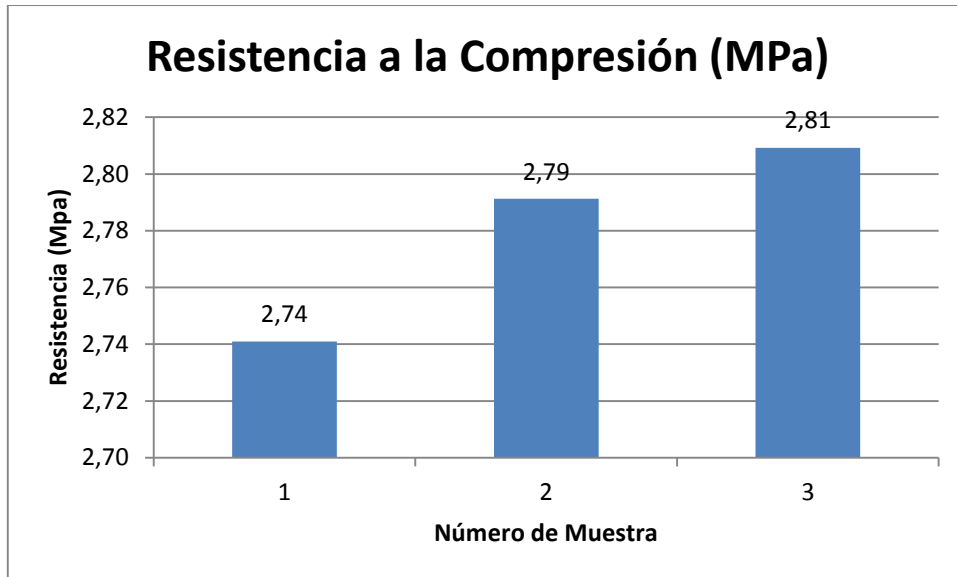
**Tabla 24.-**Resultados de la prueba de Resistencia a la Compresión.

| Muestra         | Presión (KN) | Área de contacto mm <sup>2</sup> | Presión (Mpa) |
|-----------------|--------------|----------------------------------|---------------|
| 1               | 109,64       | 40000                            | 2,74          |
| 2               | 111,65       | 40000                            | 2,79          |
| 3               | 112,37       | 40000                            | 2,81          |
| <b>PROMEDIO</b> |              |                                  | <b>2,78</b>   |

**Fuente:** Las Autoras

**Elaborado por:** Las Autoras





**Gráfico 10.- Resultados de la prueba de Resistencia a la Compresión**

Fuente: Resultados del Laboratorios

Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

Los resultados obtenidos a través del análisis de la prueba de Resistencia a la Compresión de las 3 muestras, presentan características similares a la prueba piloto, siendo el promedio total 2.78 MPa, difiriendo 0.02 MPa de la prueba Piloto, confirmando nuevamente el cumplimiento con la normativa vigente INEN 640 para bloques de tipo D, cuya resistencia establecida es de 2.5 MPa.

### 3.3.1.2 ABSORCIÓN A LA HUMEDAD

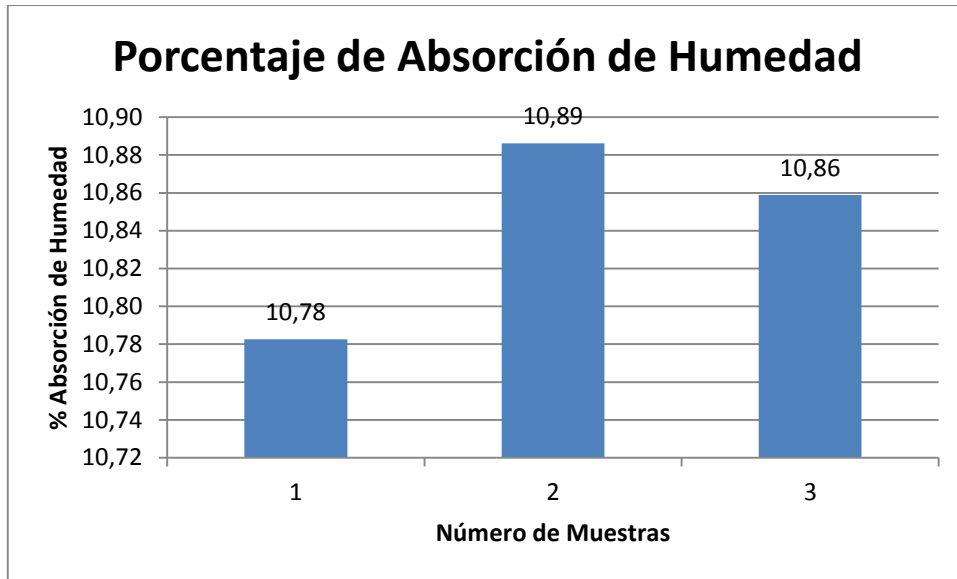
**Tabla 25.-Resultados de la prueba de Absorción a la Humedad.**

| Muestra | Peso Húmedo (Kg) | Peso Seco (Kg)  | %Absorción de Humedad |
|---------|------------------|-----------------|-----------------------|
| 1       | 10120            | 9135            | 10,78                 |
| 2       | 10135            | 9140            | 10,89                 |
| 3       | 10260            | 9255            | 10,86                 |
|         |                  | <b>PROMEDIO</b> | 10,84                 |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras





**Gráfico 11.- Resultados de la prueba de Absorción a la Humedad**

Fuente: Resultados del Laboratorios  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

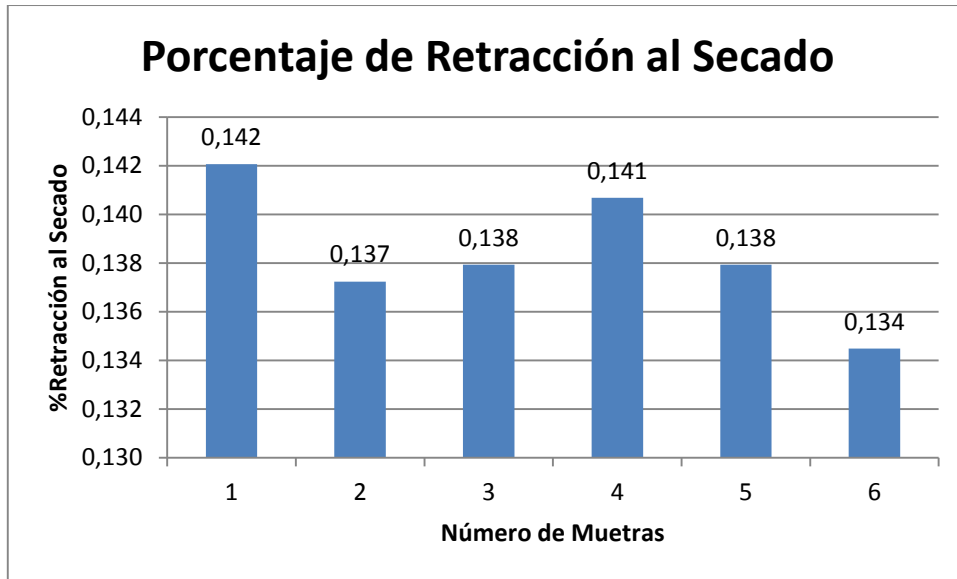
El porcentaje de Absorción a la Humedad presentado en las 3 muestras es: 10.78% para la primera muestra, 10.89% para la segunda muestra y 10.86% para la tercera muestra, dando un promedio de 10.84% existiendo una diferencia de 0.16% con la prueba piloto. Cumpliendo con lo establecido en la norma INEN 642, la cual establece que no se puede superar el 15% de humedad.

### 3.3.1.3 RETRACCIÓN AL SECADO

**Tabla 26.-Resultados de la prueba de Retracción al Secado.**

| Muestra         | LONGUITUD DE BLOQUE SATURADO (mm) | LONGUITUD DE BLOQUE SECO(mm) | Retracción (%) |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|
| 1               | 145,206                           | 145                          | 0,14           |
| 2               | 145,199                           | 145                          | 0,137          |
| 3               | 145,2                             | 145                          | 0,138          |
| 4               | 145,204                           | 145                          | 0,141          |
| 5               | 145,2                             | 145                          | 0,138          |
| 6               | 145,195                           | 145                          | 0,134          |
| <b>PROMEDIO</b> |                                   |                              | <b>0,138</b>   |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 12.-Resultados de la prueba de Retracción al Secado.**

Fuente: Resultados del Laboratorios  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

La tabla #26 muestra los resultados obtenidos a través de la prueba de Retracción al Secado de las 6 muestras sometidas a este análisis, para corroborar los datos obtenidos en la prueba piloto. Dando como promedio un porcentaje de 0.138%, presentando una diferencia del 0.002% de la prueba piloto y cumpliendo con la normativa INEN 641, que establece que el porcentaje de la Retracción al Secado no puede exceder el 1.25%.

### 3.3.2 RESULTADOS DE LAS NO PRUEBAS OBLIGATORIAS

#### 3.3.2.1 AISLAMIENTO ACÚSTICO

La medición de la disminución del nivel de ruido nos dio el mismo resultado que en la prueba piloto, es decir; se redujo 11.3 dB(A)

#### 3.3.2.2 RESISTENCIA AL FUEGO

Una vez que ha sido sometido los 3 bloques al horno, se notó en un tiempo de 25 minutos y a una temperatura de 220 grados Celsius, la desintegración de las partículas de plástico que se encontraban en la periferia, lo que asevera el resultado obtenido del lote piloto.

### 3.4 RESULTADOS Y COMPARACIÓN DEL BLOQUE TRADICIONAL CON LA MUESTRA ÓPTIMA DEL BLOQUE DE POLIETILENO Y LA NORMA INEN.

Tabla 27.-Comparación de los Ensayos Obligatorios de un bloque tradicional, con el bloque de la mezcla óptima 1D PEHD y la Normativa.

| TIPO DE BLOQUE                | Resistencia a la Compresión (MPa) | Absorción (%) | Retracción al Secado (%) |
|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|--------------------------|
| Normativa                     | 2,5                               | 15            | 1.25                     |
| Bloque Tradicional            | 3,11                              | 9,7           | 0,138                    |
| Bloque Polietileno (1D PE HD) | 2,78                              | 10,84         | 0,11                     |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

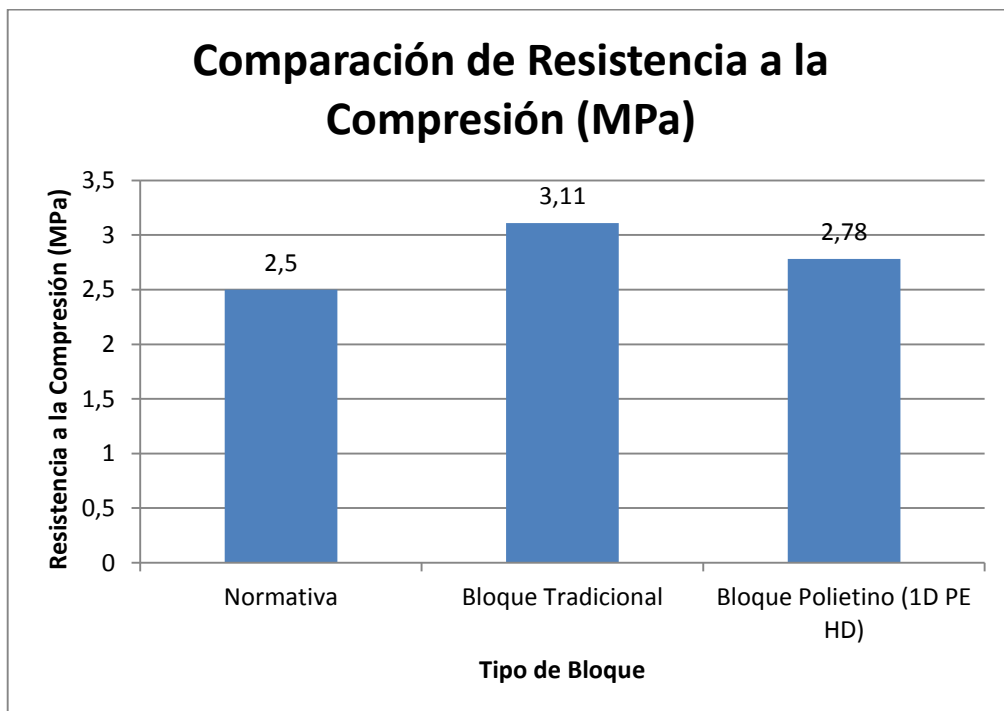
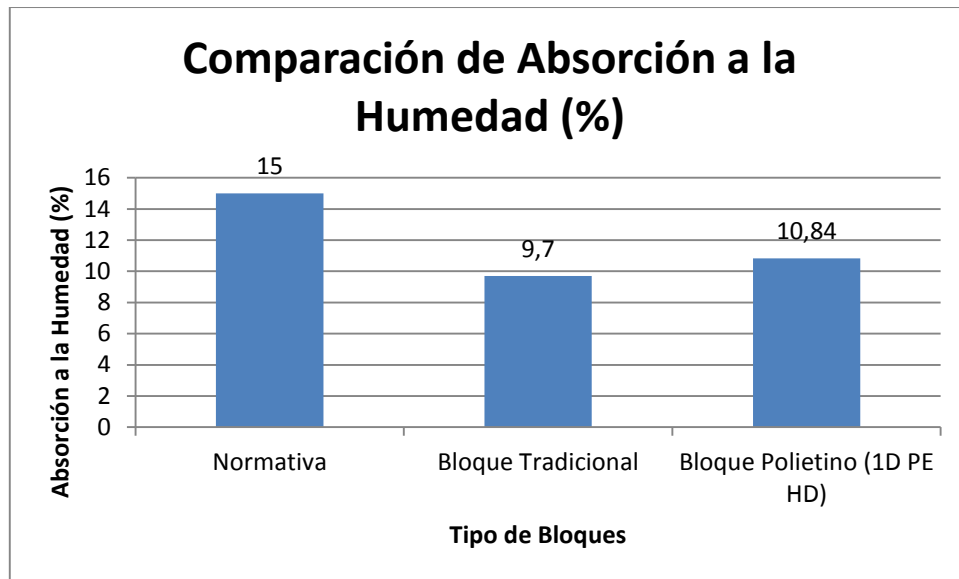


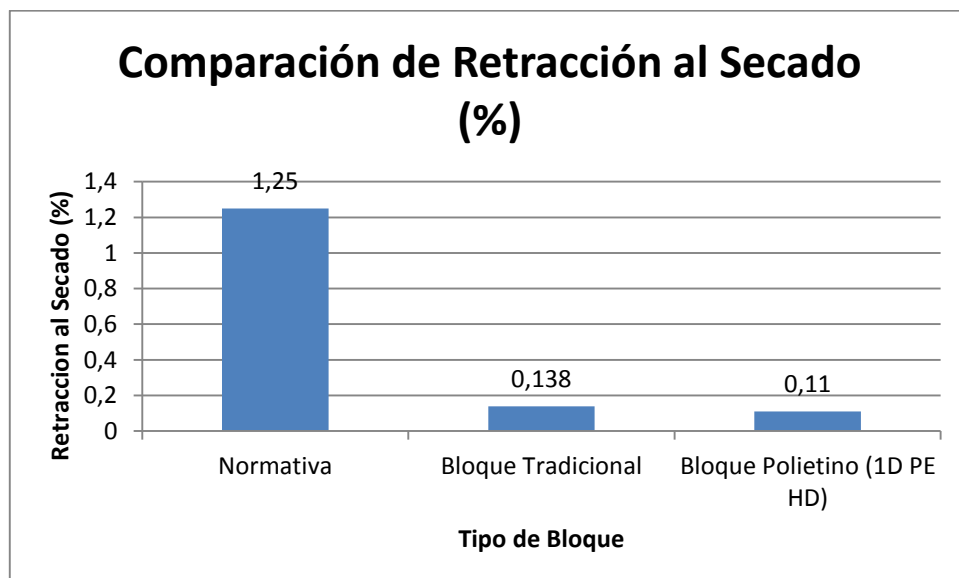
Gráfico 13.- Comparación de la Resistencia a la Compresión.

Fuente: Resultados del Laboratorios  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 14.-Comparación de la Absorción a la Humedad**

Fuente: Resultados del Laboratorios  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 15.-Comparación de Retracción al Secado**

Fuente: Resultados del Laboratorios  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

El bloque tradicional tanto en la Resistencia a la Compresión, como en el porcentaje de Absorción de Humedad presenta mejores resultados que nuestra mezcla, esto se debe principalmente a que el tamaño de las partículas que componen el bloque tradicional son uniformes y la adhesión en las mismas es



mayor; mientras que las del plástico al ser trituradas no presentan uniformidad lo que dificulta que las partículas pueden generar mayor adhesión con el cemento. En cuanto a la Retracción al Secado el bloque tradicional varía en 0.03% debido a las condiciones de adhesión en el cual la cantidad de agua que absorbe es mayor.

## DISCUSIÓN

Este estudio se contrarresta con investigaciones similares analizadas a continuación, las mismas que trabajan con materiales de carga de distinta naturaleza y tamaño.

Según Sánchez 2009, cuyo tema de tesis de Maestría es: **Diseño experimental y elaboración de bloques de conglomerado madera – cemento**”, en el análisis de los resultados de ensayos obligatorios llega a la conclusión de que a medida que disminuye la cantidad de aserrín y aumenta la cantidad de cemento, este mejora las propiedades llegando a tener como mezcla óptima la que posee 10% de aserrín, es decir se asemejan a los resultados obtenidos en el presente estudio.

Adicionalmente un estudio realizado en la Ciudad de Manabí, indica que cuando se sustituye en el bloque, una cantidad de hormigón por material plástico PET reciclado, el análisis de las propiedades mecánicas da como resultado en la prueba de resistencia a la compresión 3 MPa y un 9.48% en la absorción a la Humedad, en la mezcla que se utiliza la menor cantidad de plástico, lo que comparando con nuestro diseño dan resultados similares cuando se utiliza la menor concentración de plástico. (Sabano, 2011)

Finalmente la Universidad Politécnica Nacional con su proyecto: “Diseño de Bloques en base a Polietileno – Tereftalato (Plástico- Reciclado), en el análisis de los resultados de la mezcla, se obtiene que con un 70% de polímero nos da 0.61 MPa, en la resistencia a la Compresión, es decir no cumple con la normativa, mientras que con un 40% de polímero en su estructura la resistencia aumenta a 1.11%, lo que significa que a menor cantidad de polímero incrementa la resistencia. (Pullaguari, 2010)



Como análisis general se evidencia que en la elaboración de bloques al sustituir el hormigón por polímeros u otros materiales existe una relación directa entre la cantidad reemplazada y la resistencia que presenta.



## 4 CAPÍTULO – ANÁLISIS DE ASPECTOS SOCIO AMBIENTAL Y ECONÓMICO

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo evalúa y analiza las alternativas sociales, ambientales y económicas en la elaboración de Eco Bloques. Para tal efecto se interrelacionan diversas acciones y actividades en la etapa de elaboración de producto con componentes del ambiente así como un análisis de la realidad social local evaluando el carácter adverso o favorable de dicho estudio con fines económicos.

En cuanto al rendimiento social dentro de los proyectos ambientales, es necesario prestar atención a la vinculación y participación de los segmentos involucrados, ya que gobiernos, instituciones educativas y comunidades, así como numerosas empresas se han sumado a la atención de grupos vulnerables como parte de los programas de responsabilidad social y a través de ello se puede brindar beneficios a muchos sectores del país, siendo un pilar fundamental en la implementación de grandes, medianos y pequeños proyectos, pretendiendo así fortalecer las políticas vigentes en la Constitución de la República del Ecuador contemplados en los siguientes capítulos:

- Capítulo segundo de los Derechos del Buen vivir sección sexta que aborda todo a cerca del hábitat y la vivienda Art 30-31; así como en la Sección octava que analiza el Trabajo y seguridad social Art 33-34.
- Capítulo cuarto soberanía económica sección primera sistema económico y política económica Art 283 – 284.
- Capítulo sexto trabajo y producción Sección quinta Intercambios económicos y comercio justo Art 336.

El Ministerio de Inclusión Económica y Social, aborda también esta problemática, mediante programas que ayuden a mejorar la vida de los ciudadanos del país.

Dentro de estos programas podemos mencionar:

- Aseguramiento para la salud social, con el programa **Salida de la pobreza con la Economía Popular y Solidaria**, el mismo que consiste en la ejecución de planes, programas y proyectos que posibilitan que los



pequeños productores dinamicen la economía y abastezcan la demanda de productos en el ámbito público y privado.

Finalmente dentro del Cantón Cuenca la ordenanza # 104 que regula la planificación y ejecución de proyectos habitacionales de interés social en la modalidad de urbanización y vivienda progresivas, emitida por la Ilustre Municipalidad el 25 de Enero del año 2000, contempla la importancia de generar una vivienda digna a bajo costo para aquellas personas de ingresos económicos limitados, lo que significa que es necesario buscar alternativas nuevas para alcanzar este propósito.

El análisis de impactos socio ambiental y económico resulta un complemento adecuado dentro del proyecto planteado, ya que cuenta con una metodología adecuada para valorar correctamente cada parámetro citado, además intenta brindar una alternativa para mejorar la calidad de vida siendo una opción en el desarrollo local social.

## **4.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.**

### **4.2.1 ANÁLISIS AMBIENTAL**

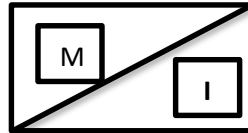
El aspecto ambiental será evaluado exclusivamente en la etapa de elaboración del Eco Bloque, mediante la aplicación de una matriz de valoración de los Impactos Ambientales, la matriz que se aplicará será una matriz de Leopold (causa-efecto).

#### **4.2.1.1 METODOLOGÍA**

La Matriz de Leopold, consiste en un cuadro de doble entrada en el que se dispone como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos.



Cada celda (producto de la intersección de filas y columnas) se divide en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud del impacto (M) y en la parte inferior la intensidad o grado de incidencia del impacto (I).



Según sea la valoración para M (Magnitud del Impacto medido), en una escala ascendente de 1a 10, precedido del signo + o - , si el impacto es positivo o negativo respectivamente.

Según sea la valoración para I (Incidencia del Impacto medido), en una escala ascendente de 1a 10.

La suma de los valores que arrojen las filas indicará las incidencias del conjunto sobre cada factor ambiental, mientras que la suma de los valores de las columnas, arrojará una valoración relativa del efecto que cada acción producirá al medio.

Ambas estimaciones se realizan desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración. (Cotán-Pinto, 2007)

#### **4.2.2 ANÁLISIS SOCIAL**

Este aspecto social será evaluado por dos parámetros: el primero involucra la realidad de los recicladores del Valle y la segunda aborda la aceptación que tendría este nuevo producto en el sector de la construcción.

##### **4.2.2.1 METODOLOGÍA**

###### **4.2.2.1.1 GRUPO FOCAL**

Se originó en los años 1930 como una necesidad de los científicos sociales de investigar los problemas que tenía la entrevista tradicional. El secreto consiste en que los participantes puedan expresar libremente su opinión sobre diferentes aspectos de interés en un ambiente abierto para el libre intercambio de ideas. (Huerta, 2005)



Este grupo focal se realizará con la participación de representantes de la asociación de recicladores del Valle (AREV) en la que se analizarán y se obtendrán resultados sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la implementación del proyecto.

#### 4.2.2.1.2 ENCUESTAS

Sin embargo el aspecto social también será evaluado mediante encuestas a personas vinculadas con el sector de la construcción para determinar si este producto podría ser expandido a la ciudadanía. Esta población estará calculada por la fórmula del tamaño de la muestra que explica a continuación:

$$n = \frac{z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{(N - 1) \cdot e^2 + z^2 \cdot P \cdot Q}$$

#### Dónde:

**N.-** Tamaño del Universo o población objetiva

**n.-** Tamaño de la muestra con respecto del universo

**e.-** grado de error y este puede ir desde 1% hasta el 5%

**P.-** %de probabilidad de que un sujeto sea tomado en cuenta como parte de la muestra.

**Q.-** (1-P)

**z.-** Nivel de Confianza (se utiliza el % y z=)

El tamaño del Universo o Población Objetiva será tomado de los datos del INEC del último censo poblacional realizado en el año 2010, considerando al sector de la Construcción, el cual nos presenta un estimado de 1585 personas ocupadas en este oficio. (INEC, 2010)

#### 4.2.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para determinar el aspecto económico es necesario partir de los siguientes conceptos básicos que serán utilizados para el cálculo del costo productivo del Eco Bloque:



- **Materias Primas.**- Son aquellos materiales que entran y forman parte del producto terminado. Estos costos incluyen fletes de compra, de almacenamiento y de manejo.
- **Mano de Obra Directa.**- Es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado. Se puede identificar en virtud de que su monto varía casi proporcionalmente con el número de unidades producidas.
- **Mano de Obra Indirecta.**- Es aquella necesaria en el departamento de producción, pero que no interviene directamente en la transformación de las materias primas. En este rubro se incluyen: personal de supervisión, jefe de turno, todo el personal, de control de calidad, y otros.
- **Materiales indirectos.**- Estos forman parte auxiliar en la presentación del producto terminado, sin ser el producto en sí. Aquí se incluyen: envases primarios y secundarios y etiquetas, por ejemplo
- **Costos de los Insumos.**- Todo proceso productivo requiere una serie de insumos para su funcionamiento. Estos pueden ser: agua, energía eléctrica, combustibles (diésel, gas, gasolina, petróleo pesado); detergentes; gases industriales especiales, como freón, amoníaco, oxígeno, acetileno; reactivos para control de calidad, ya sean químicos o mecánicos. La lista puede extenderse más, todo dependerá del tipo de proceso que se requiera para producir determinado bien o servicio.
- **Costo de Mantenimiento.**- Este es un servicio que se contabiliza por separado, en virtud de las características especiales que puede presentar. Se puede dar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y a la planta. El costo de los materiales y la mano de obra que se requieran, se cargan directamente a mantenimiento, pues puede variar mucho en ambos casos. Para fines de evaluación, en general se considera un porcentaje del costo de adquisición de los equipos. Este dato normalmente lo proporciona el fabricante y en él se especifica el alcance del servicio de mantenimiento que se proporcionará. (Bravo Valdivieso & Ubidia Tapia, 2007)



Una vez conocidos a breves rasgos estos conceptos se explicará el cálculo a ser utilizado para la determinación del costo productivo.

#### 4.2.2.2 METODOLOGÍA

Para la determinación del costo de producción es necesario partir de la composición de la mezcla adecuada, para poder determinar costos directos e indirectos.

Los costos directos e indirectos se obtendrán de la suma de la mano de obra más la materia prima utilizada, tanto de manera directa como indirecta, y posteriormente se calcula costos directos e indirectos de producción.

En cuanto a costos totales se calculará a través del resultado de los costos directos más los costos indirectos, el resultado de ello es dividido para el número de bloques producidos en un día y finalmente para determinar el valor unitario se considerará un 20% de utilidad en cada bloque.

Sin embargo para que este estudio económico tenga mayor a severidad, se procederá a realizar el cálculo del punto de equilibrio, es decir determinar cuántas unidades se tendrán que vender para poder cubrir los costos y gastos totales establecidos para dicha producción para lo cual se aplicara la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{CF}{PVq - CVq}$$

**Dónde:**

**PE:** Punto de Equilibrio

**CF:** Costos Fijos

**PVq:** Precio de Venta Unitario

**CVq:** Costos Variables Unitarios

Los gastos operacionales o costos fijos (CF), son aquellos que se requieren para poder vender los productos o servicios en manos del consumidor final y que tienen una relación indirecta con la producción del bien o servicio que se



ofrece. Se puede decir que el gasto, es lo que se requiere para poder recuperar el costo operacional. En el rubro de gastos de ventas (administrativos) fijos se encuentran entre otros: la nómina administrativa, la depreciación de la planta física del área administrativa (se incluyen muebles y enseres) y todos aquellos que dependen exclusivamente del área comercial.

Los costos variables (CV) al igual que los costos fijos, también están incorporados en el producto final. Sin embargo, estos costos variables como por ejemplo, la mano de obra, la materia prima y los costos indirectos de fabricación, si dependen del volumen de producción. Por su parte los gastos variables como las comisiones de ventas dependen exclusivamente de la comercialización y venta. Si hay ventas se pagarán comisiones, de lo contrario no existirá esta partida en la estructura de gastos. (Bravo Valdivieso & Ubidia Tapia, 2007)

### 4.3 RESULTADOS

#### 4.3.1 ANÁLISIS AMBIENTAL

##### 4.3.1.1 MATRIZ DE LEOPOLD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE ECO-BLOQUES

Para poder realizar la Matriz Causa – Efecto, conocida también como Matriz de Leopold, es necesario plantearse los parámetros a ser considerados debido que este no presenta una escala definida de valoración si no se presenta en una forma subjetiva de acuerdo al grupo que realice la misma. (Cotán- Pinto, 2007)

Por esta razón nos hemos planteado la siguiente escala de valoración, para determinar los Impactos Ambientales que se generan en el proceso productivo de la elaboración de nuestro producto.

**Tabla 28.-Parámetros de valoración de impactos**

| Magnitud | Valor  | Intensidad | Valor  |
|----------|--------|------------|--------|
| Baja     | 1 a 3  | Baja       | 1 a 3  |
| Media    | 4 a 6  | Media      | 4 a 6  |
| Alta     | 7 a 10 | Alta       | 7 a 10 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



| MATRIZ DE LEOPOLD DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL QUE SE GENERA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE ECO-BLOQUES |        |                              |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
|   |        |                              | Entrada de materia prima                               | Molido de plástico                                     | Preparación de la mezcla                               | Elaboración de Eco-bloques                             | Humedecimiento de bloques                              | Salida del producto                                    | Evaluación   |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS  | Tierra | Suelo                        | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -2 <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -5 <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -7 <input type="checkbox"/> 4   |
|   | Agua   | Calidad del agua superficial | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -3 <input type="checkbox"/> 8 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -7 <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -10 <input type="checkbox"/> 13 |
|   |        | Calidad del agua subterránea | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -2 <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -3 <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -5 <input type="checkbox"/> 7   |
|   | Aire   | Emisión de partículas        | <input type="checkbox"/> -2 <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> -3 <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> -7 <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> -6 <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -1 <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> -19 <input type="checkbox"/> 18 |
|   |        | Ruido                        | <input type="checkbox"/> -3 <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> -7 <input type="checkbox"/> 8 | <input type="checkbox"/> -8 <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> -8 <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/>                               | <input type="checkbox"/> -26 <input type="checkbox"/> 23 |



|                           |                 |                                  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|---------------------------|-----------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| CONDICIONES BIOLÓGICAS    | Flora           | Árboles<br>arbustos              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                           | Fauna           | Aves o<br>animales<br>domésticos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| FACTORES SOCIO CULTURALES | Calidad de vida | Fuentes de trabajo               | +9                       | +9                       | +9                       | +9                       | +9                       | +9                       | 54                       |
|                           |                 | Economía                         | +8                       | +8                       | +8                       | +8                       | +8                       | +8                       | 48                       |
|                           |                 | Accesibilidad                    | -7                       |                          |                          |                          |                          |                          | -7                       |
| EVALUACIONES              |                 |                                  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |

Fuente:  
Las Autoras  
Elaboración: Las Autoras



#### 4.3.1.1.1 ANÁLISIS

Se puede observar que la mayoría de impactos que se generan en este proceso productivo son de una intensidad media y magnitud media es decir que no afectan de manera significativa al medio ambiente.

Dentro de las características Físico – Químicas los parámetros que presenta un impacto negativo significativo son: la calidad de agua superficial y el ruido. La primera que se genera en los procesos de preparación de la mezcla y humedecimiento del producto, puesto que se pone en contacto generalmente con el cemento dando como resultado el enturbiamiento del agua y la segunda que es el ruido es generado en tres procesos principales: molido de la materia prima, preparación de mezcla y la elaboración del producto. Los niveles que se generan al encender la maquina son mayores a los que oído puede soportar es decir de 70 dB(A), sin embargo; la intensidad de este es media pues no permanecen encendidos todo el tiempo.

Las condiciones biológicas cuyos parámetros inmersos son la flora y la fauna no se ven afectados debido a que la empresa se encuentra en una zona poblada, con lo que no se afectaría a un paisaje virgen.

Finalmente dentro de los factores socio culturales los impactos que se generan en su mayoría son positivos y de una intensidad como magnitud elevada ya que se generan fuentes de trabajos, lo que produce una mejora en la economía de las personas involucradas en este proceso productivo, sin embargo; el factor de la accesibilidad, en cuanto a la entrada de materia prima y salida del producto se ve afectada puesto que la fábrica estaría ubicada en las afueras del casco urbano.

#### 4.3.1.1.2 DISCUSIÓN

La fábrica de bloques ecológicos para la construcción, en la ciudad de Machala - provincia de El Oro, considera que las principales actividades que generan un impacto en el medio natural se ha identificado en los procesos de: planificación, construcción, operación y mantenimiento. Mostrando un impacto moderado en





actividades relacionadas tanto a la construcción, operación y mantenimiento, mientras que en las actividades de electricidad un impacto severo y en actividades sanitarias un impacto crítico. (Jara, Sarmiento, & Vera, 2013)

Un estudio realizado para una fábrica de ladrillos huecos, en Puebla México, muestra como resultado de su matriz causa - efecto, que los impactos negativos generados son mayores que los positivos, siendo los principales factores afectados: el ruido en un 17%, el agua en un 13%, el aire en un 40%, es decir en resumen los factores Físico Químicos al igual que en nuestro proceso productivo. Mientras que los impactos socio cultural de igual manera presentan un efecto prologando, puesto que se considera como un generador de empleo para las personas que viven en esta ciudad representando un 17% del análisis total. (Gutierrez & Rodriguez, 2012)

En la Universidad de San Carlos de Guatemala, se plateó un estudio de pre factibilidad para la implementación de una fábrica de adoquines (Bloques) en dos Municipios del departamento de Suchitepéquez, en los muestra como resultado de la matriz de Leopold, que los impactos positivos son: generación de empleo y calidad de vida con una duración permanente, mientras que los impactos negativos que muestra el análisis son en los factores Físico - Químicas: ruido, suelo y agua superficial de una manera temporal, en los factores socio culturales presentan conflictos de aceptación social y competencia entre organizaciones y personas naturales que se dedican a esta labor, finalmente analiza las condiciones de salud que se verían afectadas por las partículas en suspensión en el aire que se generan en el proceso productivo así sea de una manera temporal. (Carcamo, 2007)

Se puede observar claramente que el impacto positivo que concluyen los 4 proyectos incluido el nuestro es la generación de empleo para los moradores de la ciudad en la que se encuentra emplazada la empresa, mientras que los impactos negativos involucran a los factores Físico Químicos (agua, suelo y aire) y a la salud en general.



### 4.3.2 ANÁLISIS SOCIAL

#### 4.3.2.1 ENCUESTAS REALIZADAS AL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LA ACEPTACIÓN DE PRODUCTO.

##### 4.3.2.1.1 RESULTADO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Fórmula:

$$n = \frac{z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{(N - 1) \cdot e^2 + z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Datos:

| Nomenclatura | Valor     |
|--------------|-----------|
| n            | Resultado |
| N            | 1585      |
| e            | 0,04      |
| P            | 0,04      |
| Q            | 0,96      |
| Z            | 2         |

**n.-** Tamaño de la muestra con respecto del universo

**N.-** Tamaño del Universo o población objetiva

**e.-** grado de error y este puede ir desde 1% hasta el 5%, tomado aleatoriamente.

**P.-** %de probabilidad de que un sujeto sea tomado en cuenta como parte de la muestra.

**Q.-** (1-P)

**z.-** Nivel de Confianza (se utiliza el % y z=)

**Respuesta:**

$$n = \frac{2^2 \cdot 1585 \cdot 0.04 \cdot 0.96}{(1585 - 1) \cdot 0.04^2 + 2^2 \cdot 0.04 \cdot 0.96}$$

**n=90 encuestas**



## MECANISMO DE VALORACIÓN SOCIOECONÓMICA

- **OBJETIVO**

Medir el nivel de aceptación, tanto social como económica, de la población al nuevo producto Eco bloques.

- **INSTRUMENTO**

Se emplearán encuestas a la población involucrada.

### ENCUESTA

Estimado ciudadano/a: Estamos interesados en saber su opinión sobre la construcción con bloques elaborados con plástico reciclado molido en su composición, llamados también Eco bloques.

#### SEXO

Masculino

Femenino

#### EDAD

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 20-30 | <input type="checkbox"/> |
| 30-40 | <input type="checkbox"/> |
| 40-50 | <input type="checkbox"/> |
| 50-60 | <input type="checkbox"/> |
| <60   | <input type="checkbox"/> |

1. **Considera usted que el sector de la construcción es importante en la actualidad:**

SI  NO



2. Usted prefiere construir con:

|          |  |
|----------|--|
| BLOQUE   |  |
| LADRILLO |  |
| MADERA   |  |

3. ¿Conoce usted o ha escuchado hablar acerca del Bloque Ecológico o Eco bloques?

SI  NO

4. ¿Estaría dispuesto a construir con Eco bloques?

SI  NO

5. ¿Cuál o Cuáles de las siguientes razones le motivaría a utilizar este producto?

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Abaratar costos              |  |
| Contribuir al medio ambiente |  |
| Aislamiento térmico          |  |
| Resistencia sísmica          |  |
| Reutilizar el plástico       |  |

6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar (centavos \$)?

|           |  |
|-----------|--|
| 0,20-0,25 |  |
| 0,25-0,30 |  |
| 0,30-0,35 |  |

#### 4.3.2.1.2 RESULTADO DE LAS ENCUESTAS REALIZAS AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN (ANEXO G)

##### A. PREGUNTAS INFORMATIVAS

Tabla 29.-Tipo de género

| SEXO      |    |
|-----------|----|
| FEMENINO  | 37 |
| MASCULINO | 53 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

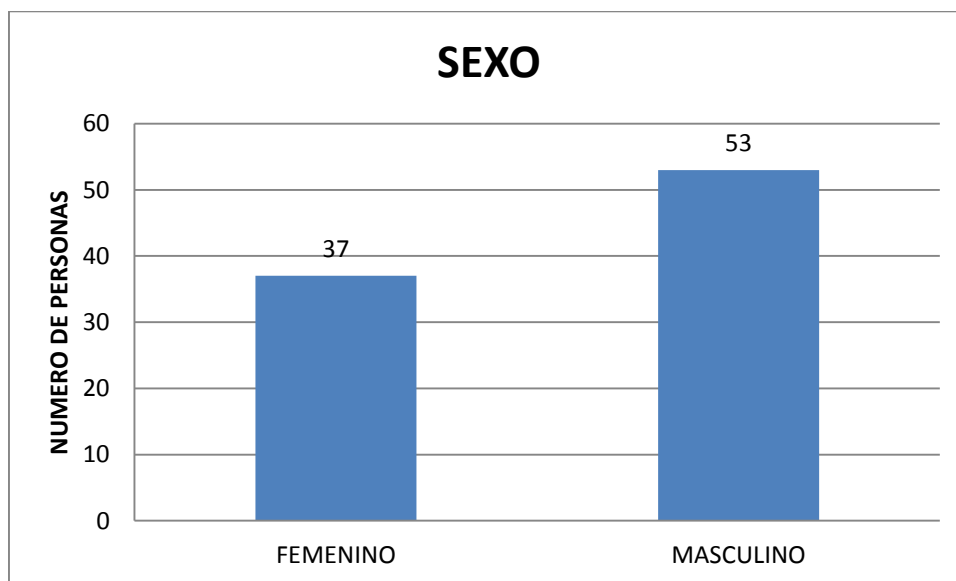


Gráfico 16.-Tipo de género

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

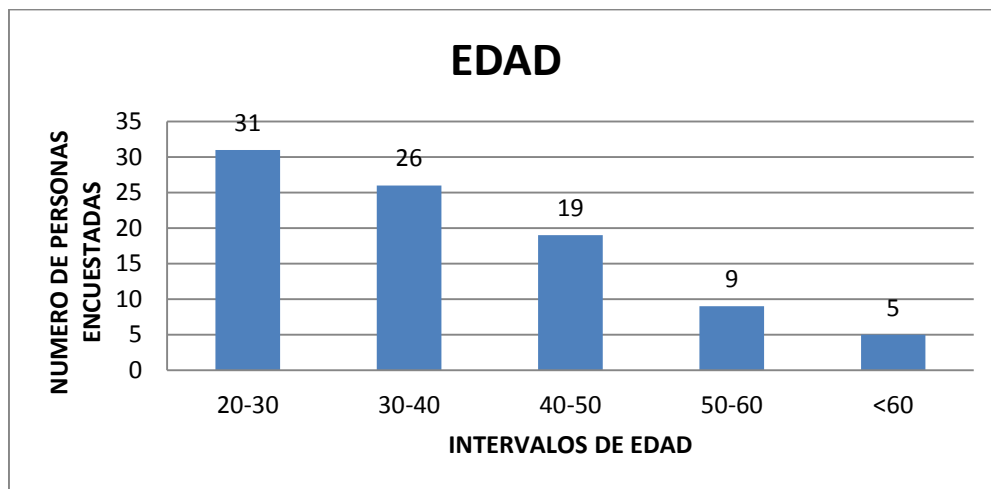
### ANÁLISIS

Partiendo del tamaño de la muestra se obtiene como resultado que se ha encuestado a 37 mujeres es decir el 41.11% y 53 hombres que representa el 58.88%, dentro del sector de la construcción, notándose que el sector masculino se encuentra involucrado de una manera prioritaria; sin embargo no con una marcada diferencia del sector femenino.

**Tabla 30.-Intervalos de edades considerados para la encuesta**

| EDAD  |    |
|-------|----|
| 20-30 | 31 |
| 30-40 | 26 |
| 40-50 | 19 |
| 50-60 | 9  |
| <60   | 5  |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

**Gráfico 17.-Intervalos de edades considerados para la encuesta**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

Se consideró 5 intervalos de edades para las encuestas, en los que hubo una participación masiva de las personas que se encuentran entre los 20 a 30 años con el 34.44%, seguido de la categoría de 30 a 40, con una diferencia de 5 personas lo que representa el 28.88 y finalmente en tercer lugar se encuentra la categoría de 40 a 50 años en los que se presencia una participación del 21,11%.

## B. PREGUNTAS DEL PROYECTO

- 1) Considera usted que el sector de la construcción es importante en la actualidad

Tabla 31.- Aceptación del producto

|    |    |
|----|----|
| SI | 87 |
| NO | 3  |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

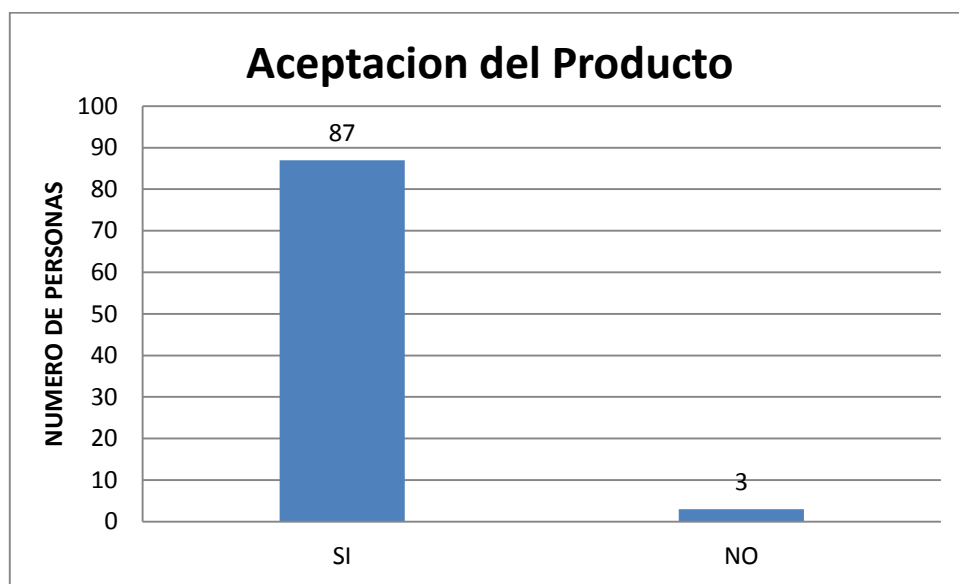


Gráfico 18.- Aceptación del producto

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

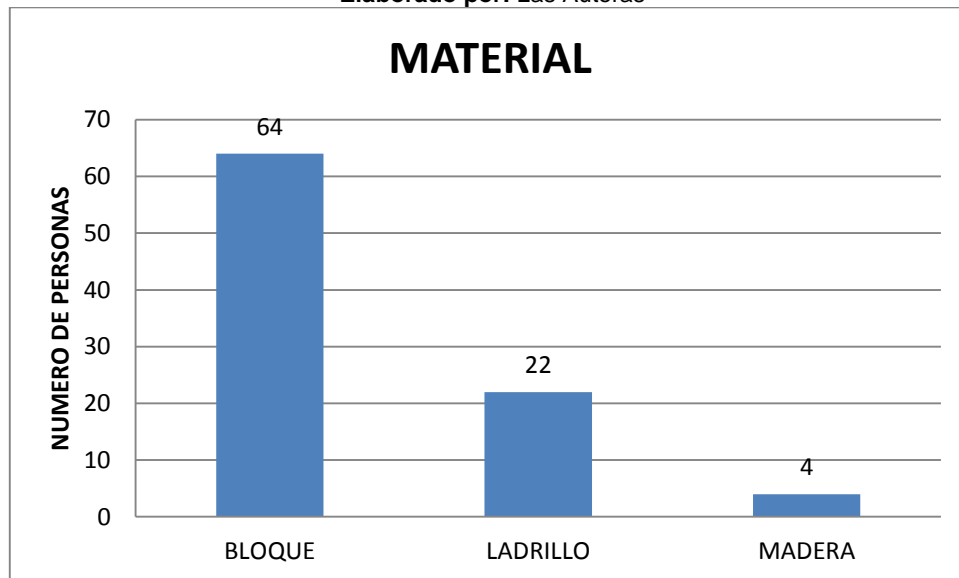
Del total de los encuestados se concluye que el 96.66%, concluye que el sector de la construcción en la actualidad es muy importante dentro de la ciudad de Cuenca.

## 2) Usted prefiere construir con

**Tabla 32.-Tipos de materiales de construcción**

| MATERIAL |    |
|----------|----|
| BLOQUE   | 64 |
| LADRILLO | 22 |
| MADERA   | 4  |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 19.-Tipos de materiales de construcción**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

El sector de construcción en la actualidad prefiere construir con bloques debido a que genera una disminución en el costo de la vivienda en general, así como representa una ganancia para ellos, por lo que el bloque se encuentra en 71.11% de preferencia seguido del ladrillo en un 24.44%.



### 3) ¿Conoce usted o ha escuchado hablar acerca del Bloque Ecológico o Eco bloques?

Tabla 33.- Conocimiento de la población a cerca del Bloque Ecológico

|    |    |
|----|----|
| SI | 68 |
| NO | 22 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

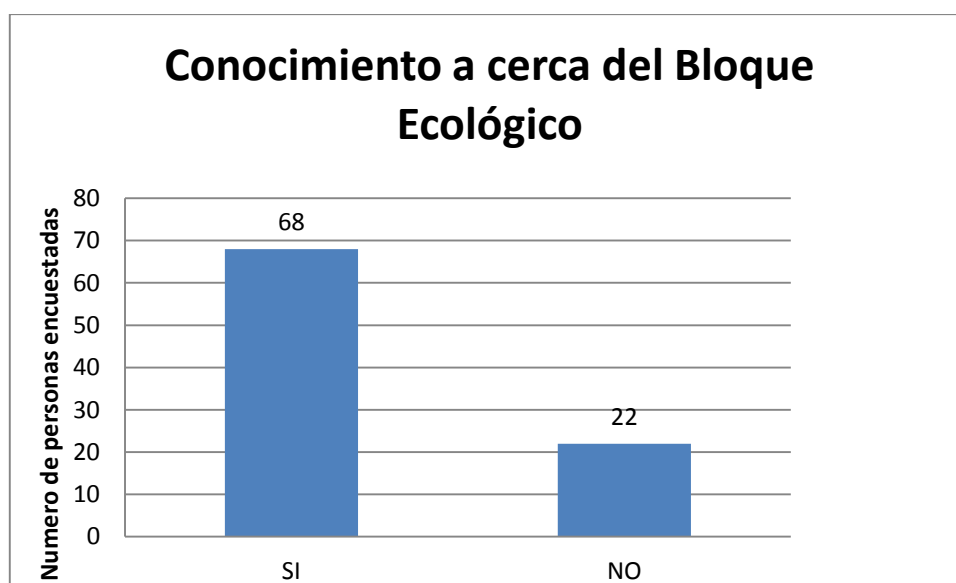


Gráfico 20.-Conocimiento de la población a cerca del Bloque Ecológico

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

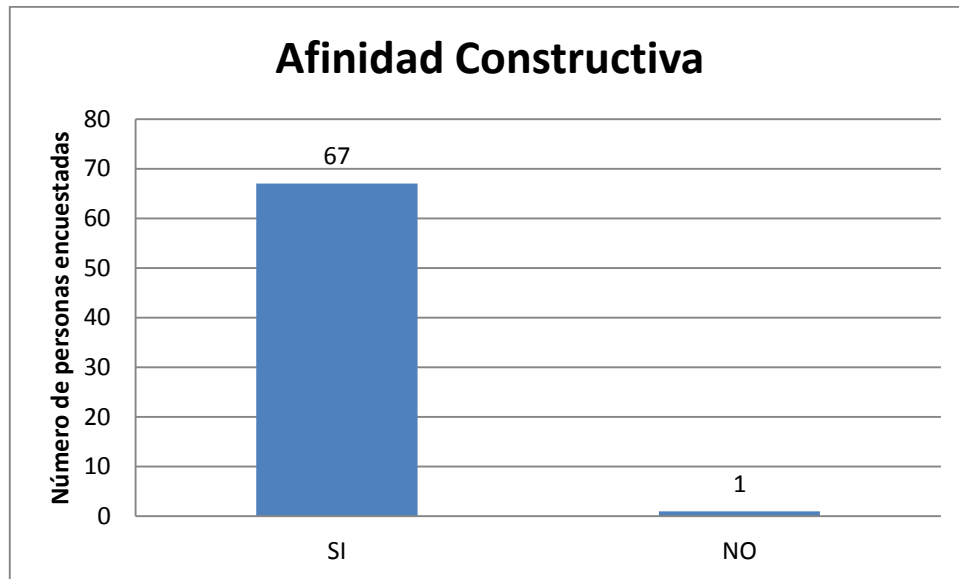
El 75.55% de los encuestadores conocían en términos básicos de que se trata el Bloque ecológico, pues en el objetivo de la encuesta se explica a breves rasgos la finalidad del mismo.

### 4) ¿Estaría dispuesto a construir con Eco bloques?

Tabla 34.-Afinidad de construcción con el Eco Bloque

|    |    |
|----|----|
| SI | 67 |
| NO | 1  |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 21.- Afinidad de construcción con el Eco Bloque**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

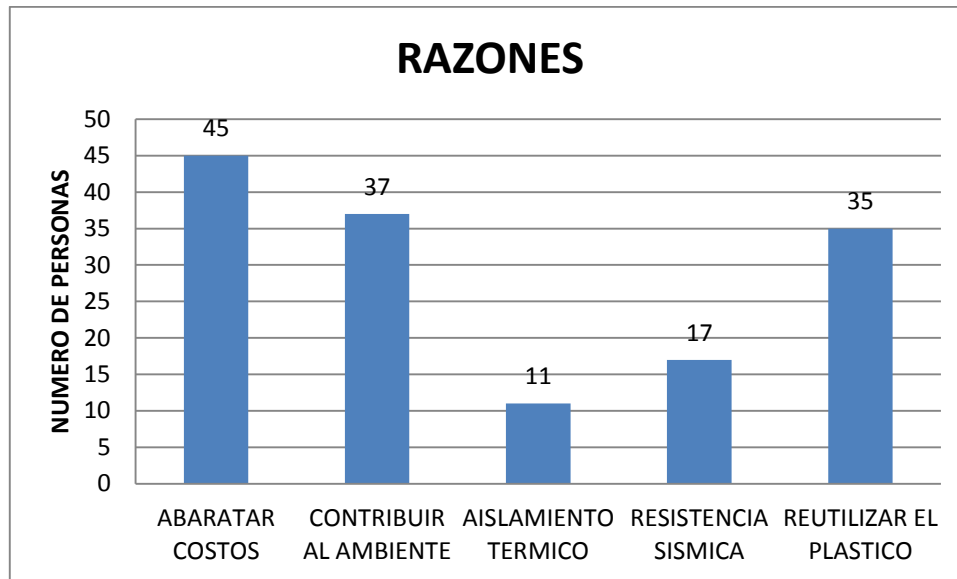
Del total de los entrevistados 22 de ellos manifestaron no conocer o haber escuchado de que se trata el Eco bloque, por lo que la encuesta se dio por culminada, lo que generó que 68 personas continuaron con la misma, de las cuales el 98.52% está dispuesto a construir con este nuevo producto.

### 5) ¿Cuál o Cuáles de las siguientes razones le motivaría a utilizar este producto?

**Tabla 35.-Motivos de uso del Eco Bloque**

|                        |    |
|------------------------|----|
| ABARATAR COSTOS        | 45 |
| CONTRIBUIR AL AMBIENTE | 37 |
| AISLAMIENTO TERMICO    | 11 |
| RESISTENCIA SISMICA    | 17 |
| REUTILIZAR EL PLASTICO | 35 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 22.-Motivos de uso del Eco Bloque**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

### ANÁLISIS

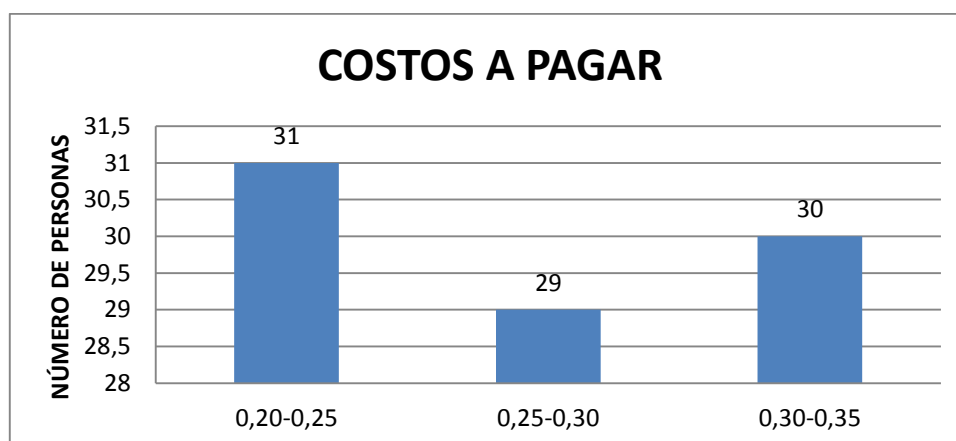
Se dieron a conocer 5 razones, por las cuales las personas de la construcción estarían dispuestas a cambiar el bloque tradicional por el eco bloque, dando como resultado que la principal ventaja sería abaratar costos del producto en un 31% desde el punto de vista económico, mientras que desde el punto de vista ambiental las dos razones que primaron fueron contribuir al ambiente en un 25.51% y en un 24.13% reutilizar el plástico, pues están conscientes del problema que aqueja a toda la humanidad y es el calentamiento global.

### 6) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar (centavos \$)?

**Tabla 36.-Costos plateados para el Eco Bloque**

|           |    |
|-----------|----|
| 0,20-0,25 | 31 |
| 0,25-0,30 | 29 |
| 0,30-0,35 | 30 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



**Gráfico 23.-Costos plateados para el Eco Bloque**

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

Como se visualiza en los resultados, no se presentó una marcada diferencia en cuanto al costo que estarían dispuestos a pagar por este producto pues el costo del bloque tradicional de hormigón oscila entre 45 y 50 centavos de dólar americano, observándose que el primer intervalo de costos nos representa el 34.44%, del segundo intervalo 32.22% y del tercer intervalo 33.33%.

### 4.3.2.2 ANÁLISIS FODA DE LA ASOCIACIÓN DE LAS RECICLADORAS DEL VALLE AREV.

El jueves 18 día jueves 18 de diciembre a las 3 y 30 pm se procedió a realizar el análisis FODA a la asociación de recicladoras del Valle AREV, el mismo que tuvo la asistencia de los 6 miembros que conforman dicha asociación:

Tabla 37.- Listado de los miembros de la recicladora AREV

| NOMBRES         | EDAD | ESTADO CIVIL | NÚMERO DE HIJOS |
|-----------------|------|--------------|-----------------|
| Bertha Chalco   | 42   | Soltera      | 2               |
| Teolinda Huasha | 64   | Casada       | 4               |
| Rosario Criollo | 61   | Casada       | 5               |
| Rosa Gallegos   | 38   | Casada       | 4               |
| Blanca Aguilar  | 42   | Casada       | 4               |
| Elvia Criollo   | 62   | Viuda        | 9               |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras



**Ilustración 8.-** Asociación de Recicladoras del Valle  
**Fotografiado por:** Las Autoras  
**Lugar:** Parroquia el Valle



#### 4.3.2.2.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FODA

Una vez que se analizaron los diferentes aspectos inmersos en el análisis FODA, dio como resultado:

##### **FORTALEZAS**

- Asociación reconocida a nivel del país
- Tienen ventas y ganancias independientes
- Tienen su propio horario de trabajo
- Centro de acopio propio

##### **OPORTUNIDADES**

- No se existen oportunidades, debido a que no cuentan con ningún apoyo por parte de Instituciones públicas y privadas; sin embargo están esperando que se pruebe la ordenanza municipal que sanciona a las amas de casa por la deficiente clasificación de la basura, la misma que será incluida en las planillas de cobro de los servicios básicos ya sea luz eléctrica, agua potable o telefonía.

##### **DEBILIDADES**

- Venta a través de intermediarios, lo que reduce el valor del producto
- Competencia entre los 6 miembros de la asociación
- Autoestima débil.
- Los desechos que llegan al centro de acopio en un 80%, son considerados inservibles.
- Las ganancias se reducen por la falta de clasificación desde la fuente (hogares)
- No usan equipos de protección personal para el trabajo
- La cantidad de desechos que llegan al centro de acopio no es la suficiente para que puedan trabajar todos los días por lo que únicamente lo hacen los días jueves y viernes.
- Las seis mujeres que pertenecen a la asociación son las que sostienen el hogar.



- La infraestructura no posee las condiciones adecuadas para el trabajo.

## AMENAZAS

- Competencia con diversas asociaciones de recicladores en la ciudad de Cuenca.
- Precios no estandarizados del material reciclado.
- No existe una clasificación adecuada por parte de la ciudadanía, lo que puede llegar a afectar a la salud de las trabajadoras.
- Tratamiento de desechos en las industrias.

### 4.3.2.3.2 DISCUSIÓN

Para poder comparar los 4 aspectos que se encuentran inmersos dentro de este análisis de una manera independientemente, se consideran 3 estudios similares realizados que abordan la temática social; de los cuales dos son tomados de nuestro país y el restante del país vecino Colombia.

En cuanto a las **FORTALEZAS** se puede notar una marcada diferencia con la Asociación de recicladores de Cuenca ARUC debido a que ellos cuentan con clientes fijos de compra, poseen transporte propio, disfrutan de instalaciones amplias y adecuadas y primordialmente se encuentra situado en el parque industrial por lo que se facilita su comercio con las industrias emplazadas en el sitio. Esta organización cumple con las normas tributarias vigentes es decir, emite factura, por lo que el número de sus proveedores es mayor (Patiño & Uchuairi, 2013). Mientras que en la ciudad de Guayaquil se plantea que la empresa de recicladores sea la única dentro de la ciudad que se encargue del reciclaje de plástico, a diferencia de Cuenca que posee una gran competencia entre asociaciones de recicladores y recicladores independientes, de tal manera que esta única asociación cumpla con los estándares de calidad que exige los compradores y lo que les caracteriza es que el costo y el volumen de su materia prima sea constante (Gordillo, Rodríguez, & Villares, 2011). En el estudio realizado en la Ciudad de Bogotá, se plantea como fortaleza principal el conocimiento de la Legislación en materia de plástico reciclado vigente en



Colombia, la planta de reciclaje es la planta más completa con tecnología de punta. (Ramirez, 2012)

En cuanto a las **OPORTUNIDADES**, nuestra asociación concluyo que al ser esta la más alejada del casco urbano de Cuenca no cuenta con ninguna oportunidad clara sin embargo están esperando la aprobación de la ordenanza que regule el proceso de reciclaje y la distribución del mismo para todos los recicladores y no solo para el casco urbano en sí, comparando este pensar de la asociación del Valle con la de la Ciudad, este último posee guardería para los niños de los empleados, capacitaciones permanentes por parte de organizaciones sin fines de lucro, consideran que las campañas de reciclaje y concienciación a la población son de vital importancia para el trabajo que realizan además del convenio que poseen con la empresa municipal EMAC para la entrega de las fundas celestes (Patiño & Uchuairi, 2013). La principal oportunidad que presenta la recicladora de Guayaquil es que brinda trabajo a varias familias que se dedican a esta labor tomándoles como principales proveedores de materia prima, la misma que se vende de manera directa sin intermediarios por lo que la ganancia que presentan es más significativa (Gordillo, Rodriguez, & Villares, 2011). Por otra parte el del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia tiene un profundo interés por promover éste tipo de reciclaje, debido a que la competencia no es marcada ya que el país cuenta con una sola recicladora en la Ciudad de Medellín – Antioquia, además la legislación que se encuentra vigente en este país permite el transporte de estos desechos el centro de acopio sin costo alguno (Ramirez, 2012), por lo que estos tres estudios consideran que las ayudas externas han sido de vital importancia para su crecimiento como recicladores.

Uno de los aspectos internos negativos son las **DEBILIDADES**, en las que en nuestro análisis fue uno de los puntos críticos ya que se considera que existe competencia interna, venta a través de intermediarios, no existe la suficiente materia prima para la venta, la mayoría de esta es inservible, y no se utiliza el equipo de Protección Personal para realizar este trabajo, esto como los puntos más relevantes, mientras que en la Asociación ARUC, las debilidades en su mayoría están enfocadas hacia la administración debido a que este no cumple





con los horarios establecidos de trabajo, no hacen uso adecuado de las instalaciones, requieren de técnicos especializados en el proceso de separación de los diferentes tipos de plástico para que estos puedan ser expendidos a un mejor precio y finalmente carecen de motivación por parte de la administración (Patiño & Uchuairi, 2013). En Guayaquil se considera como debilidades primordiales la inexistencia de tecnología adecuada para la separación eficiente de los residuos por lo que consideran que sería necesario importar maquinaria, además que en esa ciudad las compañías de reciclaje y concientización a la población son escasas generando que el costo de esta actividad sea elevado (Gordillo, Rodríguez, & Villares, 2011). Mientras que en Bogotá las debilidades en su mayoría están enfocadas a la parte económica pues considera que el manejo de la maquinaria que utilizan para la trituración necesita de una preparación previa al empleado, la adquisición de la maquinaria es costosa y que para poder ubicarse en un nivel de competencia necesita que su asociación sea reconocida a nivel del país y esto aún no se lo consigue (Ramírez, 2012). En resumen se obtiene que cada uno de estos estudios aborde un sector específico dentro de sus asociaciones.

Finalmente se discute a cerca de las **AMENAZAS** que poseen estos 4 proyectos, en los que se llega a una sola conclusión y es que le temen a la competencia que se genera en sus distintas ciudades y como esta puede disminuir la cantidad de material que llega a sus instalaciones, reduciendo el costo de la misma y los ingresos económicos para cada una de las personas o familias involucradas en esta actividad.



### 4.3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

#### 4.3.3.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN

##### 4.3.3.1.1 COSTOS DIRECTOS

##### 4.3.3.1.1.1 MANO DE OBRA DIRECTA

**Tabla 38.-Costos de mano de obra directa**

| Personal       | Numero | Remuneración | Total día | Total mes |
|----------------|--------|--------------|-----------|-----------|
| <b>Obreros</b> | 2      | \$ 354,00    | \$ 35.4   | \$708,00  |
| <b>Gerente</b> | 1      | \$ 400,00    | \$20      | \$ 400,00 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

##### 4.3.3.1.1.2 COSTOS MATERIA PRIMA EN EL MERCADO LOCAL

**Tabla 39.-Costos de materia prima en el mercado local**

|  |         |
|--|---------|
| <b>Costo de Plástico por Kilogramo</b> | \$ 0,10 |
| <b>Costo de agua por cada 1000lt</b>   | \$ 0,25 |
| <b>Cemento por cada 50 kg</b>          | \$ 8,00 |
| <b>Polvo de piedra por cada 75kg</b>   | \$ 1,00 |
| <b>Polvo blanco por cada 75 kg</b>     | \$ 1,00 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

##### 4.3.3.1.1.3 CANTIDADES DE MATERIA PRIMA UTILIZADA PARA PRODUCCIÓN DE ECO BLOQUES

**Tabla 40.-Costos de materia prima directa**

| <b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b> |              |             |           |           |
|------------------------------|--------------|-------------|-----------|-----------|
| Insumo                       | Costo por kg | Cantidad kg | Total día | Total mes |
| Polímero (kg)                | \$ 0,10      | 255         | \$ 25,50  | \$ 510,00 |
| Agua (Kg)                    | \$ 0,0003    | 280         | \$ 0,07   | \$ 1.4    |



|                      |         |              |                 |                   |
|----------------------|---------|--------------|-----------------|-------------------|
| Cemento (Kg)         | \$ 0,16 | 323,33       | \$ 51,73        | \$ 1034,6         |
| Polvo de Piedra (Kg) | \$ 0,01 | 846,66       | \$ 11,01        | \$ 220,2          |
| Polvo Blanco (Kg)    | \$ 0,01 | 846,66       | \$ 11,01        | \$ 220,2          |
|                      |         | <b>TOTAL</b> | <b>\$ 99.32</b> | <b>\$ 1986,40</b> |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

#### 4.3.3.1.1.4 COSTOS TOTALES DIRECTOS

Tabla 41.-Costos de materia prima directa

|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| <b>Total del Costo Directo</b> | <b>\$ 154,72</b> |
|--------------------------------|------------------|

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

### ANÁLISIS

En el análisis de costos directos se determinaron valores de acuerdo a la cantidad de materia prima utilizada directamente en el producto así como costos de la mano de obra y personal, calculando el valor diario y mensual para cada caso, los precios de cada insumo necesario se calcularon en función del peso en kg que se necesita para la elaboración de un total de 500 bloques diarios.

El costo directo total es de USD\$ 154.72 por día, el mismo que se incluye en el valor de cada bloque para su recuperación.



#### 4.3.3.1.2 COSTOS DE INDIRECTOS

##### 4.3.3.1.2.1 COSTOS DE LA MATERIA PRIMA INDIRECTA

Tabla 42.-Costos de materia prima indirecta

| Insumos                | Unidades | Costo    | Total              | Total mes (3meses) | Total por día   |
|------------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Estantes               | 30       | \$ 45,00 | \$ 1.350,00        |                    |                 |
| Maderas de Encofrado   | 100      | \$ 3,00  | \$ 300,00          |                    |                 |
| Suministro de Limpieza | 3        | \$ 3,50  | \$ 10,50           |                    |                 |
| <b>TOTAL</b>           |          |          | <b>\$ 1.660,50</b> | <b>\$ 553.5</b>    | <b>\$ 9.225</b> |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras

#### 4.3.3.1.2.2 COSTOS DE LOS SERVICIOS BÁSICOS

Tabla 43.-Costos de los servicios básicos utilizados por día

| Servicios Básicos |                |
|-------------------|----------------|
| Insumos           | Costo          |
| Agua              | \$ 0,50        |
| Teléfono          | \$ 0,01        |
| Luz               | \$ 7,50        |
| <b>TOTAL</b>      | <b>\$ 8,01</b> |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras

#### 4.3.3.1.2.3 COSTO DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA A LOS 6 MESES

Tabla 44.-Costos de mantenimiento de la maquinaria a los 6 meses

| Mantenimiento |         |
|---------------|---------|
| Maquinaria    | \$ 0,55 |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras



#### 4.3.3.1.2.4 COSTO DIARIO DE TRANSPORTE

**Tabla 45.- Costo diario de transporte**

| Transporte |        |         |         |
|------------|--------|---------|---------|
|            | Numero | Costo   | Total   |
| Carreras   | 2      | \$ 1,39 | \$ 2,78 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

#### 4.3.3.1.2.5 COSTOS TOTALES INDIRECTOS

**Tabla 46.-Costos totales indirectos**

|                                       |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| <b>Total de los Costos Indirectos</b> | <b>\$ 20,56</b> |
|---------------------------------------|-----------------|

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

### ANÁLISIS

El análisis de costos indirectos tomo en cuenta los gastos en servicios básicos e insumos necesarios para la oficina y la planta de producción, entiéndase por esto a mobiliario, materiales de limpieza, etc.

La sumatoria total de costos indirectos es de USD\$ 20.56 diario, este costo se encuentra incluido en el costo total del bloque para su recuperación.

#### 4.3.3.1.3 COSTO DEL ECO BLOQUE

##### 4.3.3.1.3.1 COSTOS TOTALES DE INVERSIÓN

**Tabla 47.-Costos totales de inversión**

|                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| <b>Total del Costo Directo</b>     | <b>\$ 154,72</b> |
| <b>Total del Costo Indirecto</b>   | <b>\$ 20,56</b>  |
| <b>Total de costos</b>             | <b>\$ 175,28</b> |
| <b>unidades producidas por día</b> | <b>500</b>       |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras



#### 4.3.3.1.3.2 CALCULO DEL PRECIO UNITARIO DE LOS BLOQUES

$$\text{Precio Unitario} = \frac{\text{Costos Totales}}{\text{Unidades producidas por día}}$$

$$\text{Precio Unitario} = \frac{\$175.28}{500}$$

$$\text{Precio Unitario} = \$0.35$$

Incluyendo un 20% de utilidad el precio unitario del bloque seria:

$$\text{Precio Unitario} = \$0.42$$

### ANÁLISIS

El costo final de producción del Eco bloque fue de USD\$ 0.35, añadiendo el 20 % de utilidad en cada bloque como resultado obtuvimos un valor de USD\$ 0.42 para venta al público, lo que significa un elemento de la construcción que podría llegar a ser competitivo en el mercado.

#### 4.3.3.2 PUNTO DE EQUILIBRIO

##### 4.3.3.2.1 COSTOS FIJOS

Tabla 48.-Costos fijos de producción por día

| INSUMOS                 | COSTO(\$)       |
|-------------------------|-----------------|
| Materia Prima Indirecta | \$ 9.23         |
| Sueldo Gerencia         | \$ 20,00        |
| Sueldo Obreros          | \$ 35,40        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>\$ 64.63</b> |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras

### ANÁLISIS

Dentro de los costos fijos contempla aquellos valores que se mantienen estables en un tiempo prolongado como son el caso de los sueldos establecidos para cada puesto de trabajo así como los viene inmuebles que se necesita para la fabricación de los bloques como son: estantes, moldes de aluminio y los



suministros de limpieza todos estos últimos englobados en el rubro de materia prima indirecta.

#### 4.3.3.2 COSTOS VARIABLES

Tabla 49.- Costos variables de producción por día

| INSUMOS                      | COSTO (\$) |
|------------------------------|------------|
|                              | \$         |
| <b>Materia Prima Directa</b> | 99,32      |
|                              | \$         |
| <b>Servicios Básicos</b>     | 8,01       |
|                              | \$         |
| <b>Mantenimiento</b>         | 0,83       |
|                              | \$         |
| <b>Transporte</b>            | 2,78       |
|                              | \$         |
| <b>Total</b>                 | 110,94     |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras

#### ANÁLISIS

Por el contrario que los costos fijos, estos costos están vulnerables a cambios en su costo en un tiempo no determinado. En el caso de la materia prima directa que agrupa al plástico, cemento, agua, polvo de piedra y polvo, estos costos pueden variar de acuerdo a las exigencias del mercado, al igual que los servicios básicos y transporte que depende de la tasa establecida por las instituciones competentes, mientras que el costo de mantenimiento dependerá de la empresa que expendió la maquinaria.

#### 4.3.3.2.3 UNIDADES REQUERIDAS

Para el cálculo de las unidades requeridas utilizaremos la fórmula antes explicada:

$$PE = \frac{CF}{PVq - CVq}$$



Utilizando los siguientes datos de valores:

**Tabla 50.-Costos utilizados para determinar el punto de equilibrio**

|                           |     |                       |
|---------------------------|-----|-----------------------|
| Costos Fijos              | CF  | \$ 64.63              |
| Costos Variables Unitario | CVq | \$ 110,94/500uni=0.22 |
| Precio de Venta Unitario  | PVq | \$ 0.42               |

Fuente: Las Autoras

Elaborado por: Las Autoras

**Cálculo:**

$$PE(\text{unidades}) = \frac{64.63}{0.42 - 0.22}$$

$$PE(\text{unidades}) = 323 \text{ bloques}$$

Para poder realizar el grafico del Punto de Equilibrio es necesario estimar valores menores y mayores a este punto y realizar los cálculos de las ventas, costos y utilidades

El valor de la columna *Ventas* se determina mediante la multiplicación de las unidades de bloques por el valor unitario. La columna *costos* es la suma de los costos fijos más los costos variables correspondientes a las unidades producidas. Finalmente las utilidades son la diferencia entre las ventas y los costos.

**Tabla 51.-Valores para la gráfica del punto de equilibrio**

| UNIDADES | VENTAS    | COSTOS    | UTILIDADES |
|----------|-----------|-----------|------------|
| 208      | \$ 87,36  | \$ 110,39 | \$ 23,03   |
| 231      | \$ 97,02  | \$ 115,45 | \$ 18,43   |
| 254      | \$ 106,68 | \$ 120,51 | \$ 13,83   |
| 277      | \$ 116,34 | \$ 125,57 | \$ 9,23    |
| 300      | \$ 126,00 | \$ 130,63 | \$ 4,63    |
| 323      | \$ 135,66 | \$ 135,69 | \$ 0,0     |





|     |           |           |          |
|-----|-----------|-----------|----------|
| 346 | \$ 145,32 | \$ 140,75 | \$ 4,57  |
| 369 | \$ 154,98 | \$ 145,81 | \$ 9,17  |
| 392 | \$ 164,64 | \$ 150,87 | \$ 13,77 |
| 415 | \$ 174,30 | \$ 155,93 | \$ 18,37 |
| 438 | \$ 183,96 | \$ 160,99 | \$ 22,97 |

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

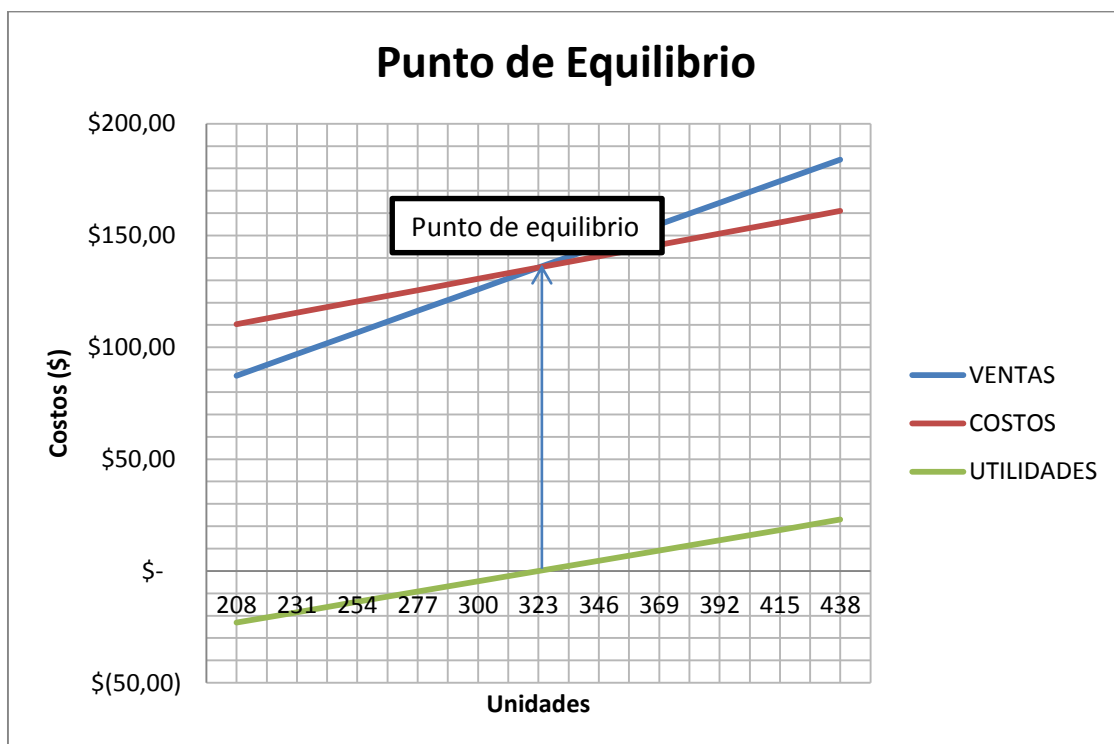


Gráfico 24.-Punto de Equilibrio

Fuente: Las Autoras  
Elaborado por: Las Autoras

## ANÁLISIS

En el análisis del punto de Equilibrio se obtuvo un resultado de 323 bloques diarios que necesitan ser fabricados y expedidos para cubrir los gastos que diariamente exige la obtención de los mismos, considerando que nosotros estamos en la capacidad de producir uno 500 bloques diarios, los 177 restantes serian una ganancia para la empresa, de tal manera que se podría cubrir en un tiempo más corto los costos de la materia prima indirecta.



## CONCLUSIONES

Dentro del proyecto presentando se analizaron 4 aspectos importantes: Técnico, Ambiental, Social y Económico, llegando a las siguientes conclusiones.

En el aspecto técnico se obtuvo como resultado que la mezcla con 10% de polietileno de alta densidad en la sustitución de áridos, mediante el diseño experimental cumple con los parámetros establecidos por la norma ecuatoriana vigente (INEN 638, 640, 641 y 642). En la prueba de Resistencia a la compresión el bloque 1PEHD se obtuvo un promedio de 2.78 MPa, superando el valor establecido en la norma INEN 640 de 2.5 MPa, lo que permiten que este se encuentre inmerso en la clasificación tipo D para bloques huecos de hormigón. En cuanto al Análisis de Absorción a la Humedad y Retracción al Secado, el comportamiento de las muestras varió en pequeños porcentajes oscilando entre valores del 10.78% al 10.88% teniendo como promedio: 10.84% para la Absorción a la Humedad y valores entre 0.134% y 0.141% con un promedio de 0.138% para Retracción al Secado, cumpliendo con lo que establece la normativa INEN 642y 641 respectivamente para cada caso. En cuanto a las pruebas no obligatorias de aislamiento acústico y resistencia al fuego que se incluyeron por tratarse de nuevos tipos de bloques, se obtuvo que el Eco bloque puede disminuir hasta 11.3 dB(A) en el nivel de ruido; mientras que en la prueba de resistencia al fuego el Eco Bloque de la muestra 1PEHD, resiste 220 grados Celsius antes de perder sus características iniciales.

Dentro del análisis Ambiental en el proceso de elaboración de Eco Bloques, por medio de la matriz de valoración de impactos o Matriz de Leopold, se obtuvo que el ruido es el factor con mayor impacto negativo, sin embargo; no existe afección directa al medio ambiente, puesto que este factor se puede contrarrestar con medidas de mitigación partiendo del aislamiento y sujeción de la máquina trituradora hasta la dotación de equipos de protección personal. El factor socio cultural que es analizado dentro de la misma matriz, presenta condiciones favorables para lo población vinculada al trabajo, ya que se genera fuentes de empleo, mejorando así la calidad de vida.

La realidad social, que se percibió por medio de un análisis FODA, concluyó que la implementación de este proyecto en la Asociación de Recicladores del Valle,



ayudaría a mejorar las condiciones de vida de estas personas, dando un valor al residuo plástico que recolectan, y que en la actualidad este tipo de plástico es directamente desechado en el relleno sanitario de Pichacay.

Finalmente en el análisis del costo productivo del Eco Bloque, cuyo valor oscila entre los 0.42 centavos de dólar, para la venta al público y manteniendo el 20% de utilidad para cada una de las unidades vendidas, se muestra que posee un costo competitivo en el mercado de la construcción ya que la diferencia que presenta es de 0.13 centavos de dólar menos que el bloque tradicional de hormigón cuyo valor de comercialización varía entre los 0.55 y 0.60 centavos de dólar. Este costo ha sido calculado en base a 500 unidades fabricadas, sin embargo; podemos acotar que el punto de equilibrio al que se llegó es de 323 unidades expendidas, lo que se representa la cantidad de unidades que necesitamos diariamente para solventar los gastos de producción.



## RECOMENDACIONES

Es necesario realizar algunas recomendaciones partiendo desde los 4 aspectos analizados en este proyecto.

Generar normas ecuatorianas para el caso de bloques elaborados con polímeros.

Realizar un estudio toxicológico de la implementación de materiales plásticos en la construcción para determinar su influencia en la salud a corto y largo plazo de las personas.

Realizar una optimización del estudio con porcentajes menores al 10% de polímeros.

Realizar un estudio ambiental de la implementación del producto en el sector de la construcción, partiendo desde la extracción de materia hasta la construcción con el nuevo producto.

En cuanto al área financiera, podría realizarse un análisis para determinar a profundidad si es factible o no que los recicladores de la ciudad de Cuenca puedan implementar su propia empresa y adicionalmente realizar un estudio de mercado actualizado a la fecha de inicio de la empresa considerando costos reales de equipos ajustados a nuevos aranceles.

Fortalecer las políticas y ordenanzas municipales en cuanto al tema de reciclaje y clasificación de desechos plásticos desde la fuente.



## BIBLIOGRAFÍA

- Arana, R. (3 de JUNIO de 2011). *es.scribd*. Obtenido de es.scribd:  
<http://es.scribd.com/doc/57033127/DISENO-DE-MEZCLA#scribd>
- Bravo Valdivieso, M., & Ubidia Tapia, C. (2007). *Contabilidad de costos*. Quito: Nuevo Dia.
- Carcamo, M. (Noviembre de 2007). *biblioteca.usac.edu.gt*. Obtenido de biblioteca.usac.edu.gt:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03\\_3058.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3058.pdf)
- Castro, L. (2 de Junio de 2011). *wordpress*. Obtenido de wordpress:  
<http://airdplastico.wordpress.com/2011/06/02/los-plasticos-en-el-ambito-mundial/>
- Construmatica. (22 de Septiembre de 2014). *construmatica*. Obtenido de construmatica:  
<http://www.construmatica.com/>
- Cotán- Pinto, S. (2007). *api.eoi*. Obtenido de api.eoi:  
[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf)
- Cotán-Pinto, S. (Diciembre de 2007). *api.eoi*. Obtenido de api.eoi:  
[http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf)
- Cuenca Alcaldía. (31 de Enero de 2012). *cuenca.gov*. Obtenido de cuenca.gov:  
<http://www.cuenca.gov.ec>
- Diario Hoy. (4 de Abril de 2014). *diariohoy*. Obtenido de diariohoy: <http://www.hoy.com.ec>
- Diaz, M., Resendiz, H., Linares, K., Olivas, E., & Lopez, L. (4 de Septiembre de 2012).
- Español Internacional. (2007). *espanolinternacional*. Obtenido de espanolinternacional:  
<http://espanolinternacional.blogspot.com/2010/02/prestamos-lexicos-del-holandes.html>
- Ferro Nieto, A., Toledo Argüelles, A., & Cadalso Basadre, J. C. (2008). *El envase de polietilentereftalato: su impacto medioambiental y los métodos para su reciclado*. Cuba: Editorial Universitaria.
- Freyre, J. A. (enero de 2001). *es.scribd.com/doc/24876405/Fabricacion-bloques-de-cemento*. Obtenido de es.scribd.com/doc/24876405/Fabricacion-bloques-de-cemento:  
<https://www.es.scribd.com/doc/24876405/Fabricacion-bloques-de-cemento>
- Gordillo, L., Rodriguez, M., & Villares, D. (2011). *dspace.espol*. Obtenido de dspace.espol:  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19117/1/D-90782.pdf>
- Gutierrez, M. A., & Rodriguez, E. (2012). *catarina.udlap.mx*. Obtenido de catarina.udlap.mx:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/meiq/gutierrez\\_f\\_ma/capitulo7.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meiq/gutierrez_f_ma/capitulo7.pdf)
- Huerta, J. M. (Febrero de 2005). *iiicab*. Obtenido de iiicab:  
[http://www.iiicab.org.bo/Docs/doctorado/dip3version/M2-3raV-DrErichar/Grupo\\_Focal.pdf](http://www.iiicab.org.bo/Docs/doctorado/dip3version/M2-3raV-DrErichar/Grupo_Focal.pdf)



- INEC. (2010). *ecuadorencifras*. Obtenido de ecuadorencifras:  
<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion . (1981). *law.resource.org*. Obtenido de law.resource.org: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0641.1981.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. (1993). *apps.inen*. Obtenido de apps.inen:  
<http://apps.inen.gob.ec/descarga/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. (1993). *law.resource.org*. Obtenido de law.resource.org: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0638.1993.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. (Enero de 2014). *normalizacion.gob*. Obtenido de normalizacion.gob: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO\\_2014/KCA/nte\\_inen\\_iso\\_10140-5extracto.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/KCA/nte_inen_iso_10140-5extracto.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion . (2012). *apps.inen.gob*. Obtenido de apps.inen.gob:  
<http://apps.inen.gob.ec/descarga/>
- Jara, M., Sarmiento, C., & Vera, C. (2013). *espae.espol*. Obtenido de espae.espol:  
[http://www.espae.espol.edu.ec/images/documentos/Planes\\_De\\_Negocio/2013/fabricabloquesecologicos.pdf](http://www.espae.espol.edu.ec/images/documentos/Planes_De_Negocio/2013/fabricabloquesecologicos.pdf)
- Mejia, M., & Pinos, A. (2011). *dspace.ucuenca*. Obtenido de dspace.ucuenca:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1963/1/thg415.pdf>
- Molinari, J. (2006). *dspace.uazuay*. Obtenido de dspace.uazuay:  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1192/1/05371.pdf>
- Montalvo Soberón, L. A. (2007). *Tecnología de los Polimeros y Plasticos*. Argentina: El Cid Editor-Ingenieria.
- Muñoz, I. F. (25 de Septiembre de 2014). Cantidad de Basura generada en Cuenca. (M. A. Serrano, Entrevistador)
- Ortiz, M. L. (27 de Mayo de 2013). *UAEM*. Obtenido de UAEM:  
<http://www.jornada.unam.mx/2013/05/27/eco-f.html>
- Pardavé Livia, W. (2013). *Envases y medio ambiente (2a. ed.)*. Estados Unidos: Ecoe Ediciones.
- Patiño, M., & Uchuairi, C. (1 de Julio de 2013). *dspace.ucuenca*. Obtenido de dspace.ucuenca:  
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4054>
- Pullaguari, A. (Enero de 2010). *Escuela Politecnica Nacinal*. Obtenido de Escuela Politecnica Nacinal: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1842?mode=full>
- Ramirez, V. (13 de Julio de 2012). *repository.ean*. Obtenido de repository.ean:  
<http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/2513/RamirezViviana2012.pdf?sequence=1>



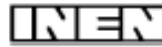
- Sabano, J. (2011). *repositorio.ulead.edu.ec*. Obtenido de repositorio.ulead.edu.ec:  
<http://www.repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/26000/1407/1/T-ULEAM-180-0025.pdf>
- Sanchez, C. M. (Octubre de 2009). *ucuenca.edu.ec*. Obtenido de ucuenca.edu.ec:  
<http://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/145>
- Universidad de Valladolid. (6 de Octubre de 2014). *eis.uva*. Obtenido de eis.uva:  
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20baja%20densidad.htm>
- Universidad de Valladolid. (6 de Octubre de 2014). *eis.uva*. Obtenido de eis.uva:  
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso07-08/pe/polietileno%20de%20alta%20densidad.htm>
- Universidad Nacional de Colombia. (2001). *virtual.unal.edu.co*. Obtenido de virtual.unal.edu.co: <http://www.unalmed.edu.co/~geotecni/GG-16.pdf>
- Vasquez Ortiz, A. P. (4 de Marzo de 2013). *Escuela Politecnica Nacional*. Obtenido de Escuela Politecnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5901>
- Ysacura, M., Labrador, D., & Crespo, M. (2009). *Polimeros y Biomoleculas*. Argentina: El Cid Editor.



**ANEXOS**

**Anexo A.- Bloques hueco de hormigón, definición, clasificación y condiciones generales. Norma INEN 638**

CDU: 691.327  
CIIU: 3699



CO 02.08-101

| Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria   | BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES | INEN 638<br>Primera revisión 1993-09 |
|---|---|--------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece las definiciones, la clasificación y las condiciones generales de uso de los bloques huecos de hormigón de cemento.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.</p> <p>2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 <b>Bloque hueco de hormigón.</b> Es un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento.</p> <p>3.2 <b>Medidas principales.</b> Se entiende por medidas principales: el largo, el ancho y el alto del bloque.</p> <p>3.3 <b>Superficie bruta de contacto.</b> Es la superficie normal al eje del o de los huecos, sin descontar la superficie de estos, es decir: el producto del largo por el ancho del bloque.</p> <p>3.4 <b>Superficie neta de contacto.</b> Es la superficie bruta de la cual se ha descontado la superficie de los huecos normal a su eje.</p> <p>3.5 <b>Volumen total.</b> Es el volumen del bloque, calculado con sus medidas principales.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. CLASIFICACION</b></p> <p>4.1 Los bloques huecos de hormigón se clasificarán, de acuerdo a su uso, en cinco tipos, como se indica en la tabla 1.</p> |   |                                      |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción



TABLA 1. Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos

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

## 5. CONDICIONES GENERALES

### 5.1 Materiales

5.1.1 Los bloques deben elaborarse con cemento Portland o Portland especial, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados.

5.1.2 El cemento que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de la Norma INEN 152 y la Norma INEN 1 548.

5.1.3 Los áridos que se utilicen en la elaboración de los bloques deben cumplir con los requisitos de la Norma INEN 872 y, además, pasar por un tamiz de abertura nominal de 10 mm

5.1.4 El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

### 5.2 Dimensiones.

5.2.1 Espesor de las paredes de los bloques. El espesor de las paredes de los bloques no debe ser menor de 25 mm, en los bloques tipo A y B, y de 20 mm, en los bloques tipo C, D y E.

5.2.2 La dimensión real de un bloque debe ser tal que, sumada al espesor de una junta, dé una medida modular.

5.2.3 Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la tabla 2.

TABLA 2. Dimensiones de los bloques.

| TIPO | DIMENSIONES NOMINALES |             |      | DIMENSIONES REALES |             |      |
|------|-----------------------|-------------|------|--------------------|-------------|------|
|      | largo                 | ancho       | alto | largo              | ancho       | alto |
| A, B | 40                    | 20,15,10    | 20   | 39                 | 19,14,09    | 19   |
| C, D | 40                    | 10,15,20    | 20   | 39                 | 09,14,19    | 19   |
| E    | 40                    | 10,15,20,25 | 20   | 39                 | 09,14,19,24 | 20   |

5.2.4 Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas en la tabla 2.

5.2.5 Los bloques de un mismo tipo deben tener dimensiones uniformes. No se permite en ellas una variación mayor de 5 mm.

## APENDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

- INEN 152 *Cemento Portland. Requisitos.*  
 INEN 872 *Áridos para hormigón. Requisitos.*  
 INEN 1 548 *Cemento Portland especial. Requisitos.*

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Proyecto de Norma Centroamericana ICAITI 41054. *Bloques huecos de hormigón para paredes o muros y tabiques.* Instituto Centroamericano de Investigación y tecnología Industrial. Guatemala, 1977.

Norma India IS: 2185-1967. *Specification for hollow cement concrete block.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.

Norma Sudafricana SABS 527-1972. *Standard specification for concrete building blocks.* South African Bureau of Standards. Pretoria, 1972.



Anexo B.- Resistencia a la Compresión.- Norma INEN 640

CDU: 691.327  
CIIU: 3699



CO 02.08-301

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b></p>  | <p align="center"><b>BLOQUES HUECOS DE HORMIGON DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION</b></p> | <p align="center"><b>INEN 640<br/>Primera Revisión<br/>1993-09</b></p> |
| <p align="center"><b>1. OBJ ETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo de los bloques huecos de hormigón para determinar la resistencia a la compresión.</p> <p align="center"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, paredes divisorias no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.</p> <p>2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.</p> <p align="center"><b>3. RESUMEN</b></p> <p>3.1 El procedimiento indicado en esta norma consiste en someter los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, hasta determinar su resistencia máxima admisible.</p> <p align="center"><b>4. METODO</b></p> <p>4.1 <b>Equipo.</b> Puede usarse cualquier máquina de compresión provista de plato con rótula de segmento esférico, siempre que las superficies de contacto de los apoyos sean iguales o mayores que las muestras de prueba.</p> <p>4.2 <b>Preparación de las muestras.</b></p> <p>4.2.1 Para determinar la resistencia a la compresión deben usarse bloques enteros seleccionados de acuerdo con la Norma INEN 639.</p> <p>4.2.2 Cada bloque debe ser sumergido en agua a la temperatura ambiente, por un periodo de 24 horas y luego recubierto de capas de mortero de cemento-arena o de azufre-arena, como se indica en 4.2.2.1.</p> |   |  |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno ES-09 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción



**4.2.2.1** Para recubrir los bloques de capas de mortero se someterán al siguiente tratamiento de preparación:

- a) Recubrir 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 A;
- b) Comprobar el paralelismo de las dos caras recubiertas de mortero de cemento por medio de un nivel de burbuja;
- c) Una vez aplicadas las capas de mortero, cubrir el bloque con un paño húmedo y mantenerlo cubierto por 24 horas.
- d) Transcurridas las 24 horas, sumergir cada bloque en agua y mantenerlo sumergido por el tiempo de tres días.

**4.2.2.2** En caso de usar el mortero efe azufre-arena deben aplicarse las disposiciones del anexo B.

#### **4.3 Procedimiento.**

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

**4.3.2** La carga se aplicará gradualmente en un tiempo no menor de un minuto ni mayor de dos, a una velocidad constante.

#### **4.4 Cálculo**

**4.4.1** La resistencia a la compresión se calcula por la ecuación siguiente:

$$C = \frac{P}{S}$$

En donde:

C = La resistencia a la compresión, en MPa

P = La carga de rotura en Newtones

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

#### **4.5 Interpretación de resultados**

**4.5.1** Una vez ensayados todos los bloques de la muestra, se aceptará o rechazará cada lote de acuerdo con las disposiciones de la Norma INEN 639.

**ANEXO A****A.1 Colocación de las capas de mortero de cemento - arena sobre los bloques**

**A.1.1** Emplear como tablero de trabajo una placa de acero de espesor no menor de 10 mm, con la cara superior pulida y nivelada en dos direcciones en ángulo recto, mediante un nivel de burbuja.

**A.1.2** Colocar sobre esta placa una capa de mortero de cemento-arena, en partes iguales, y con una relación agua-cemento de no más de 0,35.

**A.1.3** Colocar la cara de contacto del bloque sobre la capa de mortero y presionarla suavemente hasta que ésta se adhiera al bloque en un espesor máximo de 6 mm.

**A.1.4** Repetir la operación con la cara opuesta, comprobando en ambos casos el paralelismo de las caras de contacto mediante el nivel de burbuja.

**A.1.5** Retirar el mortero sobrante de las aristas del bloque, dejando a este con una forma regular.

**ANEXO B****B.1 Preparación y colocación de las capas de mortero de azufre-arena sobre los bloques.**

**B.1.1** En caso de emplearse el mortero de azufre-arena, éste deberá contener azufre en una proporción del 40% al 60%, con arcilla u otro material inerte, que pase el tamiz INEN de 149  $\mu$ m.

**B.1.2** Sobre la placa metálica indicada en el anexo A, previamente impregnada de aceite, colocar cuatro barras de acero de sección transversal cuadrada de 25 mm de lado, para formar un molde rectangular, aproximadamente 12 mm mayor que las dimensiones de las aristas de la muestra.

**B.1.3** Calentar el mortero de azufre-arena en un recipiente controlado termostáticamente, hasta una temperatura suficiente para mantener su fluidez por un tiempo razonable, después del contacto con la placa. Debe evitarse el sobrecalentamiento y agitarse el líquido inmediatamente antes de usarlo.

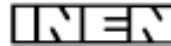
**B.1.4** Llenar el molde con la mezcla retenida, colocar rápidamente la cara del bloque que se desea cubrir, y acomodarla de tal manera que sus caras exteriores formen ángulos rectos con la superficie cubierta. Repetir la operación para la cara opuesta.

**B.1.5** El espesor de las dos capas deberá ser aproximadamente el mismo y no deberá pasar de 3 mm. El bloque así preparado podrá ensayarse después de dos horas del alisado de sus caras.

**Anexo C.-Determinación del porcentaje de Absorción del Agua.- Norma INEN 642**



CDU: 691.322  
 CIU: 3699



CO 02.08-303

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</b></p>  | <p align="center"><b>BLOQUES HUECOS DE HORMIGON<br/>                 DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA</b></p> | <p align="center"><b>INEN 642<br/>                 Primera Revisión<br/>                 1993-09</b></p> |
| <p align="center"><b>1. OBJ ETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo de los bloques huecos de hormigón para determinar su absorción de agua.</p> <p align="center"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de paredes, paredes soportantes, tabiques divisorios no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.</p> <p>2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.</p> <p align="center"><b>3. RESUMEN</b></p> <p>3.1 El método descrito en esta norma consiste en someter los bloques a la inmersión en agua hasta su saturación y luego al secado, para registrar las variaciones en masa de los mismos durante este proceso.</p> <p align="center"><b>4. METODO</b></p> <p><b>4.1 Especímenes de ensayo.</b></p> <p>4.1.1 Deben usarse bloques enteros tomados al azar de las muestras seleccionadas de acuerdo con la Norma INEN 639.</p> <p><b>4.2 Equipos</b></p> <p>4.2.1 La balanza usada debe ser sensible al 0,5% de la masa del más pequeño de los especímenes sometidos a ensayo.</p> |  |  |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno ES-29 - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

#### 4.3 Procedimiento

4.3.1 *Saturación.* Los especímenes de ensayo deben ser completamente sumergidos en agua a la temperatura ambiente durante 24 horas.

4.3.1.1 Los especímenes deben retirarse del agua y dejarse secar durante un minuto, colocándolos sobre una malla de alambre de 10 mm de abertura, eliminando el agua superficial con un paño húmedo.

4.3.2 Una vez anotada la masa de los especímenes, éstos deben secarse en un horno de secado a una temperatura entre 100°C y 115°C, durante no menos de 24 horas, y luego pesarse de nuevo.

4.3.2.1 Hasta en dos pesadas sucesivas, en intervalos de dos horas, el incremento de la pérdida no debe ser mayor del 0,2% de la última masa previamente determinada del espécimen.

#### 4.4 Cálculo

4.4.1 Calcular la absorción de agua mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción } \% = \frac{A - B}{B} \times 100$$

En donde :

A = masa en húmedo del espécimen, en kg;

B = masa en seco del espécimen, en kg;

#### 4.5 Informe de resultados

4.5.1 Se deben registrar los resultados del ensayo de cada espécimen por separado.





**APÉNDICE Z**

**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

INEN 639 *Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción.*

**Z.2 BASES DE ESTUDIO**

Norma India IS 2185 - 1967. *Specification for hollow cement concrete blocks.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.





**Anexo D.- Determinación del porcentaje de Retracción al Secado.- Norma INEN 641**

|  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
| CDU: 691.327   | <b>INEN</b>   | CO 02.08-302                |
| <b>Norma Técnica Ecuatoriana</b>   | <b>BLOQUES HUECOS DE HORMIGON<br/>DETERMINACION DE LA RETRACCION POR SECADO</b> | <b>INEN 641<br/>1981-11</b> |
| <p><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo de los bloques de hormigón para determinar su retracción por secado.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma comprende los bloques huecos de hormigón de cemento que se emplean en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y losas alivianadas de hormigón armado.</p> <p>2.2 Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.</p> <p style="text-align: center;"><b>3. TERMINOLOGIA</b></p> <p>3.1 <b>Retracción por secado.</b> Es la diferencia entre la longitud de un bloque de hormigón que ha sido saturado de agua y la longitud del mismo bloque después de secado a longitud constante. Se expresa como un porcentaje de la longitud en seco.</p> <p>3.2 Otros términos empleados en esta norma se definen en la Norma INEN 638.</p> <p style="text-align: center;"><b>4. RESUMEN</b></p> <p>4.1 El procedimiento indicado en esta norma consiste en la medición de la longitud de un bloque hueco de hormigón que ha sido saturado de agua, una segunda medición del mismo bloque después de secado y la repetición sucesiva de este proceso para determinar el máximo valor de retracción.</p> <p style="text-align: center;"><b>5. MÉTODO</b></p> <p><b>5.1 Aparatos.</b></p> <p>5.1.1 <b>Horno de secado.</b> Un horno de secado de tiro forzado de un volumen total de 0,06 m<sup>3</sup> mantenido a una temperatura interior de 50 ± 1°C y una humedad relativa aproximada al 17% (ver nota 1).</p> <p>5.1.2 <b>Micrómetro.</b> Un micrómetro apropiado capaz de medir con una aproximación de 0,002 mm.</p> <p>5.1.3 <b>DeseCADOR.</b> Un desecador suficientemente grande como para acomodar los especímenes de ensayo y que contenga un recipiente con solución saturada de cloruro de calcio (ver nota 1).</p> <hr style="width: 20%; margin-left: 0;"/> <p>NOTA 1. La humedad relativa puede mantenerse mediante la inclusión de recipientes con solución saturada de cloruro de calcio. Estos recipientes deben proveer un área total expuesta de por lo menos 1 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico de volumen del horno y deben contener suficiente cloruro de calcio sólido para mantenerse sobre la superficie de la solución durante todo el ensayo.</p> |   |                             |

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-31000 - Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

## 5.2 Preparación de las muestras.

5.2.1 Seleccionar seis bloques escogidos de acuerdo con la Norma INEN 639.

5.2.2 De cada uno de los bloques de ensayo, cortar un espécimen de aproximadamente 150 mm de largo y de 75 x 75 mm de sección transversal.

5.2.3 Usando un compuesto de resina epoxídica, fijar una bola de acero de 6 mm de diámetro en el centro de las caras opuestas extremas de cada espécimen, de tal modo que sobresalga la mitad de cada bola. Después de endurecida la resina, limpiar la superficie expuesta de las bolas y engrasarlas para evitar la corrosión. Usar los extremos de las bolas como puntos de referencia.

## 5.3 Procedimiento.

5.3.1 Sumergir completamente los especímenes en agua limpia, a una temperatura de  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  durante cuatro días.

5.3.2 Retirar los especímenes del agua, quitar la grasa de las bolas de acero y medir la longitud entre los puntos de referencia.

5.3.3 Después de tomadas las medidas, secar los especímenes en el horno por lo menos durante 48 horas. No se deben colocar los especímenes húmedos Junto a los parcialmente secos.

5.3.4 Enfriar los especímenes durante cuatro horas como mínimo y volver a medir la longitud.

5.3.5 Repetir este proceso de secado y enfriamiento (pero empleando periodos de secado de 24 horas) hasta que la diferencia entre dos medidas consecutivas sea menor de 0,05 mm. Registrar la lectura final como longitud en seco.

## 5.4 Cálculo.

5.4.1 Calcular la retracción por secado de cada espécimen como la diferencia entre la longitud en húmedo y la longitud en seco, expresada como un porcentaje de la longitud en seco.

## 5.5 Expresión de resultados.

5.5.1 El valor promedio de retracción por secado en los seis especímenes sometidos al ensayo se considera como representativo de todo el lote de donde se han extraído las muestras.

## APÉNDICE Z

### Z.1 NORMAS A CONSULTAR

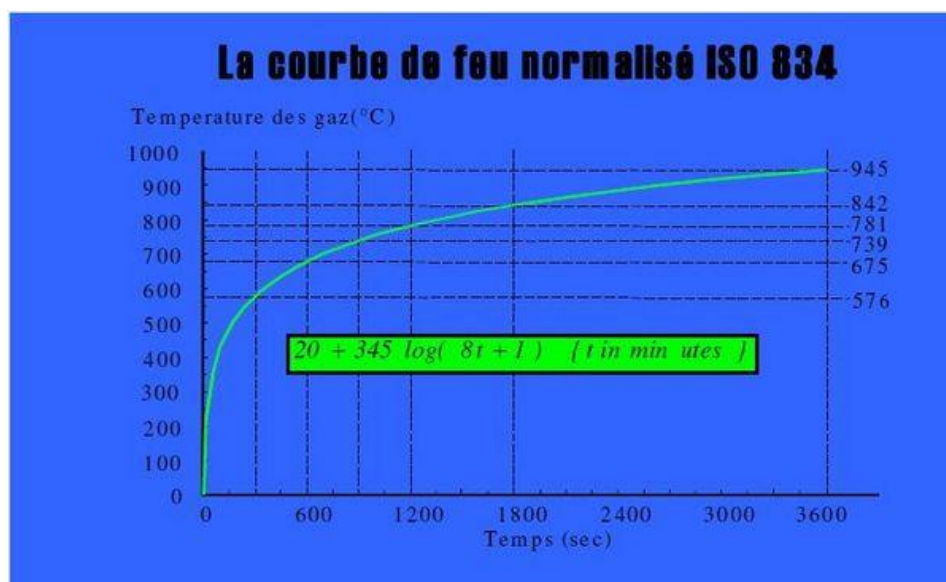
INEN 638 *Bloques huecos de hormigón. Definiciones, clasificación y condiciones generales.*

INEN 639 *Bloques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción.*

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Sudafricana SABS 527-1972. *Standard Specification for concrete building blocks (Metric units).*  
South African Bureau of Standards. Petroria. 1972.

## Anexo E.- Determinación de Resistencia al Fuego.- Norma Internacional ISO # 834



Curva Normalizada ISO 834



La norma ISO 834 (1975) aceptada a nivel internacional es una curva convencional de elevación de temperatura en un horno de ensayo. Esta curva existe de hecho desde principios de siglo (1903), fue adoptada en 1918 por la ASTM (American Society for Testing Materials) y después retomada a continuación por las numerosas normas de ensayos a nivel europeo e internacional.

Presenta una subida de temperatura bastante rápida al principio, fenómeno que se produce efectivamente en el momento de una deflagración. Sin embargo su finalidad no fue la de reproducir las condiciones reales de un incendio cualquiera, sino permitir una comparación del comportamiento ante el fuego de diferentes elementos constructivos de base y establecer de este modo una clasificación relativa, una jerarquización, con relación a un fuego de referencia fácilmente reproducible en laboratorio.

Esta curva ha sido estandarizada en una época en que un cálculo de estabilidad al fuego no era factible. Es logarítmica e infinitamente creciente (figura sobre estas líneas), lo que ofrece ciertas ventajas prácticas. En primer lugar, será siempre posible alcanzar el colapso, lo que permite efectivamente una clasificación con relación a este criterio.

Además hay un solo parámetro a controlar durante el ensayo: la carga de combustible. Esto permite volver rápidamente a la curva teórica cuando las medidas de temperatura en el horno indiquen una desviación, actuando en una simple compuerta. Las medidas de temperaturas en el horno deben situarse en un margen de más o menos 10% con relación a la curva teórica.

## Anexo F.- Determinación de Resistencia Acústica.- Norma INEN – ISO 10140

AENOR

- 7 -

ISO 10140-2:2010

**INTRODUCCIÓN**

La Norma ISO 10140 (todas las partes) se refiere a la medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción (véase la tabla 1).

La Norma ISO 10140-1 especifica las normas de aplicación para elementos y productos específicos, incluyendo los requisitos específicos para la preparación, el montaje, el funcionamiento y las condiciones de ensayo. Esta parte de la Norma ISO 10140 y la Norma ISO 10140-3 contienen los procedimientos generales para las mediciones del aislamiento acústico al ruido aéreo y de impactos, respectivamente, y hacen referencia a la Norma ISO 10140-4 y a la Norma ISO 10140-5, si procede. Para elementos y productos sin una norma de aplicación específica descrita en la Norma ISO 10140-1, es posible aplicar esta parte de la norma ISO 10140 y la Norma ISO 10140-3. La Norma ISO 10140-4 contiene las técnicas y los procesos de medición básicos. La Norma ISO 10140-5 contiene los requisitos para las instalaciones de ensayo y el equipo. Para la estructura de la norma ISO 10140 (todas las partes), se muestra en la tabla 1.

La Norma ISO 10140 (todas las partes) se creó para mejorar la disposición de las mediciones de laboratorio, para garantizar la consistencia y para simplificar los futuros cambios y añadidos con respecto a las condiciones de montaje de los elementos de ensayo en las mediciones de campo y de laboratorio. Se pretende que la Norma ISO 10140 (todas las partes) presente las mediciones de laboratorio con formato bien redactado y organizado.

Se pretende actualizar la Norma ISO 10140-1 con las normas de aplicación para otros productos. También se pretende incorporar la Norma ISO 140-18 en la Norma ISO 10140 (todas las partes).

**Tabla 1 – Estructura y contenidos de la Norma ISO 10140 (todas las partes)**

| Parte relevante de la Norma ISO 10140 | Objetivo principal, contenidos y uso  | Contenido detallado  |
|---------------------------------------|---|--|
| ISO 10140-1                           | Indica el procedimiento de ensayo adecuado para elementos y productos. Para algunos tipos de elementos/productos, puede contener instrucciones adicionales o más específicas sobre las magnitudes y el tamaño del elemento de ensayo y sobre la preparación, el montaje y las condiciones de funcionamiento. Si no se incluyen detalles específicos siganse las directrices generales de acuerdo con la Norma ISO 10140-2 y la Norma ISO 10140-3. | Referencias adecuadas a la Norma ISO 10140-2 y a la Norma ISO 10140-3 e instrucciones específicas y adicionales relacionadas con el producto sobre: <ul style="list-style-type: none"> <li>– magnitudes específicas medidas;</li> <li>– tamaño del elemento de ensayo;</li> <li>– condiciones límite y de montaje;</li> <li>– acondicionamiento, condiciones de ensayo y de funcionamiento;</li> <li>– características adicionales para el informe de ensayo.</li> </ul> |
| ISO 10140-2                           | Indica un procedimiento completo para las mediciones del aislamiento acústico al ruido aéreo, de acuerdo con la Norma ISO 10140-4 y la Norma ISO 10140-5. Para productos sin normas de aplicación específicas, es suficientemente completo y general para la realización de las mediciones. Sin embargo, para productos con normas de aplicación específicas, las mediciones se realizan de acuerdo con la Norma ISO 10140-1, si está disponible. | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Definiciones de las principales magnitudes medidas</li> <li>– Montaje general y condiciones en los límites</li> <li>– Procedimiento general de medición</li> <li>– Procesamiento de datos</li> <li>– Informe de ensayo (puntos generales)</li> </ul>  |



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

|                                       |   |                          |
|---------------------------------------|---|--------------------------|
| Documento:<br>NTE INEN-ISO<br>10140-2 | TÍTULO: ACÚSTICA. MEDICIÓN EN LABORATORIO DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN. PARTE 2: MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO AL RUIDO AÉREO. (ISO 10140-2:2010, IDT) | Código: ICS<br>91.120.20 |
|---------------------------------------|---|--------------------------|

|   |   |
|---|---|
| ORIGINAL:<br>Fecha de iniciación del estudio:<br>2013-11-25 | REVISIÓN:<br>La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de <i>norma Ecuadoriana</i> . |
|---|---|

AENOR

- 9 -

ISO 10140-2:2010

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 10140 especifica un método de laboratorio para la medición del aislamiento acústico al ruido aéreo de productos de construcción, tales como paredes, suelos, puertas, ventanas, persianas, elementos de fachadas, fachadas, acristalamientos, elementos técnicos pequeños, por ejemplo, los dispositivos de transferencia de aire, paneles de aireación (paneles de ventilación), entradas de aire del exterior, canalizaciones eléctricas, sistemas de paso sellados y sus combinaciones, por ejemplo paredes y suelos con revestimientos, techos suspendidos o suelos flotantes.

Los resultados de ensayo se pueden utilizar para comparar las propiedades del aislamiento acústico de los elementos de construcción, para clasificar los elementos según sus capacidades de aislamiento acústico, para ayudar a diseñar productos de construcción que requieren determinadas propiedades acústicas y para estimar el rendimiento *in situ* en edificios completos.

Las mediciones se realizan en instalaciones de ensayo de laboratorio en las que la transmisión sonora a través de los caminos laterales se suprime. Los resultados de las mediciones realizadas de acuerdo con esta parte de la Norma ISO 10140, no son aplicables directamente a la situación de campo sin tener en cuenta otros factores que afectan el aislamiento acústico, como es la transmisión por flancos, las condiciones en los límites y el factor de pérdida total.

### 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

ISO 140-2 *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de los datos de precisión*

ISO 717-1 *Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.*

ISO 10140-1 *Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 1: Reglas de aplicación para productos específicos.*

ISO 10140-4 *Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 4: Procedimientos y requisitos de medición.*

ISO 10140-5 *Acústica. Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción. Parte 5: Requisitos para instalaciones y equipos de ensayo.*

### 3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

#### 3.1 índice de reducción acústica, $R$ :

Diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia acústica,  $W_1$ , que incide sobre el elemento de ensayo y la potencia acústica,  $W_2$ , radiada por el elemento de ensayo hacia el otro lado.

$$R = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} \quad (1)$$

NOTA 1  $R$  se expresa en decibelios.

**Anexo G.- Mecanismo de valoración socio económico (encuestas realizadas al sector de la construcción)**

**Anexo H.- Fotografías**

- Elaboración de Eco Bloques





| Parte relevante de la Norma ISO 10140 | Objetivo principal, contenidos y uso  | Contenido detallado  |
|---------------------------------------|---|--|
| ISO 10140-3                           | Indica un procedimiento completo para las mediciones del aislamiento acústico al ruido de impactos, de acuerdo con la Norma ISO 10140-4 y la Norma ISO 10140-5. Para productos sin normas de aplicación específicas, es suficientemente completo y general para la realización de las mediciones. Sin embargo, para productos con normas de aplicación específicas, las mediciones se realizan de acuerdo con la Norma ISO 10140-1, si está disponible. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definiciones de las principales magnitudes medidas</li> <li>- Montaje general y condiciones en los límites</li> <li>- Procedimiento general de medición</li> <li>- Procesamiento de datos</li> <li>- Informe de ensayo (puntos generales)</li> </ul>  |
| ISO 10140-4                           | Indica todas las técnicas de medición básicas y los procesos para la medición, de acuerdo con la Norma ISO 10140-2 y la Norma ISO 10140-3 o cualificaciones de instalaciones de acuerdo con la Norma ISO 10140-5. La mayoría del contenido se complementa con un software.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definiciones</li> <li>- Rango de frecuencias</li> <li>- Posiciones de micrófono</li> <li>- Mediciones del nivel de presión sonora</li> <li>- Promediado, espacial y temporal</li> <li>- Corrección por ruido de fondo</li> <li>- Mediciones del tiempo de reverberación</li> <li>- Mediciones del factor de pérdida</li> <li>- Mediciones de baja frecuencia</li> <li>- Potencia acústica radiada mediante la medición de la velocidad</li> </ul>   |
| ISO 10140-5                           | Especifica toda la información necesaria para diseñar, construir y cualificar la instalación del laboratorio, sus accesorios adicionales y el equipo de medición (hardware).  | <p>Instalaciones de ensayo, criterios de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- volúmenes, dimensiones;</li> <li>- transmisión por flancos;</li> <li>- factor de pérdida en laboratorio;</li> <li>- índice de reducción acústica máximo alcanzable;</li> <li>- tiempo de reverberación;</li> <li>- influencia de la falta de difusividad en el laboratorio.</li> </ul> <p>Aberturas de ensayo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aberturas estándar para paredes y suelos;</li> <li>- otras aberturas (ventanas, puertas, elementos técnicos pequeños);</li> <li>- paredes de relleno en general.</li> </ul> <p>Requisitos para el equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- altavoces, número, posiciones;</li> <li>- máquina de martillos y otras fuentes de impacto;</li> <li>- equipo de medición.</li> </ul> <p>Construcciones de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos básicos para la mejora del aislamiento al ruido aéreo y de impactos;</li> <li>- curvas de rendimiento de referencia correspondientes.</li> </ul> |



- Prueba de Resistencia a la Compresión



- Prueba de Absorción a la Humedad



- Prueba de Retracción al Secado







## Anexo I.-Certificados de pruebas de laboratorio



### Reporte de Resultados

El laboratorio de análisis de suelos de la facultad de ingeniería de la Universidad de Cuenca certifica que las alumnas Nataly Orellana y Ángela Serrano realizaron las pruebas de tres muestras para resistencia a la compresión y tres para absorción a la humedad como parte del estudio experimental de la tesis "Reutilización de polímeros como alternativa socioambiental y económica en la elaboración de Eco bloques" presentando los siguientes resultados:

- Resistencia a la Compresión

Resultados:

| # Muestra | Largo (mm) | Profundidad (mm) | Resistencia (KN) |
|-----------|------------|------------------|------------------|
| 1         | 40         | 10               | 109,64           |
| 2         | 40         | 10               | 111,65           |
| 3         | 40         | 10               | 112,37           |

- Absorción a la Humedad

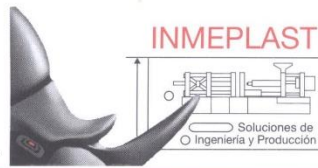
Resultados:

| # Muestra | Peso Saturado (gr) | Peso Seco (gr) |
|-----------|--------------------|----------------|
| 1         | 10120              | 9135           |
| 2         | 10135              | 9140           |
| 3         | 10260              | 9255           |



Ingeniero encargado del laboratorio de Suelos

Universidad de Cuenca



Cuenca, 19 de mayo de 2015

**YO, Prto. CESAR CHICA.  
GERENTE GENERAL  
DE "INMEPLAST"**

**CERTIFICO:**

Que las Srtas. ORELLANA RIOS NATALY JACQUELINE, con cedula de ciudadanía número: 0104057740 y SERRANO LÓPEZ MARÍA ANGELA con cedula de ciudadanía número: 0104820600, realizaron en mi empresa la prueba de retracción al secado, para lo cual utilizaron el horno de materiales, de forma seria y responsable.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la parte interesada hacer uso del presente certificado como más creyere conveniente.

Atentamente,



**Prto. CESAR CHICA.  
GERENTE GENERAL**