



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

MAESTRÍA DE IMPACTOS AMBIENTALES

“TRABAJO DE TITULACIÓN EXAMEN COMPLEXIVO”
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN IMPACTOS
AMBIENTALES

“UTILIZACION DEL CHIP DE PLASTICO COMO MATERIAL
ALTERNATIVO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN
MACHALA”

AUTOR: ING. JUDY MARIBEL FLORES CHERREZ

TUTOR: ARQ. BRICK REYES PINCAY, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

SEPTIEMBRE 2016



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO ESTUDIO DE CASO EXAMEN COMPLEXIVO

TÍTULO: "UTILIZACION DEL CHIP DE PLASTICO COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN LA
CONSTRUCION DE VIVIENDAS EN MACHALA"

AUTOR/ES: Judy Maribel Flores Chérrez

REVISORES: Arq. Brick Reyes Pincay, Msc

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil

FACULTAD: Arquitectura y Urbanismo

PROGRAMA: Maestría en Impacto Ambiental

FECHA DE PULICACIÓN:

NO. DE PÁGS:

ÁREA TEMÁTICA: Medio Ambiente

PALABRAS CLAVES: Botellas de plástico, Reciclaje; Tereftalato de polietileno (PET), bloques, medio ambiente, desechos, recicladoras, chip de plastico, vivienda.

RESUMEN: La contaminación resultante de los desechos plásticos dentro de los cuales está el PET, un plástico que tiene un periodo de vida de aproximadamente 500 años, obliga a tomar medidas medioambientales para disminuir la aportación de estos desechos al medioambiente.

El presente estudio de caso, se enfoca a la utilización del PET como material alternativo en la construcción de viviendas que se ha estado desarrollando y difundiendo en los últimos años en países como Argentina, Colombia, México, inclusive en nuestro país, como un nuevo método de crear arquitectura sostenible, evitando la contaminación del ambiente y fomentando a la vez la posibilidad de realizar construcciones con ese tipo de materiales. Este trabajo se encamina en primer lugar a la investigación de los sitios de acopio de las botellas plásticas, los equipos necesarios para la trituración de las botellas para obtener el CHIP DE PLASTICO, para luego hacer las mezclas de acuerdo a los diseños de la formula maestra para la obtención del bloque no portante, hueco de 7 y 10 cm. Lo antes descrito servirá de base para la construcción de viviendas con bloques de PET, reutilizando este desecho plástico al proceso constructivo dentro de la ingeniería civil y disminuyendo el impacto ambiental que genera la construcción tradicional.

Nº DE REGISTRO(en base de datos):

Nº DE CLASIFICACIÓN:

	N°	
DIRECCIÓN URL (estudio de caso en la web)		
ADJUNTO URL (estudio de caso en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORES/ES:	Teléfono: 0982621986	E-mail: judymary4@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCION:	Nombre: Arq. Brick Reyes Pincay, MSC	
	Teléfono:0994734582	

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante Ing. Judy Maribel Flores Chérrez, del Programa de Maestría/Especialidad Impacto Ambiental, nombrado por el Decano de la Facultad de Arquitectura, CERTIFICO: que el estudio de caso del examen Complexivo titulado **“UTILIZACION DEL CHIP DE PLASTICO COMO MATERIAL ALTERNATIVO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN MACHALA”**, en opción al grado académico de Magíster (Especialista) en **IMPACTO AMBIENTAL**, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente

Arq. Brick Reyes Pincay, Msc

TUTOR

Guayaquil, 19 de Agosto

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de Titulación a Dios, mis hijas Génesis, Gislayne y Mayerly, ya que ustedes son el significado de la superación constante. A mi madre, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

A mis amigos que de una y otra manera ayudaron a fomentar en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

AGRADECIMIENTO

Es de gran felicidad y satisfacción hoy finalizar una etapa más de mi vida, cumplir un sueño y ver el fruto de un gran esfuerzo, y por ello quiero agradecer a Dios por la sabiduría y fortaleza para alcanzar esta meta, un reconocimiento especial mi madre a quién le debo todo en esta vida, y a mis hijas por confiar en mí y por su respaldo permanente.

Agradezco a mi Tutor, Arq. Brick Reyes Pincay, Msc, por haber confiado en mí, por su tiempo, paciencia y dirección de la presente investigación.

TRIBUNAL DE GRADO

.....
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

ING. JUDY MARIBEL FLORES CHÉRREZ

ABREVIATURAS

CEVE:	Centro Experimental de la Vivienda Económica
INEC:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
NTE:	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN:	Instituto Ecuatoriano de Normalización
PET:	Polietileno Tereftalato
CONICET:	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
PEAD:	Polietileno de Alta Densidad
PEBD:	Polietileno de Baja Densidad
SAS:	Sociedad por Acciones Simplificada
CIATEC:	Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas
CDIU:	Cuadro de categorías, dimensiones, instrumentos y unidades de análisis

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iv
CERTIFICACION GRAMATOLOGA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
TRIBUNAL DE GRADO.....	viii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	ix
ABREVIATURAS.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
Introducción.....	1
Delimitación del Problema.....	2
Preguntas Científicas.....	6
Justificación.....	6
Objeto de Estudio.....	7
Campo de Investigación.....	7
Objetivos.....	7
Premisa.....	8
1Desarrollo.....	9

1.1 Marco teórico	9
Teorías generales	9
Teorías sustantivas.....	20
Referentes Empíricos.....	21
1.2 Marco Metodológico	22
Metodología Usada.....	23
Categorías	24
Dimensiones	25
Instrumentos	26
Unidades de Análisis	26
Gestión de Datos.....	27
Criterios Éticos	28
Resultado	28
Discusión	28
1.3 Propuesta	29
2Conclusiones y Recomendaciones	32
Conclusiones	32
Recomendaciones	32
3Bibliografía.....	33
Referencias Bibliográficas.....	33
Otros.....	36

Anexos y Páginas Preliminares 36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Cuadro Conceptual del Tema	3
Figura 2.- [Anexos] Cuadro conceptual sobre Material alternativo para la Construcción ..	1
Figura 3.-[Anexos] Recicladora Rogel.....	2
Figura 4.-[Anexos] Pet Reciclado	2
Figura 5.- [Anexos] Máquina trituradora de plástico	3
Figura 6.- [Anexos] Triturando el plástico para obtener la materia prima	3
Figura 7.- [Anexos] Mezcla de materiales – 1.....	4
Figura 8.- [Anexos] Mezcla de materiales – 2.....	4
Figura 9.- [Anexos] Mezcla de materiales – 3.....	4
Figura 10.- [Anexos] Mezcla de materiales – 4.....	5
Figura 11.- [Anexos] Mezcla de materiales – 5.....	5
Figura 12.- [Anexos] Mezcla de materiales – 6.....	5

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuadro de la producción asumida de desechos sólidos en la Provincia de El Oro	20
Tabla 2.- Cuadro de Categorías, dimensiones, instrumentos y unidades de análisis (CDIU)	24
Tabla 3.- Tenencia de vivienda de los hogares en Ecuador.....	25
Tabla 4.- Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes.....	30
Tabla 5.- Dosificación a usar.....	30
Tabla 6.- Insumos y Costos	31
Tabla 7.- [Anexos] NTE INEN 638.....	6
Tabla 8.- [Anexos] Clasificación de bloques, de acuerdo a sus usos	8
Tabla 9.- [Anexos] Clasificación de bloques, de acuerdo a su densidad.....	8
Tabla 10.- [Anexos] Dimensiones de los bloques	9
Tabla 11.- [Anexos] NTE INEM 643	10
Tabla 12.- [Anexos] Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes.....	11
Tabla 13.- [Anexos] Resistencia a la compresión, en bloques soportantes.....	11
Tabla 14.- [Anexos] Absorción en bloques, de acuerdo a su clasificación por densidad ...	12

RESUMEN

La contaminación resultante de los desechos plásticos dentro de los cuales está el PET, un plástico que tiene un periodo de vida de aproximadamente 500 años, obligó a tomar medidas medioambientales para disminuir la aportación de estos desechos al medioambiente.

En el presente estudio de caso, se utilizó el PET como material alternativo en la construcción de viviendas, ya que se ha estado desarrollando y difundiendo en los últimos años en países como Argentina, Colombia, México, inclusive en nuestro país, que es un nuevo método de crear arquitectura sostenible, disminuyendo la contaminación del ambiente y fomentando a la vez la posibilidad de realizar construcciones con ese tipo de materiales. Para el desarrollo de este trabajo fue necesario en primer lugar la investigación de los sitios de acopio de las botellas plásticas, los equipos necesarios para la trituración de las botellas para obtener el CHIP DE PLASTICO, para luego hacer las mezclas de acuerdo a los diseños de la formula maestra para la obtención del bloque no portante, hueco de 7 y 10 cm. Lo antes descrito es la base para la construcción de viviendas con bloques de PET, reutilizando este desecho plástico al proceso constructivo dentro de la ingeniería civil y disminuyendo el impacto ambiental que genera la construcción tradicional.

Palabras claves: Botellas de plástico, Reciclaje, Polietileno Tereftalato (PET), bloques, medio ambiente, desechos, recicladoras, chamberos, chip de plástico, mezcla, formula maestra, vivienda, arquitectura sostenible.

ABSTRACT

The pollution from plastic waste within is PET, a plastic that has a lifetime of approximately 500 years, forced to take environmental measures to reduce the contribution of these wastes on the environment.

The present case of study, is focuses for PET use how to alternative in built houses with development in last years in the next countries Argentina, Colombia, México, include in our country is a new method to build stable architecture, avoiding contamination of the environment and promoting both the possibility of constructions with such materials. This work is walking in the first place in a investigation in recycle stores of plastic bottles, equipment necessary for crushing the bottles to get the CHIP PLASTIC, then make the mixtures according to the designs of the master formula for obtaining non-bearing block, side 7 and 10 centimeter. All after wrote is used of base for build houses with a PET blocks, reused this recycle plastic to process inside of Civil Engineer and reducing the environmental impact generated by traditional construction.

Keywords: Plastic bottles, recycling; Polyethylene terephthalate (PET), blocks, environment, waste, recycling, chamberos, plastic chip, mix, master formula, housing, sustainable architecture.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los materiales de construcción por la demanda de vivienda en nuestro país se hace en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y de bajo costo (Parrales, 2016). Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra, que no son renovables.

Es conveniente que los procesos de manufactura requeridos consuman poca energía y no sean excesivamente elaborados. Los materiales de construcción tienen como característica común el ser duraderos, dependiendo de su uso, además de satisfacer otros requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

Por norma general, ningún material de construcción cumple simultáneamente todas las necesidades requeridas: la disciplina de la construcción es la encargada de combinar los materiales para satisfacer adecuadamente dichas necesidades (Parrales, 2016).

Con objeto de utilizar y combinar adecuadamente los materiales de construcción los proyectistas deben conocer sus propiedades (Parrales, 2016). Los fabricantes deben garantizar unos requisitos mínimos en sus productos, que se detallan en hojas de especificaciones (Parrales, 2016). Entre las distintas propiedades de los materiales que se encuentran según Parrales (2016):

Densidad: Relación entre la masa y el volumen.

Higroscopicidad: Capacidad para absorber el agua.

Coefficiente de dilatación: Variación de tamaño en función de la temperatura.

Conductividad térmica: Facilidad con que un material permite el paso del calor.

Resistencia mecánica: Capacidad de los materiales para soportar esfuerzos.

Elasticidad: Capacidad para recuperar la forma original al desaparecer el esfuerzo.

Plasticidad: Deformación permanente del material ante una carga o esfuerzo.

Rigidez: La resistencia de un material a la deformación.

Una de las mejores soluciones planteadas para mermar el impacto ambiental, es el reciclaje, proceso por el cual se recolecta los materiales de uso común y se transforman para el mismo u otro uso, evitando incurrir a usar más materia prima. El reciclado es la mejor forma de evitar la extracción de materias primas (Gaggino, Arguello, & Berretta, Doc Player).

Las legislaciones de muchos países trabajan en la necesidad de proteger el medio ambiente presionando desde lo económico, condicionando a que "quien contamina, paga", con diversos grados de éxito (Gaggino, Arguello, & Berretta, Doc Player).

En este trabajo de investigación se aplica la tecnología para la construcción en reciclando residuos plásticos urbanos, con el objetivo ecológico de colaborar en la reducción de la cantidad de los mismos (Gaggino, Arguello, & Berretta, Doc Player).

En el mundo se hacen esfuerzos por implementar el reciclado específicamente en la fabricación de bloques o ladrillos para viviendas con PET, en Latinoamérica: México, Colombia, Venezuela, Brasil, Argentina, Nicaragua han avanzado en este proceso de reciclado, con avances considerables, no sólo en la investigación sino en la puesta en práctica del uso del PET en la construcción como una alternativa ecológica.

DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Campo: Construcción y Diseño

Área: Ambiental

Aspectos: Ecodiseño

Tema:



Figura 1.- Cuadro Conceptual del Tema
Fuente: Autor

CAUSAS:

Disposición de desechos sólidos.- Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza. La disposición final se hace en vertederos locales, municipales, provinciales, los diferentes tipos de relleno sanitarios, plantas de tratamiento y de recuperación (Aguilar).

El uso de los materiales de construcción en las diferentes obras inmobiliarias, eléctricas, viales, consume materias primas como la caliza, arenas, roca, piedras de río, agua, arcilla, masera que son recursos no renovables y que por la explotación irresponsable, tienden a agotarse produciendo erosión, sequías, inundaciones y desertización (Aguilar).

Contaminación ambiental

La vida cotidiana demanda la utilización de consumibles, accesorios y objetos que representa un 80% de los objetos que se usan a diario, como fundas, recipientes, artículos, artefactos, herramientas de estos corresponden al 3% estimado de desechos plásticos en la provincia de El Oro, que corresponden a 5045,76 ton/año (Alcívar, 2015), estos desechos plásticos que de acuerdo a las estadísticas son los que han seguido el proceso de reciclado, sin tomar en cuenta los que no son dispuestos adecuadamente y que son los que realmente producen la contaminación ambiental ya que el periodo de vida de una botella de plástico hasta su total deterioro es de 500 años, siendo que el plástico no es absorbido por la naturaleza.

EFFECTOS:

Proceso de recolección

Aun la cultura de disposición adecuada de los desechos en nuestra provincia no está muy desarrollada, a nivel nacional solo un 22,77% de los hogares clasifican los desechos. Los desechos sólidos, como de los cambios productivos realizados por el ser humano, representan hoy un reto en cuanto a su disminución y disposición final (Alcívar, 2015).

Todo sistema de recolección diferenciada descansa en un principio fundamental, que es la separación de los residuos en dos grupos básicos: residuos orgánicos por un lado e inorgánicos por otro (Zavala, 2015). En los residuos orgánicos van los restos de comida y de jardín; y en el otro grupo, metales, madera, plásticos, vidrio (Zavala, 2015).

Clasificación

Luego de la recepción se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color (Zavala, 2015). Si bien esto puede hacerse manualmente, se han

desarrollado tecnologías de clasificación automática, que se están utilizando en países desarrollados (Zavala, 2015). Considerando lo anterior, el reciclaje del plástico es una práctica muy útil para reducir los desperdicios sólidos (Zavala, 2015).

PROCESOS TECNOLÓGICOS

Reciclado Primario: Consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a la del material original (Zavala, 2015). El reciclado primario se hace con los termoplásticos, pues las propiedades permiten que el material se funda a bajas temperaturas sin ningún cambio en su estructura (Zavala, 2015).

Reciclaje Secundario: Convierte el plástico en artículos con propiedades inferiores a las del polímero original (Zavala, 2015). El proceso de mezclado del plástico es representativo, eliminando la necesidad de separarlo (Zavala, 2015).

Reciclaje Terciario: Es el que degrada al polímero a compuestos químicos básicos y combustibles (Zavala, 2015). Diferente a otros polímeros porque en este existe un cambio químico y no físico (Zavala, 2015).

Reciclaje Cuaternario: Consiste en el calentamiento del plástico con el objeto de usar la energía térmica liberada por medio de dicho proceso; para integrarlo en otros procesos químicos y físicos (Zavala, 2015).

Reutilización de botellas plásticas, por reciclado mecánico que consiste en separar el PET por color para luego triturarlo y lavarlo por primera vez, de aquí se obtiene material limpio y sucio (Zavala, 2015).

El material sucio está compuesto por botellas molidas incluidas tapas y etiquetas. El material limpio es el polvo residual del PET, luego de ser escogido y lavado.

Finalmente se realiza el proceso de lavado introduciendo el material molido separado de etiquetas y tapas a través de agua hirviendo.

Que usos se le da al plástico reciclable

El PET es un material 100% reciclable, los usos del plástico reciclado son sumamente variados, y no en todas las ciudades se cuenta con los medios para reciclar todas los tipos de plástico.

En la industria el PET reciclado tiene una importante demanda siendo la más relevante la de fibra textil, láminas de fabricación deblísters y cajas, flejes para productos voluminosos, envases para productos alimenticios (Flake Wash).

Otros usos es la fabricación de juguetes, jardinería, utensilios de cocina, lámparas para el hogar, dispensador de alimentos para animales, accesorios para mujeres, joyeros, entre otros (Flake Wash).

Qué porcentaje se puede reciclar

El PET es cien por ciento reciclable y su uso es industrial y doméstico (Marroquín & Gaitan, 2013).

PREGUNTAS CIENTÍFICAS

1. ¿Son los materiales alternativos realmente una solución en la construcción?
2. ¿Se puede reducir costos en la construcción de viviendas con los materiales alternativos?
3. ¿La utilización de los materiales alternativos disminuye la contaminación?

JUSTIFICACIÓN

Con el propósito de disminuir el impacto ambiental y presentar una alternativa a la construcción de viviendas se escogió un material no tradicional como el chip de plástico, para fabricar bloques para la construcción de viviendas y disminuir los impactos ambientales. Su elaboración es sencilla, ya que no requiere maquinaria cara, terreno de

donde extraer materia prima, ni grandes instalaciones para procesarla a causa del bajo peso de los elementos constructivos.

Así tenemos que los materiales elaborados como el chip de plástico reciclado son livianos por el bajo peso específico de la materia prima (Zuquitana, Barzola, & Mosquera, 2010). Su peso es sustancialmente menor al de otros cerramientos tradicionales que se usan para la misma función, son malos conductores del calor, por lo que proveen una excelente aislación térmica, tienen una gran resistencia mecánica absorben el agua sin problema y son resistentes a las exposiciones a la intemperie (Zuquitana, Barzola, & Mosquera, 2010).

OBJETO DE ESTUDIO

Revisión de un estudio previo realizado sobre los materiales alternativos para la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la maestría.

1. Revisión de marco teórico
2. Revisión de procedimientos
3. Cumplimiento de normativas ambientales
4. Conclusiones

CAMPO DE INVESTIGACIÓN

La aplicación del conocimiento teórico versus el desarrollo práctico en el área de la construcción con materiales alternativos en el cual se evalúa sus características bajo las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN: NTE INEN 638, NTE INEN 643

OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar bloques utilizando el chip de plástico como material alternativo para la construcción de viviendas económicas y ecológicas en la ciudad de Machala.

Objetivos Específicos

1. Seleccionar el residuo plástico más adecuado para el aprovechamiento en la elaboración de bloques de construcción.
2. Fabricar un bloque ecológico utilizando el chip de plástico, que cumpla las características bajo las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN.
3. Concluir sobre las ventajas constructivas, financieras y ambientales en relación del bloque tradicional con el bloque elaborado con chip de plástico.

PREMISA

Una vez definidos los objetivos generales y específicos del caso de estudio se obtiene como premisa principal el análisis de las diferentes metodologías de reciclar clasificar y procesar el plástico para usar como opción en la construcción, en el caso específico que es de mi interés la utilización del chip de plástico como material alternativo en la construcción de viviendas en Machala.

El enfoque va dirigido a revisar el método de obtención del chip de plástico desde la materia prima que son las botellas, utilización de diseños de mezclas y aplicación de especificaciones, ensayos y normas aplicables.

1 DESARROLLO

1.1 MARCO TEÓRICO

En este capítulo conoceremos el origen, conceptos generales en el proceso y trabajo con el plástico; elementos, tipos de plástico, las experiencias de usar las botellas de plástico como materia prima para la elaboración de materiales de construcción (Zavala, 2015).

TEORÍAS GENERALES

Origen del plástico

El plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860 en Estados Unidos, para encontrar el sustituto del marfil usado para la fabricación de bolas de billar; de aquel concurso nace un tipo de plástico llamado **celuloide** (Zavala, 2015). Con dicho material se comenzaron a fabricar productos de plástico como collares, mangos de cuchillos, cajas, armazones de lentes y películas cinematográficas (Zavala, 2015).

A principios del siglo XX, en sus avances los químicos comenzaron a conocer mejor las reacciones químicas, esto aceleró la búsqueda de nuevos materiales y así, en el año 1930 comenzó la fabricación de plásticos a partir de derivados del petróleo. Como por ejemplo el nylon y el PVC, que comenzaron su fabricación industrial en la década de los años 30, siendo en la década de los 40 cuando se incorporaron otros como el polietileno, los poliésteres, los poliuretanos y las resinas epóxicas (Zavala, 2015).

¿Qué es el plástico?

El plástico generalmente se extrae de un subproducto del petróleo, "nafta", una vez que pasa por un proceso de separación se convierte en la materia prima para la fabricación del plástico (Plásticos Degradables, 2011).

El plástico es un material noble, fuerte/durable, flexible, versátil, ligero, seguro, resistente al agua, reciclable, reusable y virtualmente indestructible, por estas características tiene múltiples aplicaciones (Plásticos Degradables, 2011).

En la mayoría de los casos, es uno de los mejores materiales; por sus propiedades físicas, mecánicas y su relación costo beneficio, está presente en todas las industrias: para la fabricación, protección del deterioro, conservación de características y contaminación de diversos productos, entre otros beneficios (Plásticos Degradables, 2011).

TIPOS DE PLÁSTICO, SUS PROPIEDADES Y SUS APLICACIONES.

Plástico Tereftalato de Polietileno (PET)

Propiedades:

1. Es altamente rígido, duro y muy resistente a la intemperie (Porto & Gardey, 2015).
2. Posee una superficie barnizable (especialmente adherente a pinturas o lacas, reduciendo la necesidad de realizarle un pre-tratamiento de acuerdo con el tipo o la calidad del barniz que se desee utilizar) (Oliva, 2015).
3. El calor no lo deforma considerablemente y se muestra estable cuando se deja a la intemperie (Oliva, 2015).
4. Resiste los agentes químicos (Oliva, 2015).
5. Tiene un nivel bajo de absorción de humedad, por lo cual es muy usado para fabricar fibras (Oliva, 2015).
6. Resiste los dobleces (Oliva, 2015).

Aplicaciones: Se utiliza en la fabricación de envases de zumos, bebidas gaseosas, aceites comestibles, medicamentos y jarabes, entre otros productos (Mendieta, 2016).

Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

Propiedades:

1. Presenta una gran resistencia química y térmica (Mendieta, 2016).
2. Puede ser procesado por los métodos de conformado que se utilizan para los termoplásticos, como ser la extrusión y la inyección (Mendieta, 2016).
3. Es incoloro, translúcido y sólido (Mendieta, 2016).
4. Posee una gran flexibilidad, incluso a bajas temperaturas, y es tenaz (Mendieta, 2016).
5. Su rigidez supera al polietileno de baja densidad (Mendieta, 2016).
6. No resulta fácil pegar, pintar o imprimir sobre su superficie (Mendieta, 2016).
7. Destaca por su ligereza (Mendieta, 2016).
8. Resiste gran parte de los disolventes ordinarios, el agua a temperatura de ebullición y los ácidos (Mendieta, 2016).

Aplicaciones: Su uso incluye la fabricación de tuberías para el suministro de agua potable, envases de diversos productos, utensilios de cocina, juguetes, cascos, partes de prótesis y los procesos de impermeabilización de piscinas y estanques (Barrera, 2015).

Polietileno de Baja Densidad (PEBD)

Propiedades:

1. Ofrece una gran resistencia química y térmica, además de resistir satisfactoriamente los impactos (Barrera, 2015).

2. De acuerdo con el espesor que se le dé, puede alcanzar la transparencia, aunque suele presentar un aspecto blanquecino (Mendieta, 2016).
3. Así como el polietileno de alta densidad, este tipo de plástico tiene una procesabilidad muy buena, lo que permite su sometimiento a la extrusión y la inyección (Mendieta, 2016).
4. Supera en flexibilidad al polietileno de alta densidad (Barrera, 2015).
5. Dificulta la impresión, la pintura y la adhesión sobre su superficie (Mendieta, 2016).

Aplicaciones: Este tipo de plástico suele usarse para fabricar bolsas, plásticos para invernadero, juguetes, botellas y artículos de menaje tales como platos y cubiertos (Mendieta, 2016).

En mi caso de estudio me voy a referir específicamente a las botellas de plástico, como materia prima para obtener el CHIP DE PLASTICO, para fabricar los bloques utilizables como material de construcción.

PET: Plástico Tereftalato de Polietileno

Es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático; usado en envases de bebidas y textiles (Masfer, 2016).

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Es una materia prima que se obtiene por explotación o un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios y obras de ingeniería civil (Materiales de Construcción - WordPress, 2010).

Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas

(ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción (Materiales de Construcción - WordPress, 2010).

Bloque

Es un mampuesto prefabricado, elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes (Zavala, 2015). Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas, y suelen ser esencialmente huecos (Zavala, 2015). Sus dimensiones habituales en centímetros son: 10x20x40cm, 15x20x40cm, 7x20x40cm (Zavala, 2015).

Botellas de Plástico:

Es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares (Zavala, 2015). Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas (Zavala, 2015).

Propiedades de las Botellas de Plástico

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases (Zavala, 2015). Presentando características como las siguientes (Zavala, 2015):

1. Cristalinidad y transparencia.
2. Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
3. Alta resistencia al desgaste.
4. Muy buen coeficiente de deslizamiento.
5. Buena resistencia química
6. Totalmente reciclable

7. Alta rigidez y dureza.

Reciclaje del Plástico

El **reciclado de plástico** es el proceso de recuperación de desechos de plásticos que son recolectados por los chamberos, quienes obtienen recursos económicos por la venta a las empresas que se dedican a captar los residuos plásticos para volverlos a reutilizar que en este caso específico, son las botellas de plástico (Masfer, 2016).

Etapas del Reciclaje del Plástico.

Se consideran varias etapas, las cuales se detallan a continuación:

A) Recolección: Todo sistema de recolección diferenciada descansa en un principio fundamental, que es la separación de los residuos en dos grupos básicos: residuos orgánicos por un lado e inorgánicos por otro (Zavala, 2015). En los residuos orgánicos irían los restos de comida y de jardín; y en el otro grupo los metales, madera, plásticos, vidrio, aluminio (Zavala, 2015).

B) Centro de Reciclado: Aquí se reciben los residuos plásticos mixtos compactados en fardos que son almacenados a la intemperie (Zavala, 2015). Existen limitaciones para el almacenamiento prolongado en estas condiciones, ya que la radiación ultravioleta puede afectar a la estructura del material, razón por la cual se aconseja no tener el material expuesto más de tres meses (Zavala, 2015).

C) Clasificación: Luego de la recepción se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color (Zavala, 2015). Si bien esto puede hacerse manualmente, se han desarrollado tecnologías de clasificación automática, que se están utilizando en países desarrollados (Zavala, 2015). Considerando lo anterior, el reciclaje del plástico es una práctica muy útil para reducir los desperdicios sólidos (Zavala, 2015).

El Plástico en la Construcción

El crecimiento constante de la población ocasiona diferentes problemáticas, siendo dos las principales relacionadas con la industria de la construcción de vivienda; la falta de viviendas para la población de bajos recursos y el creciente deterioro ambiental ocasionado por la generación de desechos no biodegradables y el agotamiento de materias primas no renovables (Zavala, 2015). Entre las soluciones se encuentra el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de construcción, empleando nuevas tecnologías y materiales que disminuyan el impacto ambiental (reduciendo el gasto de energía y materias primas que requieren los elementos de construcción convencionales), que sean de bajo costo en su elaboración y de procesamiento sencillo; y en este rango se considera el plástico utilizado en la elaboración de botellas PET (Zavala, 2015).

El polietileno de Tereftalato (PET), proveniente de las botellas plásticas es utilizado en otros países en la fabricación de viviendas para poblaciones vulnerables y en múltiples materiales para la construcción (Zavala, 2015). Todo surge con la filosofía de aportar a la conservación del medio ambiente, bajo la premisa de darles **aplicación y utilización** a los residuos plásticos (Zavala, 2015).

Tras años de investigación sobre las propiedades del material reciclado, se lograron desarrollar elementos que anteriormente se fabricaban en madera, concreto y acero; no solo con las mismas características y propiedades mecánicas, sino alcanzando ventajas y beneficios con respecto a los materiales tradicionales (Zavala, 2015). El reciclaje de desechos, ha permitido crear nuevos materiales de construcción, que por lo regular suelen ser sumamente resistentes y económicos (Zavala, 2015). Uno de los materiales que más aplicación tiene en la industria de la construcción es el plástico denominado PET, ya que por sus características y resistencia puede ser utilizado tanto para

la construcción de elementos divisorios como muros, celosías y losas; como para construir edificaciones completas (Zavala, 2015).

Con la utilización de las botellas de plástico como material de construcción se obtiene una mayor diversidad de productos y materiales de construcción, considerando además las ventajas que el plástico combinado con el cemento y los agregados poseen (Zavala, 2015); por lo que se pueden mencionar algunas ventajas:

1. Uso creativo de la basura.
2. Cuidado de la tierra.
3. Material de construcción de muy bajo costo.
4. Construcciones térmicas y de menor peso.
5. Uso eficiente de recursos disponibles.
6. Acceso a una vivienda, por parte de personas de bajos recursos económicos.

Otro proyecto orientado al reciclaje de botellas PET, es el que transforma las botellas de plástico en materia prima para la fabricación de bloques sustituyendo el agregado grueso (Zavala, 2015). El proceso de elaboración de los bloques es similar a la fabricación del bloque tradicional, pues las botellas de plástico una vez lavadas son trituradas dentro de la maquina obteniéndose un material de granulometría controlada denominado chip de plástico. Estos bloques son también altamente resistentes, por lo cual pueden ser utilizados de manera estructural tanto en paredes de viviendas (Zavala, 2015).

EL PET Y EL MEDIO AMBIENTE

El consumo global del PET se calcula en 12 millones de toneladas con un crecimiento anual de 6%. “El problema ambiental del PET radica en que tan sólo 20% del PET que se consume en el mundo se recicla, el resto se dispone en rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto”.

El principal problema ambiental del PET es su disposición, ya que una vez que se convierte en residuo, es notoria su presencia en los cauces de corrientes superficiales y en el drenaje provocando taponamiento y dificultades en los procesos de desazolve, facilitando inundaciones, así como en las calles, bosques y selvas y el océano generando “basura” (Comite ejecutivo Estatal, 2013).

A pesar de que las características físicas y químicas aseguran que este material es inerte en el medio ambiente, el impacto visual que produce su inadecuada disposición es alto y perceptible para la población.

Este trabajo se ha realizado en el CEVE de Córdoba, República Argentina, instituto de investigación dependiente de CONICET, en el cual desarrollan elementos constructivos para la vivienda de interés social, fabricados con materiales reciclados, con el doble propósito de colaborar en paliar la crisis habitacional del país y en la descontaminación del medio ambiente, problemáticas ambas de importancia indiscutible (Buenas tareas, 2013).

Se presenta una alternativa más económica que las soluciones tradicionales porque se recicla un material de costo muy bajo: el polietileno-Tereftalato (PET) proveniente de botellas de gaseosas descartadas, para la fabricación de elementos constructivos (Buenas tareas, 2013). El mismo es incorporado en mezclas cementicias, dando como resultado un hormigón liviano que se usa para elaborar ladrillos, bovedillas bloques y placas de cerramiento lateral (Buenas tareas, 2013).

También es una alternativa ecológica, porque se aprovecha un material de descarte, evitando la quema o acumulación de los mismos en basurales, o su enterramiento en el predio sanitario municipal; y porque el proceso de elaboración de los elementos constructivos no es contaminante del medio ambiente (Buenas tareas, 2013).

MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA PROVINCIA DE EL ORO Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN LOS ECOSISTEMAS.

En nuestra Provincia se produce diariamente 469kg/día de residuos, que a través de las gestiones de cada municipalidad cuenta con un servicio de recolección, barrido, transporte y una disposición final en rellenos sanitarios, los que han servido como un mecanismo para reducir el impacto ambiental (Alcívar, 2015). A nivel nacional solo un 22,77% de los hogares clasifican los desechos, lo que evidencia una falta de conciencia ambiental en los habitantes (Alcívar, 2015). Para mitigar los efectos adversos a los recursos hídricos originados por la actividad minera, en Cantones de la parte alta de la Provincia, en el año 2013 empieza a funcionar una relavera comunitaria, que almacena los desechos que quedan del tratamiento que usan para recuperar el oro (Alcívar, 2015). Falta mucho por hacer, aun no existe una planta de tratamiento de las aguas servidas, nuestros ríos, canales, esteros no pueden servir como lugares de descargas, la ley lo dice claramente, pero sin embargo Esteros como el Huaylá y el canal El Macho, continúan siendo focos de contaminación, deteriorando significativamente el medio acuático (Alcívar, 2015). A nivel Provincial y tomando en cuenta los principales tipos de desechos que se generan, anualmente se asume que se produce 104.279,04 ton de desechos orgánicos, papel y cartón 15.137,28 ton, y en cuanto a la chatarra anualmente la Provincia genera 3.363,84 ton (Alcívar, 2015).

A pesar de las gestiones realizadas de los 14 municipios de la provincia de El Oro, hace falta conciencia ambiental para conseguir un ambiente saludable y sostenible; ya que aún se puede ver basura arrojada en la calle, esteros y canales con diferentes tipos de desechos, afectando directamente a los diferentes ecosistemas, así como a la salud de los habitantes (Alcívar, 2015).

Las gestiones municipales por lo general liberan las zonas urbanas con un sistema de recolección de basura cuyo destino final son botaderos a cielo abierto, donde existen o no rellenos sanitarios y que son ubicados en las afueras de las ciudades haciendo más vulnerable de impactos ambientales a las zonas rurales (Alcívar, 2015).

SITUACIÓN AMBIENTAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA PROVINCIA DE EL ORO

La problemática es similar en todos los cantones de nuestra Provincia, durante años, se ha evidenciado las consecuencias de un mal manejo de desechos, los mismos que están directamente relacionados con el crecimiento poblacional (Alcívar, 2015). El manejo que realizan los Municipios, presenta debilidad institucional, escasos sistemas de información, falta de ordenanzas e ineficaz control de la aplicación de los pocos estatutos vigentes, déficit en los recursos humanos, inexistencia de modelos de gestión, sumados al incorrecto manejo técnico de rutas de recolección de los residuos tóxicos y peligrosos (Alcívar, 2015). El Gobierno Nacional mediante el Ministerio del Ambiente, crea el PROGRAMA NACIONAL PARA LA GESTION INTEGRAL DE DESECHOS SOLIDOS (PNGIDS) cuyo objetivo es promover la gestión de residuos sólidos en todos los municipios del Ecuador, con enfoque integral y sostenible, a través de estrategias, planes y actividades de capacitación, sensibilización y estímulo (Alcívar, 2015).

En cuanto a la deposición final de estos desechos, durante décadas y hasta la actualidad los cantones Arenillas, Atahualpa, Balsas, Chilla, El Guabo, Huaquillas, Las Lajas, Machala, Marcabeli, Pasaje, Piñas, Portovelo, Santa Rosa, Zaruma, cuentan con botaderos de cielo abierto que representan un peligro eminente en la salud de la ciudadanía, debido a los malos olores, la propagación de plagas como moscas, mosquitos y ratas, que atentan con la salud de las personas con enfermedades como dengue, tifoidea, leptopirosis, entre otros (Alcívar, 2015).

Tabla 1.-*Cuadro de la producción asumida de desechos sólidos en la Provincia de El Oro*

CUANTIFICACIÓN ASUMIDA DE DESECHOS SOLIDOS EN LA PROVINCIA DE EL ORO						
POBLACION	TIPO DE DESECHO	% estimado	kg/dia/Prov	kg/dia/desecho	kg/mes	Kg/año
640.000hab.	orgánico	62	467200	289.664	8689920	104279040
	chatarra	2	467200	9.344	280320	3363840
	vidrio	3	467200	14.016	420480	5045760
	plástico	3	467200	14.016	420480	5045760
	papel	9	467200	42.048	1261440	15137280
	cartón	9	467200	42.048	1261440	15137280
	otros	12	467200	56.064	1681920	20183040
TOTAL				467.200	14016000	168192000
TOTAL Ton.					14016	168192

Kg/hab/día Ecuador (0,73x640000hab Prov)=467.200Kgde desechos

Fuente: Universidad de Machala – Examen Complexivo

El cuadro siguiente, es una cuantificación de los distintos tipos de desechos que se generan en la provincia considerando el porcentaje de los mismos, utilizando como fuente datos del ministerio del ambiente del año 2014 (Alcívar, 2015). El mismo que nos permite tener una idea de la cantidad de vidrio, papel, plástico y otros que se producen en la Provincia de El Oro (Alcívar, 2015).

TEORÍAS SUSTANTIVAS

Actualmente las alternativas que se presentan en cuanto al uso sostenible del plástico en la construcción son: reducir el consumo de materiales plásticos, reciclado de materiales plásticos y reutilización de los materiales plásticos.

El utilizar material del chip de plástico trae como ventaja su costo bajo, además que combinado con la arena genera una buena barrera térmica que protege contra el frío o calor excesivos, pues las habitaciones mantienen una temperatura interna constante cercana a los 21 °C, mayor resistencia al desgaste por humedad y buena acústica, ya que no permiten el paso del ruido exterior.

REFERENTES EMPÍRICOS

Una de las mejores soluciones que se han planteado para mermar el impacto ambiental, ha sido el reciclaje proceso por el cual se recolecta los materiales de uso común y se transforman para el mismo u otro uso, evitando incurrir a usar más materia prima.

De acuerdo a lo revisado en el mundo se hacen esfuerzos por implementar el reciclado específicamente en la fabricación de bloques o ladrillos para viviendas con PET, se tiene conocimiento de que en Latinoamérica, México, Colombia, Venezuela, Brasil, Argentina, Nicaragua han avanzado en este proceso de reciclado, teniendo avance considerables, no sólo en la investigación sino en la puesta en práctica del uso del PET en la construcción como una alternativa ecológica.

ARGENTINA

En el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) se han desarrollado desde su fundación en 1967 y hasta el presente diversos sistemas constructivos, con la finalidad de obtener viviendas económicas aptas para nuestra realidad latinoamericana.

La nueva tecnología se invierte este concepto, puesto que se utilizan materiales no tradicionales (plásticos reciclados) en forma tradicional (para constituir ladrillos o bloques, que se utilizarán para levantar mamposterías).

Se trata pues, de una tecnología “limpia y limpiadora”, “apropiada y apropiable”, posibilitadora de la auto-construcción, y generadora de nuevas fuentes de trabajo, tanto para hombres como para mujeres.

MÉXICO

En México actualmente existen diversos proyectos para la edificación completa de casas con materiales plásticos.

Uno de estos proyectos fue el desarrollado por el Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) en Guanajuato, consistió en realizar la cimbra para viviendas con plástico reciclado de botellas PET.

COLOMBIA

Hace más de una década Colombia empezó con la necesidad de reciclar el plástico aplicado a la construcción, se conoce del esfuerzo de la empresa privada o pública por la naturaleza de los aportes realizados por los accionistas. En este caso nos referimos a ECOPET HOUSING constituida a través del modelo SAS (Sociedad por Acciones Simplificada) que es una empresa dedicada a la creación de viviendas de interés social sostenibles para la prevención de inundaciones, utilizando materiales reciclados, teniendo como material principal y de referencia al PET (polietileno Tereftalato). Las cualidades técnicas de la casa ofrecen un producto único el cual brinda seguridad y protección respecto a eventos climáticos a los que la población de estratos bajos es vulnerable. Resolviendo las necesidades de la base de la pirámide busca abarcar los mercados de la construcción.

Con los antecedentes de las experiencias en los países mencionados, para este caso de estudio se han tomado los diseños de mezclas A y B, obtenidos de la Tesis de Grado titulada LADRILLO DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET), previo a la Obtención del Título de Ingeniero Civil, cuyo autor es Kleber Eladio Suarez Avelino, donde el autor ha realizado todo el proceso para obtener los diseños de mezcla usados para elaborar mi bloque.

1.2 MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo está enmarcado dentro de un proceso metodológico como herramienta para el desarrollo de las posibles estrategias de solución a la problemática ambiental con alternativas para la utilización de las botellas de plástico, convertidas en el

CHIP DE PLASTICO, para elaborar elementos arquitectónicos como bloques para paredes (Zavala, 2015). Dichas herramientas surgen de un proceso de etapas lógicas de investigación el cual se define para tener una comprensión y análisis profundo del problema y así, que éste permita dar una respuesta apropiada; dicha estrategia se plantea de la siguiente manera (Zavala, 2015).

METODOLOGÍA USADA

Las bases metodológicas usadas para este Estudios de caso fueron:

DISEÑO EXPERIMENTAL

Tipo de Investigación:

Se utilizó el método descriptivo, en primer momento decidí elegir el tema a estudiar, procediendo de limitarlo, descartamos información escrita y oral acerca de alternativas para la construcción con base en material reciclable, y para esto fue necesaria la recopilación de datos.

Inicié haciendo uso de la investigación documental, entendiéndose a esta como búsqueda de información de documentos, revistas, artículos de divulgación, y libros que den cuenta del tema investigado.

Según Cerda (1998) una de las funciones principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de objeto.

Es experimental porque se obtiene a través de los diseños y ensayos el comportamiento del PET como materia prima para bloques de mampostería. Ya que el investigador actúa directamente sobre el objeto de estudio (Cerda: Investigación experimental), teniendo que experimentar para probar su hipótesis.

Diseño de la investigación

Consta de investigación documental, de campo y experimental

Investigación Documental: Recopilación de la información contenida en libros, revistas, artículos académicos.

Investigación de Campo: Seguimiento al proceso de reciclado del plástico con visitas al sitio donde se recepta (compra) los desechos plásticos para enviarlos al reciclado.

Investigación experimental: Elaboración de bloques a partir de diseños usando el Chip de plástico como agregado.

CUADRO DE CATEGORÍAS, DIMENSIONES, INSTRUMENTOS Y

UNIDADES DE ANÁLISIS (CDIU)

Tabla 2.-

Cuadro de Categorías, dimensiones, instrumentos y unidades de análisis (CDIU)

CATEGORÍAS	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	UNIDADES DE ANÁLISIS
SOCIALES	Demanda de vivienda	INEC	Machala
ECONOMICAS	Viviendas de bajo costo	PRESUPUESTO	Bloque
AMBIENTALES	Material no contaminante alternativo para la construcción.	RECICLADORAS	Botellas

Fuente: Autor

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

CATEGORÍAS

Las categorías se extrajeron del árbol del problema donde se enumeran las causas del problema:

1. Sociales

En el último censo poblacional del 2010 INEC se registra una población de 14'306.876 habitantes para nuestro país Ecuador con una tasa de acumulación en 1.52% al año.

De las estadísticas obtenidas del censo 2010 INEC, se obtiene que existe un **déficit de** parte de la población de un 34.20% de viviendas, lo que significa que la cantidad de vivienda aún no está satisfecha.

Tabla 3.-
Tenencia de vivienda de los hogares en Ecuador

Tenencia de vivienda 2010	Hogares	%
Propia y totalmente pagada	1.786,005	46,9%
Arrendada	816,664	21,4 %
Prestada o cedida (no pagada)	489,213	12.80 %
Propia (regalada, donada, heredada)	402,891	10,6 %
Propia y la está pagando	249,160	6.5 %
Por servicios	59,145	1,6 %
Anticresis	7,470	0.2%
Total	3.810,548	100%

Fuente: INEC

Al existir un déficit de vivienda del 34.2% (entre arrendadas y prestada o cedida), se hace necesario bajar el costo de las viviendas.

La ventaja económica también se obtiene a causa de reintroducir los desechos en el ciclo industrial-comercial; así los materiales reciclados son normalmente más baratos no por su precio en sí, sino porque el constructor debe pagar por deshacerse de él y luego pagar por conseguir algo similar por la obra a realizar

2. Ambientales

Disminuir la contaminación ambiental por plástico al transformar y reutilizar dichas botellas de plástico en un material alternativo para la construcción.

DIMENSIONES

El dimensionamiento del estudio del caso se circunscribe a aportar con material alternativo para la vivienda a la demanda de vivienda en el Ecuador, los medios o alternativas para la construcción de viviendas accesibles, para lo cual se utilizan materias primas como arena, cemento y aditivos, el costo del bloque obtenido se usa para establecer

las conclusiones de la factibilidad del uso del PET como material alternativo para la construcción.

INSTRUMENTOS

Los instrumentos son usados para conseguir la información sobre las variables dimensionadas y que a la vez dan respuestas a las categorías determinada en la matriz CDIU, para el presente caso de estudio por estar enfocado a una alternativa social, económica y ambiental, se utilizan básicamente de tres tipos de instrumentos:

- **Estadística:** Datos de la vivienda en el Ecuador y Machala.
- **Documental:** Obtuve información sobre los usos de esta tecnología en el Mundo y Local.
- **Diseño y Producción:** Se elaboró el diseño de dos tipos de mezcla A y B con la siguiente proporción:
- **Mezcla A:**Pet 0.0075%, Cemento 0.0079%, Arena 0.0000094%, Aguas 0.00000044%
- **Mezcla B:**Pet 0.0091%, Cemento 0.014%, Arena 0.000011%, Agua 0.0000076%.

UNIDADES DE ANÁLISIS

En la matriz obtenida CDIU se detallan las fuentes de obtención de la información requerida, para el dimensionamiento de las variables, obtenidas de artículos en internet, INEC y otros trabajos desarrollados en este campo del reutilizado de botellas plásticas de PET y su aplicación como material alternativo de la construcción.

GESTIÓN DE DATOS

Los datos iniciales del déficit de vivienda corresponden al último censo poblacional del 2010, como información oficial de la tenencia de vivienda propia en el Ecuador.

De acuerdo a la estadística del INEC, los resultados del último censo de población y vivienda (2010) son 75.473 viviendas en Machala.

Los materiales utilizados: polietileno-Tereftalato, procedente de envases descartables de bebidas; y films de plásticos varios: polietileno, polipropileno biorientado y policloruro de vinilo, procedentes de embalajes de alimentos reciclados (Zavala, 2015).

Estos residuos se trituran y se incorporan a una mezcla de cemento Portland común, agua y un aditivo químico (Zavala, 2015). Con esta mezcla se fabrican ladrillos, bloques de pared y placas de ladrillos; que se aplican en cerramientos no estructurales de viviendas (Zavala, 2015).

La cuantía de cemento es de 224,5 kg/m³ en el caso del ladrillo (sección bruta); y 103 kg/m³ en el caso del bloque para muro (sección bruta) (Zavala, 2015). El aditivo químico se agrega al agua de mezclado, en un porcentaje del 0,5 % del peso del cemento (Zavala, 2015). Cuando esta mezcla adquiere consistencia uniforme, se vierte en una máquina de moldear ladrillos o bloques, según elemento constructivo deseado (Gaggino, 2008).

Para la recolección de los datos se elabora el diseño de la mezcla para bloque de 7x20x40 cm y de 10 x20x40 con dos celdas de aire, es decir de un acabado rustico debido a las partículas (granulometría) de la materia prima, es de color gris grisáceo natural.

CRITERIOS ÉTICOS

En consecuencia con los conocimientos adquiridos en mi profesión de Ingeniero Civil y como maestrante se aplica los criterios para la elaboración de estudio de caso.

El estudio de caso se lo desarrolla de manera estructurada, seleccionando la materia prima para la fabricación de un bloque con el chip de plástico y así poder establecer el costo y poder compararlo con el bloque tradicional, y cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN.

RESULTADO

Una vez realizado el diseño de los componentes y las proporciones para la elaboración del bloque, el proceso, el curado se obtiene un bloque de mampostería para vivienda que sea resistente a la intemperie, baja absorción de agua, aislante térmico, liviano, buena resistencia mecánica y principalmente ecológico. El resultado obtenido dependerá mucho de cumplir con el diseño de mezcla, cumplir con el proceso de fabricación, cumplir con las especificaciones técnicas NTE INEN 638 y NTE INEN 643.

DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos y la bibliografía revisada y obtenida con respecto a la contaminación por desechos sólidos, los plásticos representan aun un problema medio ambiental que debe ser atendido, al ser un producto industrializado, se puede pensar en convertir un aspecto negativo como es la duración del plástico al deterioro por muchos años, en aprovechar las propiedades del PET para reutilizar como materia prima para la fabricación de bloques de pared para construir viviendas y además de contribuir con un solución ecológica aportar con una alternativa al déficit de vivienda.

El proceso de la obtención del chip a partir de las botellas de PET, esta difundido en algunos países, incluso en nuestro país en la provincia del Guayas, ya funcionan plantas procesadoras del PET para obtener el CHIP de Plástico.

En continuidad el chip de plástico es la única materia prima diferente para la fabricación del bloque ya que los demás son los componentes tradicionales como arena, cemento y aditivos que se mezclan en las proporciones de acuerdo al diseño obtenido.

Una vez obtenido en producto final a través del respectivo análisis se puede concluir si se obtiene un ahorro en el costo del bloque o se trata de una solución ecológica que reutilizará un desecho sólido que afecta al medio ambiente por la dificultad para ser absorbido por la naturaleza.

1.3 PROPUESTA

En este estudio de caso se propone la utilización de un Material Alternativo para la fabricación de bloques a ser utilizados en la construcción de viviendas.

La propuesta de fabricación del bloque inicia desde la obtención de la materia prima del PET usando las botellas plásticas comercializadas en las recicladoras que las adquieren ya aplastadas y en bultos para ser entregadas en las plantas procesadoras.

Luego en la planta las botellas de plástico entran a una trituradora para obtener el chip, que luego se lava para eliminar cualquier impureza.

En mi caso para la obtención del chip realicé el cortado manual de las botellas plásticas con una guillotina hasta obtener el tamaño adecuado para el uso en la fabricación del bloque.

A continuación presento las cantidades de los materiales que se utilizarán para la elaboración del bloque no portante de 7.

Para la elaboración del bloque se aplican las normas NTE INEN 638 BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. Definiciones, clasificación y condiciones generales, NTE INEN 643 BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. Requisitos.

Para las mezclas la cantidad de PET y arena son constantes y la cantidad de cemento y agua varia en su dosificación (relación agua-cemento), para alcanzar la resistencia requerida, de acuerdo a las especificaciones NTE INEN 643.(Ver Anexo D. Cuatro. Tabla 11)

Tabla 4.-
Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes

INSUMOS	UNIDADES	A	B
Pet	Kg	0.60	0.60
Cemento	Kg	0.63	0.90
Arena	m ³	0.0007	0.0007
Agua	m ³	0.0003	0.0005
TOTAL		1.23	1.50

Fuente: Autor

DOSIFICACIÓN A USAR

Tabla 5.-
Dosificación a usar

INSUMOS	UNIDAD	A	B
Pet	Kg	0,907	0,7576
Cemento	Kg	0,907	0,4545
Arena	m ³	0,0045	0,00126
Agua	m ³	0,00333	0,0033
TOTAL		1,822	1,217

Fuente: Autor

Una vez reunidos todos los componentes procedo a mezclarlos manualmente en el siguiente orden:

1. Cemento y arena.
2. Agrego el chip de plástico a la mezcla obtenida.
3. Agrego el agua a la mezcla completa del cemento, arena y chip de plástico.

El hormigón obtenido se vacía en los moldes para obtener los bloques en las medidas propuestas de 7cm, compactando la mezcla en el molde, enrasando y se deja para que la mezcla fragüe, luego se coloca una lámina de plástico en la parte superior del molde, para favorecer el curado del bloque y el mismo gane la resistencia requerida

El bloque obtenido es mi propuesta de solución ecológica ya que de ser aplicable permitirá reutilizar los desechos plásticos, además de que generara fuentes de trabajo.

En la práctica, el proceso para la obtención del chip de plástico resultó costoso, ya que la trituración de las Botellas de plástico, costo USD \$ 20, para obtener 13.20 kg de Chip de plástico, lo que representa un costo de USD \$3.66 por kg. El costo obtenido se debe a que no se ha desarrollado en nuestra provincia la industrialización del proceso para obtener el CHIP DE PLASTICO, por lo que se puede usar la economía de escala que permitiría bajar el precio unitario del CHIP DE PLASTICO.(Ver fotos Anexo B. Dos)

Tabla 6.-
Insumos y Costos

INSUMOS	U	A	B	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL A	COSTO TOTAL B
Pet	Kg	0,907	0,7576	3,66	3,3196	2,772816
Cemento	Kg	0,907	0,4545	0,16	0,1451	0,07272
Arena	m ³	0,0045	0,00126	10,00	0,0450	0,0126
Agua	m ³	0,00333	0,0033	2,5	0,0083	0,00825
TOTAL		1,822	1,217		3,5181	2,866

Fuente: Autor

2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Una vez realizado todo el proceso de la fabricación del bloque pasando por la obtención del chip de plástico a partir de las botellas de plástico y que al usarse aproximadamente 1000 bloques por vivienda unifamiliar de aproximadamente 48 m², diseñada por el MIDUVI, para el programa del Bono de la vivienda, consume 600 kg de chip de plástico, que para obtener tal cantidad de materia prima se requieren triturar 9000 botellas, se concluye que la utilización del PET como material alternativo de la construcción es ecológicamente viable como medida medioambiental. Con respecto a lo económico se concluye también que el proceso debe ser industrializado para obtener materia prima barata, para la fabricación del BLOQUE CON CHIP DE PLASTICO.

RECOMENDACIONES

1. Al ser que mediante la construcción de viviendas con bloque de PET, se evita el desecho de 9000 botellas por vivienda al medio ambiente se recomienda se incentive el reciclado de los desechos plásticos desde los hogares, además de que se establezcan la normativa INEN para la fabricación del bloque con PET.
2. Que el gobierno incentive la industrialización de la producción del PET (plástico triturado) como una alternativa de ingresos económicos.
3. Diversificar también la producción de bloques portantes y para losas con plástico triturado.

3 BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Aguilar, M. (s.f.). *Monografías.com* . Obtenido de Agotamiento de los recursos naturales: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/agotamiento-recursos-naturales/agotamiento-recursos-naturales.shtml>

Alcívar, E. V. (2015). *MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA PROVINCIA DE EL ORO Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN LOS ECOSISTEMAS*.

Obtenido de <https://secure.urkund.com/view/21207370-488122-147047#FYtBDsIwDAT/0vMKJXZj1/0K4oAqQD3QS4+IvzPI3mQ0m3ym9zmt167eWCel/ueeBDbYqI3OZoJ3/ICDLvDxZ1zCOUjITLw2IGUll5vcNWtoLArxJYYCSAWilMqm5FzENC2zSuUq7IDITdO5v479uW/3Y3tMa7tYJOtMLVat+/cH>

Barrera, L. A. (20 de Agosto de 2015). *El mundo de los plásticos*. Obtenido de <http://elmundodelosplasticoxd.blogspot.com/>

Buenas tareas. (6 de Marzo de 2013). Obtenido de Construcción con Pet Reciclado - ensayos y trabajos de investigación: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Por-Que-Reciclar-El-Pet/7708830.html>

Comite ejecutivo Estatal. (18 de Septiembre de 2013). Obtenido de TIP #5 para cuidar nuestro planeta: <http://partidoverdeguanajuato.org/project-view/tip-5-para-cuidar-nuestro-planeta/>

Eco joven. (s.f.). Obtenido de El reciclado de plásticos: <http://www.ecojoven.com/cuatro/12/plasticos.html>

Flake Wash. (s.f.). *Flake Wash*. Obtenido de ¿Qué se puede hacer con el PET reciclado?: <http://www.flakewash.com/?seccion=blog&accion=detalle&id=22>

Gaggino, R. (Octubre de 2008). Obtenido de Componentes constructivos elaborados con una mezcla cementicia y agregados de plásticos reciclados: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Comconelamezcmagrplarecar.pdf>

Gaggino, R., Arguello, R., & Berretta, H. (s.f.). *Doc Player*. Obtenido de APLICACIÓN DE MATERIAL PLÁSTICO RECICLADO EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS A BASE DE CEMENTO.: <http://docplayer.es/16919092-Aplicacion-de-material-plastico-reciclado-en-elementos-constructivos-a-base-de-cemento.html>

INEC. (s.f.). *Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador*. Obtenido de Fascículo Nacional:

http://www.inec.gob.ec/cpv/descargables/fasciculo_nacional_final.pdf

Marroquín, L., & Gaitan, M. (2013). *SlideShare*. Obtenido de Estudio de Factibilidad para la Elaboración de Ladrillos con base en PLástico Reciclado, para la construcción de viviendas de interés social en el Municipio de Tauramena, Departamento de Casanare: <http://es.slideshare.net/lindalygiraldo/proyecto-ladrillos-de-plstico-22675121>

Masfer, V. (13 de Junio de 2016). *Prezi*. Obtenido de Tipos de plásticos: <https://prezi.com/hhl3v40afkgv/tipos-de-plasticos/>

Materiales de Construcción - WordPress. (27 de Noviembre de 2010). Obtenido de Materiales Construccion. Definicion, características y tipos: <https://materialesconstruccion.wordpress.com/2010/11/27/materiales-construccion-definicion-caracteristicas-y-tipos/>

Mendieta, E. R. (2016). *Diseño de mezcla de Hormigón simple de 240 kg/cm² utilizando Fibras de Materiales Reciclados (Botellas de Plástico)*. Cuenca: UCACUE.

Ministerio del Ambiente. (2012). *Programa "PNGIDS" Ecuador*. Obtenido de Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos – PNGIDS ECUADOR: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>

Oliva, J. (29 de Abril de 2015). *Los plásticos*. Obtenido de Definición y propiedades del plástico:

http://plasticosolivayjhoselin.blogspot.com/2015_04_01_archive.html

Parrales, G. A. (2016). *Materiales de Construcción*.

Plásticos Chempro. (2008). *Historia de Plástico*. Obtenido de http://www.plasticoschempro.com.ec/historia_plastico.php

Plásticos Degradables. (s.f.). *Plásticos Degradables*. Obtenido de Nuestros Productos y Soluciones:

http://www.plasticosdegradables.com.mx/plasticos_degradables.html

Plásticos Degradables. (Marzo de 2011). *Plásticos Degradables*. Obtenido de El plástico: <http://www.plasticosdegradables.com.mx/plast1.html>

Porto, J. P., & Gardey, A. (2015). *Definición.DE*. Obtenido de Definición de Plástico: <http://definicion.de/plastico/#ixzz4EQxiJ3Vn>

Torres, A. (11 de Febrero de 2015). *Prezi*. Obtenido de Materiales de Construcción: <https://prezi.com/k2gcsyuazbrk/materiales-de-construccion/>

Zavala, G. J. (Enero de 2015). *Doc player*. Obtenido de Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado: <http://docplayer.es/13878828-Diseno-y-desarrollo-experimental-de-materiales-de-construccion-utilizando-plastico-reciclado.html>

Zuquitana, R., Barzola, G., & Mosquera, C. (2010). Obtenido de Proyecto de Factibilidad para la fabricación de Ladrillos, con Polietileno de Alta Densidad 100% reciclado:

[file:///C:/Users/Mafer%20Garcia/Desktop/ESPOL%20COM%20SUQUITANA%20Y%20OTROS%20D-43378%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mafer%20Garcia/Desktop/ESPOL%20COM%20SUQUITANA%20Y%20OTROS%20D-43378%20(1).pdf)

OTROS

ANEXOS Y PÁGINAS PRELIMINARES

Anexo A. Uno.....	1
Anexo B. Dos.....	2
Anexo C. Tres.....	6
Anexo D. Cuatro.....	10

ANEXO A. UNO

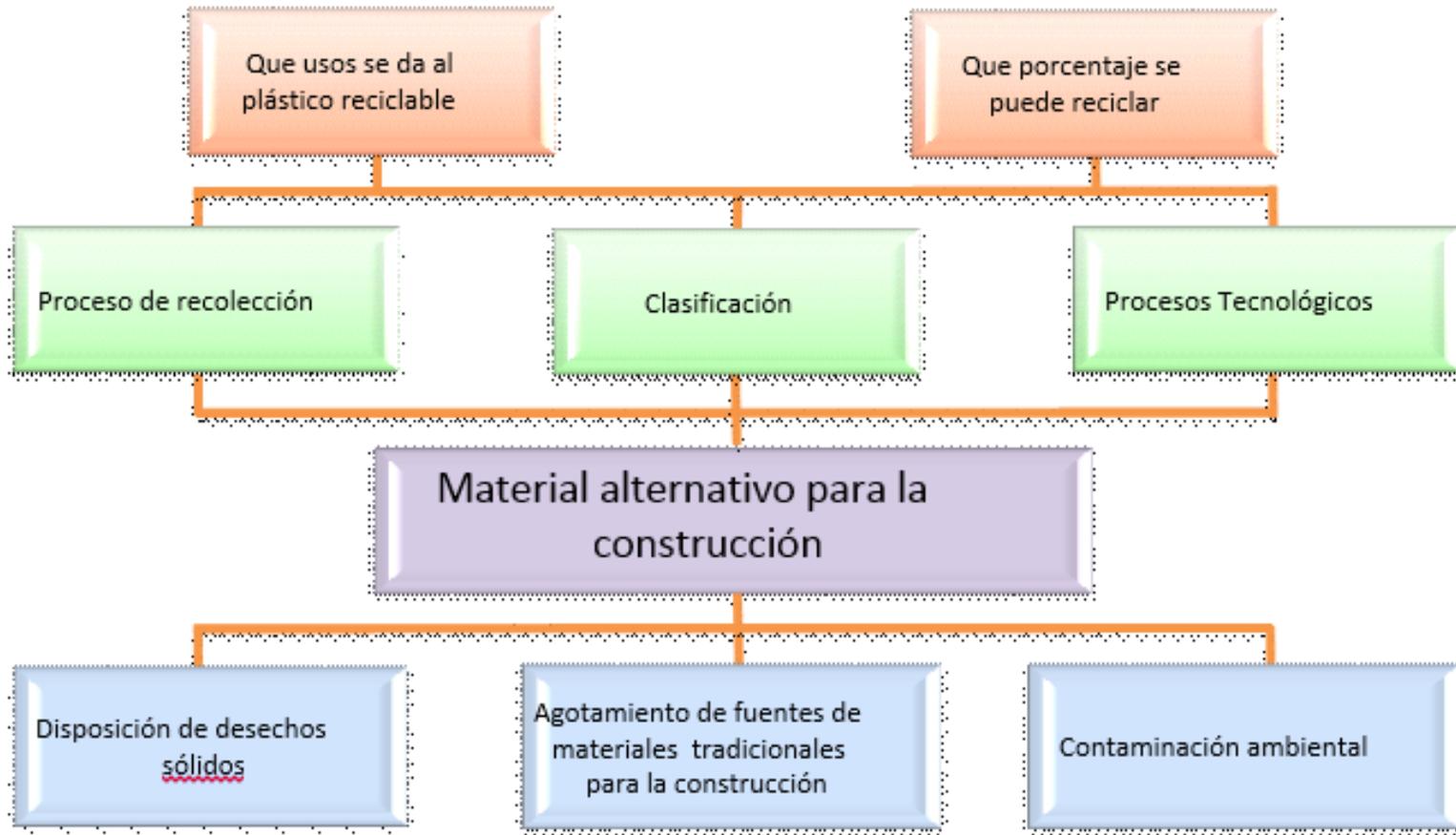


Figura 2.- Cuadro conceptual sobre Material alternativo para la Construcción
Fuente: Autor

ANEXO B. DOS



Figura 3.- Recicladora Rogel
Fuente: Autor



Figura 4.-Pet Reciclado
Fuente: Autor



Figura 5.- Máquina trituradora de plástico
Fuente: Autor



Figura 6.- Triturando el plástico para obtener la materia prima
Fuente: Autor



Figura 7.- Mezcla de materiales – 1
Fuente: Autor



Figura 8.- Mezcla de materiales – 2
Fuente: Autor



Figura 9.- Mezcla de materiales – 3
Fuente: Autor



Figura 10.- Mezcla de materiales – 4
Fuente: Autor



Figura 11.- Mezcla de materiales – 5
Fuente: Autor



Figura 12.- Mezcla de materiales – 6
Fuente: Autor

ANEXO C. TRES

Tabla 7.- NTE INEN 638

Norma Técnica Ecuatoriana	BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES	NTE INEN 638 xx:2014
--	--	---------------------------------

Fuente:NTE INEN

1. OBJETO

Esta norma establece las definiciones, la clasificación y las condiciones generales de uso de los bloques huecos de hormigón, fabricados con cemento Portland, agua y agregados minerales.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

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.

Esta norma no comprende los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 152 Cemento Portland. Requisitos.

NTE INEN 872 Áridos para hormigón. Requisitos.

4. DEFINICIONES

4.1 Bloque hueco de hormigón. Es una pieza prefabricada simple hecha a base de cemento, agua y áridos finos y gruesos, 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.

4.2 Bloques soportantes. Bloques que se utilizan en paredes soportantes cuya función es estructural, es decir, soporta a otros elementos estructurales del edificio (arcos, bóvedas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad.

4.3 Bloques no soportantes. Bloques que se utilizan en paredes no soportantes, que sólo sirven para separar espacios de una vivienda y no soportan más carga que su propio peso.

4.4 Dimensiones efectivas. Se entiende por dimensiones efectivas a aquellas que se obtienen por medición directa efectuada sobre el bloque.

4.5 Dimensiones nominales. Se entiende por dimensiones nominales a las medidas principales: el largo, el ancho y el alto del bloque, establecidas en esta norma para designar el tamaño del bloque.

4.6 Resistencia a la compresión. Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su superficie bruta o neta.

4.7 Superficie bruta de contacto. Es la superficie normal al eje del o de los huecos, sin descontar la superficie de éstos, es decir: el producto del largo por el ancho del bloque. NTE INEN 638

2014-xxx 2 de 4

4.8 Superficie neta de contacto. Es la superficie bruta de la cual se ha descontado la superficie de los huecos normal a su eje.

4.9 Volumen total. Es el volumen de bloque, calculado con sus medidas principales.

5. CLASIFICACIÓN

5.1 Clasificación de acuerdo al uso de los bloques

Los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su uso, en cinco clases, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 8.- Clasificación de bloques, de acuerdo a sus usos

CLASE	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento
C	Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento
D	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento
	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento
	Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento
Losas alivianadas de hormigón armado	

Fuente: NTE INEN

5.2 Clasificación de acuerdo a la densidad de los bloques

Los bloques huecos de hormigón se clasifican, de acuerdo a su densidad, en tres tipos, como se indica en la Tabla 2.

Tabla 9.- Clasificación de bloques, de acuerdo a su densidad

Tipo	Densidad del hormigón (Kg/m3)
Liviano	< 1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	> 2000

Fuente:NTE INEN

6. CONDICIONES GENERALES

6.1 Materiales

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

El cemento que se utilice en la elaboración de los bloques debe cumplir con los requisitos de la Norma NTE INEN 152.

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

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.

6.2 Dimensiones

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

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

Los bloques deben tener las dimensiones indicadas en la Tabla 3.

Tabla 10.- Dimensiones de los bloques

TIPO	DIMENSIONES NOMINALES (cm)			DIMENSIONES EFECTIVAS (cm)		
	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

Fuente: NTE INEN

Por convenio entre el fabricante y el comprador, podrán fabricarse bloques de dimensiones diferentes de las indicadas en la Tabla 3.

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

ANEXO D. CUATRO

Tabla 11.- NTE INEM 643

Norma Técnica Ecuatoriana	BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. REQUISITOS	NTE INEN 643 XX:2014
--	---	---------------------------------

Fuente: NTE INEN

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los bloques huecos de hormigón.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma comprende a 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.

Esta norma no comprende a los paneles o bloques de hormigón espumoso, fabricados con materiales especiales destinados a obtener una densidad muy reducida.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

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

NTE INEN 639 Bloques huecos de hormigón. Muestreo y ensayos.

4. CLASIFICACIÓN

Para efectos de esta norma, se aplica la misma clasificación indicada en el numeral 5 de la Norma INEN 638.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos físicos

Los bloques deben estar enteros y libres de fisuras u otros defectos que puedan interferir con la correcta colocación, o perjudicar significativamente la resistencia. No obstante, no serán motivo de rechazo las fisuras pequeñas resultado del proceso de fabricación, o de la manipulación propia de la distribución y entrega.

Solo el 5% de los bloques de un lote despachado a obra pueden presentar pequeñas fisuras, no mayores que 25 mm, en cualquier sentido.

Los bloques no soportantes deben estar correctamente identificados como tales, de manera que no puedan ser utilizados como bloques soportantes.

5.2 Resistencia a la compresión

Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos en las Tablas 1 y 2, determinados según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639.

Tabla 12.- Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes

Descripción	Resistencia a la compresión (MPa)*
Promedio de 3 bloques	4,00
Bloque individual	3,50

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

Fuente: NTE INEN

Tabla 13.- Resistencia a la compresión, en bloques soportantes

Descripción	Resistencia a la compresión (MPa)*
Promedio de 3 bloques	6,00
Bloque individual	5,00

* 1 MPa = 10,2 Kg/cm²

Fuente: NTE INEN

5.3 Absorción de agua

La absorción de agua determinada según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639, promedio de 3 unidades secadas en horno para cada tipo especificado, son las que se indican a continuación:

Tabla 14.- Absorción en bloques, de acuerdo a su clasificación por densidad

Tipo	Densidad (Kg/m³)	Absorción de agua (Kg/m³)
Liviano	< 1680	290
Medio	1680 a 2000	240
Normal	> 2000	210

Fuente: NTE INEN