



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD
ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA
USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO
RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

LUZ AMPARO GONZÁLEZ NEVAREZ
RICHARD REINALDO RODRÍGUEZ RICARDO

TUTOR:

ING. ALEJANDRO CRISÓSTOMO VÉLIZ AGUAYO, PhD.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2022

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD
ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA
VIVIENDA USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE
PLÁSTICO RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ 9 Y
VICTORIA 9.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

LUZ AMPARO GONZÁLEZ NEVAREZ

RICHARD REINALDO RODRÍGUEZ RICARDO

TUTOR:

ING. ALEJANDRO CRISÓSTOMO VÉLIZ AGUAYO, PhD.

La Libertad, Ecuador

2022

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Villao Borbor, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Alejandro Véliz Aguayo, PhD.

DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Richard Ramírez Palma, MSc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.

DOCENTE UIC

DEDICATORÍA

El presente trabajo de titulación se lo dedico principalmente a Dios, quien ha sido mi guía en cada paso que he dado, fortaleza para culminar este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, que es terminar mi etapa universitaria.

A mi amado padre Alejandro Felicísimo González Choéz, quien ha sido mi inspiración para lograr este título, y a mi hermosa madre Narcisa Irma Nevárez Merchán, quien ha sido mi mejor amiga y consejera, gracias por su amor, cariño, por estar siempre brindándome su apoyo incondicional e inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

González Nevarez Luz.

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi familia que siempre me brinda su apoyo incondicional, a mis amigos por su ayuda en todo ámbito.

A mis maestros y demás personas que estuvieron pendientes de mí.

Para ellos esta dedicatoria, pues son el motivo de haber culminado mi carrera universitaria.

Rodríguez Ricardo Richard.

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

Ing. Alejandro Véliz Aguayo, PhD.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9.”** elaborado por los estudiante GONZÁLEZ NEVAREZ LUZ AMPARO y RODRÍGUEZ RICARDO RICHARD REINALDO, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio URKUND, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 7 % de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud.

TUTOR



ING. ALEJANDRO CRISÓSTOMO VÉLIZ AGUAYO, PhD.

C.I.: 0908182280

Document Information

Analyzed document TESIS GONZALEZ-RODRIGUEZ-BLOQUES.docx (D142694953)
Submitted 8/6/2022 5:43:00 AM
Submitted by
Submitter email luz.gonzaleznevarez@upse.edu.ec
Similarity 7%
Analysis address aveliz.upse@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA / 01 - Tesis Nanosilice final D.docx
Document 01 - Tesis Nanosilice final D.docx (D126891246)
Submitted by: aveliz@upse.edu.ec
Receiver: aveliz.upse@analysis.arkund.com



SA

TESIS BLOQUES PET.docx
Document TESIS BLOQUES PET.docx (D44407735)



SA

Tesina Zambrano Loor Henry Patricio.pdf
Document Tesina Zambrano Loor Henry Patricio.pdf (D31486160)



SA

TESIS BLOQUES 2017.docx
Document TESIS BLOQUES 2017.docx (D32511952)



SA

LUIS HOLGUIN - TESIS -URKUND.docx
Document LUIS HOLGUIN - TESIS -URKUND.docx (D77794110)



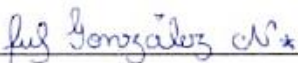
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **GONZÁLEZ NEVAREZ LUZ AMPARO** y **RODRÍGUEZ RICARDO RICHARD REINALDO**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9.**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

AUTORES

f. 

González Nevarez Luz Amparo

Autora de Tesis

C.I. 2400239691

f. 

Rodríguez Ricardo Richard Reinaldo

Autor de Tesis

C.I. 2450316910

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Alejandro Véliz Aguayo, PhD.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9.”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, elaborado por la Srta. GONZÁLEZ NEVAREZ LUZ AMPARO y el Sr. RODRÍGUEZ RICARDO RICHARD REINALDO, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

TUTOR



Ing. Alejandro Crisóstomo Véliz Aguayo, PhD.

Tutor

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

CERTIFICADO DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN Y ORTOGRAFÍA

Yo, Magister Gloria Orrala Torres, Certifico: que he revisado la redacción y ortografía del contenido del Proyecto Educativo: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ Y VICTORIA 9", elaborado por la Srta. LUZ AMPARO GONZÁLEZ NEVAREZ y el Sr. RICHARD REINALDO RODRÍGUEZ RICARDO previo a la obtención del Título de INGENIERO CIVIL

Para efecto he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura en todas sus partes.
- La acentuación es precisa.
- Se utilizan los signos de puntuación de manera acertada.
- En todos los ejes temáticos se evita los vicios de dicción.
- Hay concreción y exactitud en las ideas.
- La aplicación de la Sinonimia es correcta.
- Se maneja con conocimiento y precisión de la morfosintaxis.
- El lenguaje es pedagógico, académico, sencillo y directo, por lo tanto es fácil comprensión.

Por lo expuesto, y en uso de mis derechos como Licenciada en Lengua y Literatura y Magister en Educación Superior, recomiendo la VALIDEZ ORTOGRÁFICA de su proyecto previo a la obtención de su Grado Académico de INGENIERO CIVIL

Atentamente,



Mgs. Gloria Orrala Torres

AGRADECIMIENTOS

En el presente trabajo quiero expresar mi gratitud a Dios por acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mi carrera universitaria.

Mi eterno agradecimiento a mis amados padres Alejandro Felicísimo González Choéz y Narcisa Irma Nevarez Merchán, por ser mi motor y pilar fundamental, quienes, con su esfuerzo, dedicación, inmenso amor me ayudaron a continuar con mis estudios, gracias por ser unos padres ejemplares, maravillosos y permitirme ser su orgullo.

A mis 6 hermanas, a mis 2 hermanos, sobrinos, y a cada uno de mis familiares quienes me brindaron su apoyo en el transcurso de mis estudios.

A mis amigos Richard, Héctor y Edwin, quienes me han brindado su ayuda en esta etapa universitaria.

A mi tutor, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, y a todos los docentes que con su profesionalismo impartieron sus conocimientos para formarnos en profesionales capacitados.

González Nevarez Luz Amparo

En primer lugar, quiero expresar un sincero agradecimiento a Dios por haberme brindado salud y bendiciones durante estos años de estudio.

A mi madre que me dio la vida, a mi padre por el tiempo y los recursos que ha dedicado en mí.

A mis abuelos que, con su sabiduría y carácter son los consejeros que me ayudan a ser mejor cada día.

A mis tíos que son ejemplo para seguir superándome, a mis hermanos por darme el apoyo y las palabras de aliento para seguir.

A mis grandes amigos, futuros colegas Luz, Héctor, Christian y Edwin, por todos los momentos y conocimientos compartidos durante nuestra carrera universitaria.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por haberme dado la oportunidad de estudiar esta carrera y prepararme como ingeniero.

A los docentes de la carrera de ingeniería civil por sus horas de cátedra, y al Ing. Alejandro Véliz por direccionar este trabajo de titulación.

Rodríguez Ricardo Richard Reinaldo

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORÍA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	viii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA	ix
AGRADECIMIENTOS	x
TABLA DE CONTENIDO	xii
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE TABLAS	xvii
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.2 ANTECEDENTES	6
1.3 HIPÓTESIS	9
1.3.1 <i>Hipótesis General</i>	9
1.3.2 <i>Hipótesis Específica</i>	9
1.4 OBJETIVOS	9
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	9
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	10
1.5 ALCANCE	10
1.6 VARIABLES	11
1.6.1 <i>Variables Dependientes</i>	11
1.6.2 <i>Variables Independientes</i>	11

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 HISTORIA DEL PET EN EL ECUADOR.....	12
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	13
2.3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 3066:2016-11	13
2.4 CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DEL PLÁSTICO PET.....	16
2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS	17
2.6 BLOQUES DE HORMIGÓN	19
2.6.1 <i>Fabricación de los bloques de hormigón.....</i>	19
2.6.2 <i>Almacenamiento de los materiales.....</i>	19
2.7 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - NTE INEN 3066:2016-11 ..	20
2.7.1 <i>Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo.....</i>	20
2.7.2 <i>Clasificaciones de los bloques de hormigón.....</i>	20
2.7.3 <i>Requisitos de los bloques de hormigón.....</i>	21
2.7.4 <i>Materiales de los bloques de hormigón.....</i>	21
2.7.5 <i>Dimensiones mínimas de paredes y tabiques.....</i>	22
2.7.6 <i>Dimensiones modulares y nominales.....</i>	22
2.7.7 <i>Absorción de agua.....</i>	23
2.7.8 <i>Resistencia a la Compresión Simple.....</i>	24
2.8 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – NTE INEN 872:2011	24
2.8.1 <i>Áridos para hormigón. Requisitos</i>	24
2.8.2 <i>Requisitos para el Árido Fino.....</i>	25
2.9 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2380:2011-07 ..	26
2.9.1 <i>Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos.....</i>	26
2.9.2 <i>Clasificación de los cementos hidráulicos.....</i>	26
2.9.3 <i>Disposiciones Específicas</i>	27
2.9.4 <i>Requisitos de los cementos hidráulicos.....</i>	27
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	31
3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.1.1 <i>Tipo</i>	31

3.1.2	<i>Nivel</i>	31
3.2	MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.2.1	<i>Método</i>	32
3.2.2	<i>Enfoque</i>	32
3.2.3	<i>Diseño</i>	32
3.3	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	33
3.3.1	<i>Población</i>	33
3.3.2	<i>Muestra</i>	33
3.3.3	<i>Muestreo</i>	33
3.4	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
3.5	METODOLOGÍA DEL O.E.1.: VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE-INEN 3066:2016-11 DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.....	35
3.5.1	<i>Procesos Descriptivos y Experimentales</i>	35
3.5.2	<i>Proceso de Elaboración de los Bloques</i>	36
3.5.3	<i>Dosificación para la fabricación de los bloques PET</i>	39
3.5.4	<i>Ensayo de los bloques Pómez 9</i>	40
3.5.5	<i>Ensayo de los bloques Victoria 9</i>	41
3.5.6	<i>Ensayo de los bloques de hormigón con 4,2 % de PET triturado</i>	43
3.5.7	<i>Ensayo de los bloques de hormigón con PET en forma cuadrada y rectangular</i>	44
3.5.8	<i>Ensayo del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular</i>	46
3.5.9	<i>Ensayos de los bloques de hormigón con porcentaje variado de PET triturado</i>	48
3.5.10	<i>Ejecución de las Pruebas a los Agregados con la norma NTE-INEN 872:2011</i>	51
3.5.11	<i>Contenido de Humedad</i>	56
3.6	METODOLOGÍA DEL O.E.2.: COMPARACION DEL PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA UTILIZANDO BLOQUES DE HORMIGÓN CON PLÁSTICO TRITURADO, BLOQUE PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9.....	58

3.6.1	<i>Análisis de precios unitarios de vivienda con bloque de hormigón de 4,2 % plástico triturado.....</i>	58
3.6.2	<i>Análisis de precios unitarios de vivienda con bloque Victoria 9.....</i>	69
3.6.3	<i>Análisis de precios unitarios de vivienda con bloque Pómez 9.....</i>	71
3.6.4	<i>Presupuesto de vivienda con bloque de hormigón 4,2 % de plástico triturado</i>	72
3.6.5	<i>Presupuesto de vivienda con bloque victoria 9.....</i>	75
3.6.6	<i>Presupuesto de vivienda con bloque Pómez 9.....</i>	77
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		80
4.1	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE LOS BLOQUES	80
4.1.1	<i>Ensayo a la compresión simple de los bloques Pómez 9, Victoria 9 y 4.2% de PET triturado.....</i>	80
4.1.2	<i>Ensayos de resistencia a la compresión de los bloques con PET en forma rectangular y cuadrado</i>	81
4.1.3	<i>Ensayo a la compresión simple de bloques de hormigón variando el porcentaje del agregado plástico triturado.</i>	82
4.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA USANDO BLOQUES PET.....	84
4.2.1	<i>Comparación de rubros para fabricar bloques PET con máquina manual.....</i>	84
4.2.2	<i>Costo de la casa según la cantidad de metros de construcción.....</i>	86
4.2.3	<i>Ventajas y desventajas de construir una vivienda con diferentes tipos de bloques.....</i>	87
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		89
5.1	CONCLUSIONES	89
5.2	RECOMENDACIONES	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		91
ANEXOS.....		96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Participación provincial de la fabricación de productos plásticos en 2017	16
Figura 2 Ubicación. Santa Elena-La Libertad.....	34
Figura 3 Peso de Bloques.....	38
Figura 4 Medidas del bloque.....	39
Figura 5 Curva Granulométrica de la Arena Chasqui.....	52
Figura 6 Curva Granulométrica de la arena negra	53
Figura 7 Curva Granulométrica de la arena fina (de mar)	54
Figura 8 Curva Granulométrica del plástico	55
Figura 9 Representación gráfica de las Resistencias.	84
Figura 10 Costo unitario de los diferentes tipos de bloques para pared	86
Figura 11 Presupuesto de vivienda con diferentes tipos de bloques.....	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Número de empresas de la industria plástica por provincia entre 2013 – 2017.....	15
Tabla 2 Participación provincial de fabricación de productos plásticos en 2017	15
Tabla 3 Propiedades mecánicas, térmicas y químicas del tereftalato de polietileno	17
Tabla 4 Clasificación de los plásticos	18
Tabla 5 Bloques de hormigón de acuerdo con su uso	20
Tabla 6 Bloques de hormigón de acuerdo con su densidad	21
Tabla 7 Dimensiones mínimas de paredes y tabiques, bloques clase A	22
Tabla 8 Dimensiones modulares y dimensiones nominales de los bloques de hormigón	23
Tabla 9 Absorción máxima de agua en bloques clase A.....	23
Tabla 10 Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón.....	24
Tabla 11 Abertura de tamices y requisitos de % que pasa	25
Tabla 12 Requisitos físicos normalizados.....	28
Tabla 13 Requisitos físicos opcionales	30
Tabla 14 Materiales y herramientas para la fabricación de los bloques de hormigón	36
Tabla 15 Dosificación de los porcentajes de plástico para los bloques PET	39
Tabla 16 Medidas del Bloque Pómez 9.....	40
Tabla 17 Área del bloque Pómez 9	40
Tabla 18 Volumen del bloque Pómez 9	41
Tabla 19 Densidad del bloque Pómez 9	41
Tabla 20 Medidas del bloque Victoria 9	41
Tabla 21 Área de bloque Victoria 9	42
Tabla 22 Volumen de bloque Victoria 9	42
Tabla 23 Densidad de bloque Victoria 9.....	42
Tabla 24 Medidas del Bloque con plástico 4,2 % de plástico triturado	43

Tabla 25 Área de bloque con 4,2 % de PET triturado.....	43
Tabla 26 Volumen de bloque con PET triturado	44
Tabla 27 Densidad de bloque con 4,2 % de PET triturado	44
Tabla 28 Medidas del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Cuadrangular	45
Tabla 29 Área del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Cuadrangular	45
Tabla 30 Volumen del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Cuadrangular	46
Tabla 31 Densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET Cuadrangular	46
Tabla 32 Medidas del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Rectangular.....	47
Tabla 33 Área del bloque de hormigón con 4,2% de PET Rectangular.....	47
Tabla 34 Volumen del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Rectangular	48
Tabla 35 Densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET Rectangular	48
Tabla 36 Medidas de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado	49
Tabla 37 Área de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado ..	49
Tabla 38 Volumen de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado	50
Tabla 39 Densidades de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado	50
Tabla 40 Requisitos de % que pasa los límites de granulometría para el agregado fino	51
Tabla 41 Cálculo del límite de granulometría del agregado fino- arena chasqui.	52
Tabla 42 Cálculo del límite de granulometría del agregado fino- arena negra....	53
Tabla 43 Cálculo del límite de granulometría del agregado fino- arena fina (de mar)	54
Tabla 44 Granulometría del plástico	55
Tabla 45 Contenido de humedad de las arenas	56
Tabla 46 Contenido de humedad de los bloques.....	56
Tabla 47 Contenido de humedad de bloques PET de área cuadrangular y rectangular.....	57
Tabla 48 Contenido de humedad de los % del bloque PET	57
Tabla 49 Rubro de Limpieza y desbroce.....	58
Tabla 50 Trazado y replanteo.....	59

Tabla 51 Excavación a máquina.....	60
Tabla 52 Relleno hidratado y compactado.....	61
Tabla 53 Replanteo=140kg/cm ² e=0,05	62
Tabla 54 Hormigón F'c= 210 kg/cm ² (cimentación, pilares y vigas).....	63
Tabla 55 Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ² (inc. Alambre # 18).....	65
Tabla 56 Contrapiso e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm ²	66
Tabla 57 Muro de hormigón ciclópeo f'c=180 kg/cm ² (60% hormigón y 40% piedra)	67
Tabla 58 Paredes de bloque e=9 cm.....	68
Tabla 59 Paredes de bloque e=9 cm.....	70
Tabla 60 Paredes de bloque e=9 cm.....	71
Tabla 61 Presupuesto de vivienda con bloque de hormigón de 4,2% de PET	72
Tabla 62 Presupuesto de vivienda con bloque Victoria 9	75
Tabla 63 Presupuesto de vivienda con bloque Pómez 9	77
Tabla 64 Prueba a la compresión simple de los bloques.....	81
Tabla 65 Prueba a la compresión simple de los bloques 4,2% PET	82
Tabla 66 Prueba a la compresión simple de los bloques PET	83
Tabla 67 Costo de materiales requeridos para un saco de cemento tipo GU	85
Tabla 68 Costo de materiales + mano de obra para un saco de cemento tipo GU85	
Tabla 69 Presupuesto de vivienda con cada tipo de bloque por metro cuadrado de construcción	86

RESUMEN

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA USANDO BLOQUES CON AGREGADOS DE PLÁSTICO RECICLADO, BLOQUES PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9.”

Autores: González Nevarez Luz Amparo

Rodríguez Ricardo Richard Reinaldo

Tutor: Ing. Véliz Aguayo Alejandro Crisóstomo, PhD

En el presente trabajo se investiga el uso del Polietileno Tereftalato (PET) para la fabricación de bloques para construir paredes. En primer lugar, se instala una máquina para triturar las botellas de plástico recicladas. Para la preparación de la mezcla se necesitaron aproximadamente 150 botellas de 3 litros, lo que equivale al doble de esta cantidad en botellitas de agua. En la segunda parte se elaboran bloques con dimensiones de $39,5 \times 19,7 \times 8$ cm, con la adición de plástico triturado. Los primeros bloques fabricados contenían 4,2 % de PET triturado, 4,2 % de agregado PET con forma cuadrangular, y 4,2 % de PET con área rectangular. Posteriormente se varía el porcentaje de plástico triturado, se usa el 1 %, 2 %, 10%, 20 % y 25%. luego se efectuaron los ensayos de compresión simple para conocer la resistencia obtenida por cada prototipo. Una vez realizados los ensayos y obtenida la resistencia, se analiza cómo se comporta la resistencia del bloque si se varía porcentaje de plástico. Finalmente se compara el costo de oferta de cada bloque artesanal, el precio unitario de una pared de bloques y el presupuesto general para la construcción de vivienda.

PALABRAS CLAVE: *Plástico Reciclado PET (Tereftalato de polietileno), Bloques Eco amigable, Resistencias, Vivienda.*

ABSTRACT

“COMPARATIVE ANALYSIS OF ECONOMIC FEASIBILITY FOR THE CONSTRUCTION OF A HOUSE USING BLOCKS WITH ADDED RECYCLED PLASTIC, PUMICE 9 AND BLOCKS VICTORIA 9”

Authors: González Nevarez Luz Amparo
Rodríguez Ricardo Richard Reinaldo

Academic Advisor: Ing. Véliz Aguayo Alejandro Crisóstomo, PhD

In the present work, the use of Polyethylene Terephthalate (PET) for the manufacture of blocks for the construction of walls is investigated. First, a machine is installed to crush the recycled plastic bottles. Approximately 150 of 3-liter bottles were needed to prepare the mixture, which is equivalent to twice this amount in bottles of water. In the second part, blocks with dimensions of 39.5 x 19.7 x 8 cm are made, with the addition of crushed plastic. The first blocks manufactured contained 4.2% crushed PET, 4.2% PET aggregated in a quadrangular shape, y 4.2% PET with a rectangular area. Subsequently, the percentage of crushed plastic is varied, using 25%, 20%, 10%, 2% y 1%. then the simple compression tests will be carried out to know the resistance obtained by each prototype. Once the tests have been carried out and the resistance obtained, it is analyzed how the resistance of the block behaves if the percentage of plastic is varied. Finally, the supply cost of each handcrafted block, the unit price of a block wall and the general budget for housing construction are compared.

KEYWORDS: *Recycled Plastic PET (polyethylene terephthalate), Block eco-friendly, Resistance, Home.*

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El término "plástico", es una palabra que la humanidad ha utilizado para referirse a un elemento que tiene mucha antigüedad en el desarrollo del hombre, pero es necesario indicar que esa designación es equivocada ya que el plástico es un estado de la materia, y en relación a lo mencionado anteriormente Angumba Aguilar (2016, p. 10) deduce que el término correcto es polímero y uno de su estado es el plástico. La Defensoría del pueblo Ecuador (2014, p. 2) indica que el derecho a la vivienda es un derecho humano que forma parte de los derechos económicos, sociales y culturales, establecidos y reconocidos en diferentes instrumentos internacionales, sin embargo Castillo Moncayo (2018, p. 13) opina que éste, por alguna razón u otra, es vulnerado en muchas partes del mundo. Debido a lo mencionado, este trabajo de investigación se enfoca en determinar la factibilidad económica para la construcción de viviendas, aprovechando ciertas propiedades del material reciclable y en la implementación de una alternativa constructiva que proyecta beneficios ambientales, sociales y económicos, con un bloque ecológico.

La creación de residuos plásticos es un problema a nivel local, nacional y global, la gestión incorrecta de los residuos causa daños a los recursos naturales. La mayoría de los residuos de plástico llegan a vertederos, ríos y, en última instancia, al mar, provocando impactos negativos al medio ambiente. El propósito de este proyecto es introducir en la provincia de Santa Elena un material de construcción, como los bloques con agregado de plástico, donde las botellas son la materia prima principal para la producción, debido a que provienen de una variedad de artículos de gran consumo y que a la vez son los más desechados generando más contaminación en nuestro ambiente. Desde el punto de vista de Cervantes Anzules y Peralta Bustamante (2016, p. 18) se deduce que un producto como el bloque creado a partir de materiales reciclables; es una idea que nace del movimiento ecológico de los últimos años y de cómo otros países están adoptando nuevas formas y procesos para crear nuevos productos en el campo de la construcción, ayudando a no contaminar el Medio Ambiente. Se realizará un análisis financiero de los costos de producción

de un bloque de hormigón adicionando PET para determinar la factibilidad que tendrá un proyecto de vivienda. Con ello se pretende fomentar la construcción innovadora y eco amigable con el medio ambiente, ya que cada año se generan millones de toneladas de plástico. Este estudio tiene un enfoque cuantitativo o positivista. La visión de la investigación apunta a reducir los contaminantes que alteran y destruyen los ecosistemas; por ejemplo, el plástico, su producción aumenta drásticamente y la contaminación que provoca también es grave; además el manejo deficiente de las materias primas facilita el incremento los niveles de contaminación del aire, agua y suelo y distorsiona varios ecosistemas existentes. Citando a Camacho Paredes y Mena Lalama (2018, p. 17) se menciona que actualmente, debido a los avances tecnológicos en la industria de la construcción, los bloques tradicionales están siendo reemplazados por materiales hechos de concreto que tienen mejores propiedades como resistencia y durabilidad.

Ante esta problemática se han realizado estudios sobre nuevos e innovadores materiales con el fin de mejorar sus propiedades mecánicas, proteger el medio ambiente y crear un desarrollo sostenible, de esta forma se obtendrá un material equivalente a otros materiales del mercado. Uno de estos materiales es el eco bloque, cuya producción fomenta el aprovechamiento de residuos orgánicos. La necesidad de cuidar el medio ambiente es clara, es la tendencia material que se debe vincular con el enfoque ecológico y la construcción sostenible, la prioridad de la investigación se basa en el desarrollo de un prototipo de bloque implementando los materiales reciclables.

Empleando las palabras de Hidalgo y Cecilia (2015, p. 13), se afirma que los bloques ecológicos constituyen insumos potenciales para el desarrollo y mejoramiento de elementos constructivos de vivienda, especialmente para familias de escasos recursos económicos, con un uso reducido de tecnología y materiales de impacto ambiental, ya que su producción requiere un gasto mínimo de energía, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero un 85%, y otros son secados al ambiente. Debido a que los elementos de construcción son convencionales el procesamiento es simple, y el elemento tiene mejor aislamiento del calor y el frío exterior, consume menos energía, es más barato, más ligero y manejable para trabajadores, acelerando el tiempo de construcción y reduciendo los

costos de materiales. Durante décadas, la ingeniería y la arquitectura de materiales de construcción han ido más allá de lo verdaderamente esencial e importante como el bienestar humano y el respeto por el medio ambiente, para pasar a lo más comercial y personal. Sin duda, la construcción es una de las principales causas del deterioro ambiental, entonces nace el interés de averiguar cómo contribuir para mejorar la condición de los habitantes que carecen de una vivienda digna, o simplemente optimizar las condiciones que tienen porque no son las más favorable y en segundo lugar una alternativa para reducir los impactos negativos causados al medio ambiente.

La propuesta de brindar nuevas alternativas sustentables debe atender las necesidades de la comunidad y el medio ambiente, la implementación de materiales ecológicos, como materiales de construcción a partir de plástico reciclado como materia prima, contribuirá a solucionar estos problemas. Diario comercio (2021) indica que, la iniciativa de instalar una máquina recicladora de botellas plásticas comenzó a operar el miércoles 10 de noviembre de 2021 en la estación El Recreo del Trolebús, ubicada al sur de Quito; los residuos se tratan para producir bloques de construcción ecológicos, lo cual ayuda a alargar la vida útil de un vertedero y así mejorar las condiciones ambientales y construir una mejor calidad de vida”. La producción de eco-blocks se basa en un sistema constructivo alternativo basado en el uso de plásticos reciclados.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los residuos plásticos que se generan en el mundo son el principal problema que afecta al medio ambiente, por lo tanto, a todas las especies por igual, incluido el ser humano. Ahora la sociedad opta por la separación y clasificación de los residuos, e incluso las personas aplican la ley de las tres R: Reducir, Reciclar y Reutilizar. A pesar de que se realizan campañas contra los plásticos de un solo uso, todavía se producen millones de toneladas. El ingeniero industrial Alfonso Marín (2021, p. 16) manifiesta que en 2015 la producción total de plástico alcanzó la cifra de 380 millones de toneladas. Además, el mismo autor agrega que desde el inicio de la producción de este material en 1950, a la actualidad se han fabricado unos 8,3 mil millones de toneladas de plástico, donde solo los fabricantes de bebidas producen

más de 500 mil millones de botellas de plástico de un solo uso al año. A principios de la década de 1970 aparecieron los primeros informes que relatan la preocupación acerca del aumento de producción de plásticos porque estaba provocando que la contaminación hacia el medio ambiente crezca en igual magnitud. Carvalho Dos Santos (2020, p. 32) sostiene que Asia es la región con mayor producción del mundo, siendo responsable de la mitad de la producción en 2018 (51% del total).

Considerando las cifras del año 2018 se puede concluir que, China es el principal productor de plásticos con un 30%, en segundo lugar, con un 18% se encuentra el North American Free Trade (NAFTA) (Tratado de Libre Comercio de América del Norte), Europa ocupa un tercer lugar con 17% y el porcentaje % restante de la producción de residuo plástico corresponde a África, Oceanía y América del Sur. Las cifras son alarmantes, empleando las palabras de Blancard y Olivereau (2019, p. 16) hoy en día, a cada minuto se compran 1 millón de botellas de plástico en el mundo, pero más de la mitad no se reciclan y como resultado, las botellas y tapas se acumulan en ríos y océanos, tantas que según RT Play en Español (2022) desde hace medio siglo se ha estado formando una enorme isla de 100 mil toneladas de desecho con un área de 1,6 millones de km².

Otro problema que empieza a conocerse por generar impactos negativos al ambiente y a la salud son los microplásticos. Dicho con palabras de Gil Otálora (p. 11), estos son fragmentos microscópicos que a veces tienen un tamaño similar al de ciertas bacterias y se generan por dos razones específicas. Primero, puede ser causado por la acción de los rayos ultravioleta y la fricción mecánica que hace romper el material en pedazos pequeños. La segunda se produce por su uso en productos de higiene y limpieza externa y personal, ya que producen una mayor acción de remoción.

Según Jiménez (2020), al tratar de averiguar cuánto tarda el material en descomponerse; concluye que no hay una respuesta única según las palabras de un técnico de la industria del plástico, sino que depende del tipo de composición, pero, sobre todo depende del espesor, del grosor y del tipo de plástico que se estudia y, por supuesto, de las condiciones a las que esté expuesto durante la etapa de degradación. Todo esto determinará su edad. Sin embargo, la propia industria del

plástico admite que no hay evidencia de que los micro plásticos vayan a desaparecer. Además, hace referencia a la ley de conservación de la materia de Lavoisier: la materia se transforma, pero no se destruye. Lo que se necesita controlar es cómo y cuándo. Hay micropartículas que todavía existen y durarán para siempre. Por tanto, el plástico es una amenaza real para los ecosistemas marinos, el material se descompone en pequeños trozos que acaban en la cadena alimentaria y pueden tener consecuencias que aún se desconocen.

Citando a EL CONCEJO DE MEDELLÍN (2020, p. 9), los micro plásticos que ingresan al cuerpo humano directamente, a través de la ingestión o la inhalación, pueden causar una variedad de impactos en la salud, que incluyen inflamación, genotoxicidad, estrés oxidativo, apoptosis y necrosis asociados con diversas afecciones de salud, que incluyen cáncer, enfermedad inflamatoria intestinal, diabetes, artritis reumatoide. , inflamación crónica, accidente cerebrovascular, trastornos del sistema autoinmune y enfermedades cardiovasculares y degenerativas nerviosas. A nivel de país de acuerdo con Solíz Torres (2015, p. 9), La profesora de la Universidad Andina Simón Bolívar en, “Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador” publicado en 2015, explica que en diciembre de 2012 el gobierno de Rafael Correa elevó la base salarial de \$292 a \$318. , pero también conducen a un nuevo auge de residuos.

En 2012 se generaron semanalmente en Ecuador 61.117 toneladas de residuos. De estos, solo el 20% van a espacios aptos para su disposición, el resto van a rellenos a cielo abierto, rellenos sanitarios, rellenos en caminos, ríos y quebradas. Tras el análisis, también encontró que la cantidad de residuos per cápita en Ecuador es de 0,81 kg per cápita por día. En otra obra “Salud colectiva y ecología política. La basura en Ecuador” publicado por Soliz Torres (2016, p. 166) indica que el problema de la gestión total de los residuos se refleja finalmente en la emergencia sanitaria que enfrenta el Ecuador para su disposición final. A nivel nacional el 20,0% de cantones dispone sus residuos en rellenos sanitarios, el 23,3% en vertederos controlados, el 53,6% en botaderos a cielo abierto y el 4,1% en ríos o incineradores. La región más crítica es la Costa, donde solo el 10% de los municipios dispone de un relleno sanitario, manual o mecanizado; en la región Sierra son 25%, y en el Oriente, el 24%. Según, el Ministerio del Ambiente MAE,

en todo el país se han descubierto cuatro grupos de desechos más contaminación, entre ellos: botellas de plástico, tarrinas de comida, tapas plásticas de tarrinas y colillas de cigarrillo. Con base a López Aguirre y López Salazar (2020, pp. 10, 11) entre los años 2015 y 2017, se recolectaron 499, 33 toneladas de desechos a escala nacional. Durante este período se recolectaron en la región Costa 92.292 botellas plásticas, 91.107 colillas de cigarrillo, 81.932 tapas de tarrina y 58102 frascos de alimentos.

En la Sierra 60.552 envases de alimentos, 55.216 botellas de plástico, 28.206 tapas de tarrinas y 24.933 colillas de cigarrillo. Por otro lado, en la Amazonía, se encontraron 22.201 botellas plásticas, 10.708 tarrinas de comida, 10.324 tapas de tarrinas y 8.395 colillas de cigarrillo. La región Insular registró la menor cantidad de basura en comparación con otras zonas del país debido a las campañas de prohibición de un solo uso, sin embargo, nada de plástico, registró 12.877 botellas de plástico, 7.765 colillas, 2.318 tapas de frascos y 1.650 cartones de alimentos.

¿Cuál es la factibilidad económica de la construcción de unas viviendas con bloques ecológicos fabricados con plásticos reciclados como alternativa amigable con el ambiente?

1.2 ANTECEDENTES

Según BARAJAS PÉREZ (2014, p. 7) menciona que, a principios del siglo XIX en Inglaterra se inició uno de los avances en la construcción que fue la elaboración de bloques de hormigón. Estos bloques son sólidos extremadamente pesados en los que se utiliza la cal como material cementoso. A principios del siglo XX aparecieron los primeros bloques huecos para muros; la ligereza de estos nuevos bloques hace que, por sus múltiples ventajas, suponga un gran avance para el área de la construcción respecto a fases anteriores. El uso más común de agregados ligeros y hormigón celular prefabricado es en mampostería para la construcción de muros de carga o tabiques. El uso de materiales reciclados o alternativos como el PET, tiene grandes ventajas como su bajo costo, facilidad de manejo, poco peso y sobre todo es abundante ya que es un material que se tira todos los días. Los ladrillos, bloques y paneles fabricados con plástico reciclado son más ligeros debido

al bajo peso específico de la materia prima. Según Aguilar y Saavedra (2019, p. 28) en todo el mundo existe preocupación por la contaminación del aire, el agua y el suelo, en gran parte debido al volumen de desechos que se generan diariamente sin el tratamiento adecuado. Ecuador no es la excepción a este problema, el país no cuenta con el espacio físico suficiente para disponer de ellos, por lo que son vertidos en rellenos sanitarios convencionales, contaminando el medio ambiente. La sociedad actualmente genera una gran cantidad de residuos de todo tipo desde el hogar; es cierto que antes no existía la conciencia sobre el reciclaje, pero parece que esto en la provincia de Santa Elena no ha cambiado porque todos los residuos se echan en el mismo contenedor, aunque la gente sí es consciente del daño que hace al medio ambiente.

En la opinión de Piñeros Moreno y Herrera Muriel (2018, p. 3) manifiesta que, en el campo de la construcción se continúa utilizando materiales tradicionales, como hormigón, el mortero, bloques, prefabricados, entre otros, elaborados a base de cemento o arcilla recocida. La resistencia y la durabilidad cumplen con las expectativas para su uso, pero los procesos utilizados para fabricar estas materias primas tienen un impacto negativo en el medio ambiente, ya que su producción implica altos niveles de energía y una gran dependencia del petróleo. En cuanto al valor de estos productos, al ser de gran demanda implican altos costos para la edificación de viviendas, por lo cual no es factible para algunas personas de nuestro país, además algunas obras de construcción requieren de la mano de obra especializada o mínima experiencia, lo que significa otro gasto monetario para el contratante.

El trabajo de investigación tiene la finalidad de Transformar la basura plástica y aprovecharla en un material de construcción alternativo para viviendas. Obtener la materia prima que es el plástico sería económico y más accesible en cualquier rincón del planeta, de tal manera que surge la premisa de que el sistema de construcción con bloques ecológicos podría ser más barato que la construcción con bloques tradicionales. La revista *lideres* (2020) publica un artículo donde da a conocer que en septiembre del año 2020 se inauguró una estructura del Proyecto Vivienda Sustentable, impulsado por la Universidad Católica de Cuenca. La casa tiene un área 32 m² y requiere unos 1.200 bloques fabricados con plástico reciclado,

utilizando un sistema de piezas de lego. El proyecto involucró a 25 estudiantes de pregrado y posgrado de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Arquitectura e Ingeniería Ambiental, de la Maestría de Energías Renovables de la Universidad Católica de Cuenca, de Diseño y Arquitectura de la Universidad de Cuenca. Además, tres instituciones de educación superior, ocho empresas y el gobierno parroquial de Baños y El Valle. Según el director del proyecto, Diego Morales, la iniciativa tenía dos objetivos principales. El primero es dotar de vivienda social a los recicladores y el segundo es reducir el impacto ambiental de los plásticos, para prolongar la vida útil del vertedero. Asimismo, Morales asegura que esta edificación ha evitado que 1,5 toneladas de plástico lleguen a vertederos, ríos y quebradas de la localidad. No utilizan botellas de plástico sino botellas de polietileno y polipropileno, que son básicamente fundas, barriles, baldes, mesas y sillas o recipientes para aceite de motor.

El sitio web Portalambiental (2021) describe otro ejemplo similar donde la ingeniera Nzambi Matee, una joven keniana se enfrenta a diario con el problema del plástico en Nairobi. En su fábrica mezcla, pedazos de botellas de leche, shampoo y bolsas de cereales con arena, luego funde la mezcla a altas temperaturas y las moldea en forma de ladrillos, un material que puede soportar altas temperaturas de tres a cuatro veces más fuerza que el concreto, debido a que crea menos bolsas de aire. Los desechos plásticos no son un problema keniano, sino un problema global y, si no se puede encontrar una solución práctica, hacer que las personas adopten una cultura del reciclaje puede ser un desafío, ella y su equipo producen alrededor de 1500 ladrillos reciclados por día y han logrado reciclar unas 20 toneladas de residuos plásticos. Como dice revistanuve (2022) en una publicación los plásticos de un solo uso se agota inmediatamente, pero en la naturaleza tarda 400 años en descomponerse.

La empresa estadounidense ByFusion, con sede en Los Ángeles, tiene el plan de darles una segunda vida como ladrillos de construcción. Actualmente, la empresa procesa 450 toneladas de plástico al año y espera llegar a los 100 millones de toneladas para 2030. A través de la vaporización y la compresión, el plástico se moldea en bloques llamados ByBlocks, que son tan duraderos como el concreto y se pueden usar en cualquier tipo de edificación, desde viviendas hasta paradas de

autobús, pasando por muros y otro tipo de barreras. Además, estos bloques son más ligeros que sus equivalentes de cemento, unos 4,5 kilos menos. A pesar de los esfuerzos y campañas contra los plásticos de un solo uso, se siguen produciendo millones más en el planeta. Algunos esperan ser reutilizados, pero la mayoría no son reciclables. El océano está cada vez más saturado de este material; problema medioambiental que muchas empresas están tratando de solucionar con tecnología y creatividad.

1.3 HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis General

Los bloques de hormigón fabricados con plástico triturado serán un material de uso técnico y económicamente factible para ser utilizado en las edificaciones civiles.

1.3.2 Hipótesis Específica

H.E.1.: El bloque de hormigón con plástico triturado cumplirá la resistencia requerida por la norma INEN 3066:2016-11.

H.E.2.: La construcción de una vivienda de 123 m² con el bloque fabricado con plástico triturado será técnico y económicamente factible con relación a bloques Pómez 9 y Victoria 9.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Proponer una alternativa para la construcción de vivienda con mampostería no estructural, mediante la fabricación de bloques de hormigón, adicionando agregado plástico reciclado.

1.4.2 Objetivos Específicos

O.E.1.: Verificar el cumplimiento de la resistencia según la norma INEN 3066:2016-11 de un bloque de hormigón fabricado con agregados convencionales y plástico triturado.

O.E.2.: Realizar la factibilidad económica del uso del bloque fabricado con plástico triturado en una vivienda de 123 m², en relación con bloques Pómez 9 y Victoria 9.

1.5 ALCANCE

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito la evaluación de costos de la construcción de una vivienda con bloques PÓMEZ 9 y VICTORIA 9, y bloques con agregados plásticos. Teniendo en cuenta a Iza Toapanta (2019, pp. 15, 19) indica que, los bloques reciclados se fabrican a mano según la operación de selección de materiales y curado de los bloques ecológicos con agua 3 veces al día para que no se fisure con el sol durante 10 días. Además, se realizó una evaluación física y mecánica del bloque, en la cual se aplicaron varios ensayos de resistencia a la compresión del bloque fabricado con agregados plásticos, los resultados esperados de esfuerzo de compresión deben ser al menos 3.5 MPa indicada en la normativa INEN 3066:2016-11 con respecto a bloques clase B.

La presente investigación se realizó a base de información recolectada de fuentes confiables, como la norma INEN 3066:2016-11 (Bloques de Hormigón, Requisitos y Métodos de ensayo), debido a que no existe una normativa exclusiva para la creación de bloques a base de agregados de plástico reciclado y trabajos de investigaciones realizadas en el país y en otras naciones. Primero se realiza la mezcla para el bloque ecológico y cuando se obtuvo un diseño preliminar de la mezcla, se crean los moldes de donde se ejecutarán pruebas piloto para ver el diseño óptimo. Una vez fabricado el bloque con el diseño óptimo se realizan ensayos para verificar su calidad y si el bloque tiene las propiedades esperadas para ser utilizados en la construcción. Se puede decir que la importancia de este proyecto de investigación está en que contribuirá a concientizar a los habitantes en la utilización

de una materia prima más amigable con el medio ambiente y evitar las emisiones de gases tóxicos causados por los ladrillos y bloques comunes que se fabrican en la actualidad que llegan a causar problemas de salud, específicamente enfermedades respiratorias a las personas. Las áreas de actividad relacionadas con el tema de estudio son la Ingeniería Civil por tratarse de la construcción de viviendas, y la Ingeniería Ambiental por el diseño de un bloque ecológico a partir de plástico, además se analiza el reciclaje para reducir el impacto ambiental, en comparación con el bloque tradicional. El trabajo de investigación se realizará en el cantón La libertad, provincia de Santa Elena, donde se determinará el diseño del bloque ecológico, la dosificación y dimensiones, para luego hacer una comparación de las propiedades físicas, mecánicas con respecto a un bloque convencional y el presupuesto de una vivienda utilizando el bloque victoria, pómez y el bloque de hormigón con plástico.

1.6 VARIABLES

1.6.1 Variables Dependientes

- Resistencia mecánica del bloque y costos.

1.6.2 Variables Independientes

- Forma del agregado Tereftalato de polietileno (PET): cuadrado, rectangular y triturado.
- Porcentaje de Tereftalato de polietileno (PET) en la mezcla: 1%, 2%, 4,2%, 10%, 20% y 25%.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DEL PET EN EL ECUADOR

El PET conocido como tereftalato de polietileno, fue patentado como un plástico para fibra. La extracción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado una habitual expansión tecnológica incluso alcanzar una penetrante cota de sofisticación basado en el aumento de la petición del producto a tonalidad global. Esta diversificación tan importante ha originado que el PET haya experimentado un gran crecimiento en su consumo y que siga siendo el material de embalaje que actualmente presenta las mayores expectativas de crecimiento a nivel mundial. Según Becerra Lituma (2022, p. 23) a inicios del año de 1976, se empieza a utilizar el PET para la elaboración de envases más livianos, claros y duros, principalmente para el envasar líquidos, lo que significó un gran desarrollo respecto a la elaboración de empaques por sus cualidades de resistencia y flexión, en la actualidad sobre el embotellado de bebidas de consumo masivo; es evidente que el uso de tereftalato de polietileno (PET) ha desplazado al vidrio y al PVC.

Desde el punto de vista de Triviño Moreira y Macías Zamora (2017, p. 38) indica que la fabricación de productos plásticos a gran escala en el país nace de la iniciativa de un comerciante visionario que tenía conocimiento del mercado plástico, y fundó Plásticos Industriales C.A. (PICA) en 1961 en la ciudad de Guayaquil, donde inicia sus actividades de producción y comercialización de su primer producto. Finalmente, tal como expresa PICA (2022) hoy, con más de 58 años en el mercado, es la empresa líder en plásticos del país, cuenta con 4 plantas de producción y genera empleo a más de 1.300 familias ecuatorianas, además tienen el orgullo de saber que hay al menos uno de sus producto en cada hogar del país. De acuerdo con la REVISTALIDERES (2018) señala que, la industria de plástico en el país innova, investiga y genera empleo, según la asociación ecuatoriana de plástico (Aseplas), la producción de plástico está conformada por 600 empresas ubicada en Guayaquil.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Reciclaje: Proceso mediante el cual los residuos sólidos se recuperan en su forma original y uso previsto, o de otro modo. En la vida diaria, el plástico es uno de los materiales más utilizados por el ser humano sin ser plenamente conscientes de las consecuencias medioambientales que puede tener.

Medio Ambiente: Es el espacio en el que prospera la vida de diferentes organismos, facilitando su interacción. Entre ellos habitan criaturas vivientes y elementos sin vida y otras cosas creadas por manos humanas.

Plástico Tereftalato de Polietileno: El tereftalato de polietileno, ampliamente conocido como PET, es un polímero plástico hecho a partir de la polimerización de ácido tereftálico y mono etilenglicol. Este material se fabrica en diferentes formatos y se puede transformar mediante diferentes procesos de extrusión, prensado e incluso termoformado.

Mampostería: Se denomina a los elementos formados con el uso de materiales constructivos, que por su forma pueden ser prismáticas e irregulares, en la ingeniería de la construcción pueden ensamblarse para formar elementos de muros, estos elementos se han utilizado desde la Antigüedad y en la actualidad deben cumplir los requisitos de la ingeniería de la construcción y la resistencia a los terremotos.

2.3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES NORMA TÉCNICA ECUATORIANA 3066:2016-11

En base a los términos y definiciones de la Norma Técnica Ecuatoriana 3066:2016-11, se han adoptado las siguientes definiciones:

Bloque De Hormigón: Es laborado con hormigones finos o morteros de cemento, en otras palabras, una losa simple prefabricada de concreto, hecha de cemento hidráulico, agua, agregados finos y gruesos, con o sin aditivos, de forma paralela, con o sin agujeros internos, utilizado en la construcción de muros y paredes.

Dimensión Modular: Corresponde al largo, ancho y alto del bloque de hormigón. Es el resultado de la suma de las dimensiones nominales más el ancho de junta correspondiente.

Dimensión Nominal: Corresponde al largo, ancho y alto del bloque de hormigón para su proceso de producción.

Resistencia a la compresión: En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. La relación entre la carga de rotura por compresión de un bloque y su superficie total o neta, expresada en MPa, es decir, la tensión máxima que puede soportar un material antes de fracturarse.

Área Bruta: Área paralela a la superficie de carga del bloque de concreto. Es el resultado de multiplicar su largo por su ancho.

Superficie Neta: La superficie de hormigón paralela al plano de carga del bloque de hormigón. Este es el resultado de dividir la masa neta de concreto del bloque por su altura.

Impacto de plástico - botellas PET: Según Gómez Serreto (2016); los impactos generados por las botellas de plástico PET, se concentran en tres agentes ambientales que son el suelo, el aire y el agua. El 60% de los alimentos se envasan en envases de plástico, botellas de PET; Las bebidas son las más compradas por el público, principalmente los jóvenes, por su comodidad y ligereza.

Empleando las palabras de Ubilla Rojas (2019, pp. 1, 39); la industria plástica ecuatoriana está integrada por empresas vinculadas a los métodos de inyección, extrusión y soplado del polímero, y son de gran importancia para el sector productivo del país; de estas empresas, el 38,31 % se encuentran en la provincia de guayas, 40.26% en la provincia de Pichincha y el 21,43% se reparten en nueve provincias del Ecuador. En la tabla 1 se detallan el número de empresas relacionadas a la industria del plástico que existían en cada provincia del Ecuador. Siendo Guayas y Pichincha las provincias con más industrias de plástico.

Tabla 1*Número de empresas de la industria plástica por provincia entre 2013 – 2017*

Provincias	2003	2014	2015	2016	2017
Azuay	20	23	23	22	23
Chimborazo	4	5	4	4	5
Cotopaxi	4	5	6	5	5
El Oro	7	8	8	8	8
Guayas	118	123	124	124	118
Imbabura	2	2	2	2	2
Los Ríos	-	-	1	-	-
Manabí	4	3	2	4	6
Pichincha	123	122	122	121	124
Sto. Domingo	5	5	5	5	5
Tungurahua	12	13	12	12	12
TOTAL	299	309	309	307	308

Nota: Laboratorio de Dinámica Laboral y Empresarial, INEC.

En la tabla 2 se resumen únicamente el número de empresas relacionadas a la industria del plástico en las provincias del Ecuador en el año 2017 y se hace una representación porcentual de cada una de las provincias respecto a la fabricación de plásticos, liderando Guayas y Pichincha con las cifras más altas.

Tabla 2*Participación provincial de fabricación de productos plásticos en 2017*

Provincias	Total 2017	%
Azuay	23	7,47
Chimborazo	5	1,62
Cotopaxi	5	1,62
El Oro	8	2,60
Guayas	118	38,31
Imbabura	2	0,65
Los Ríos	0	0,00

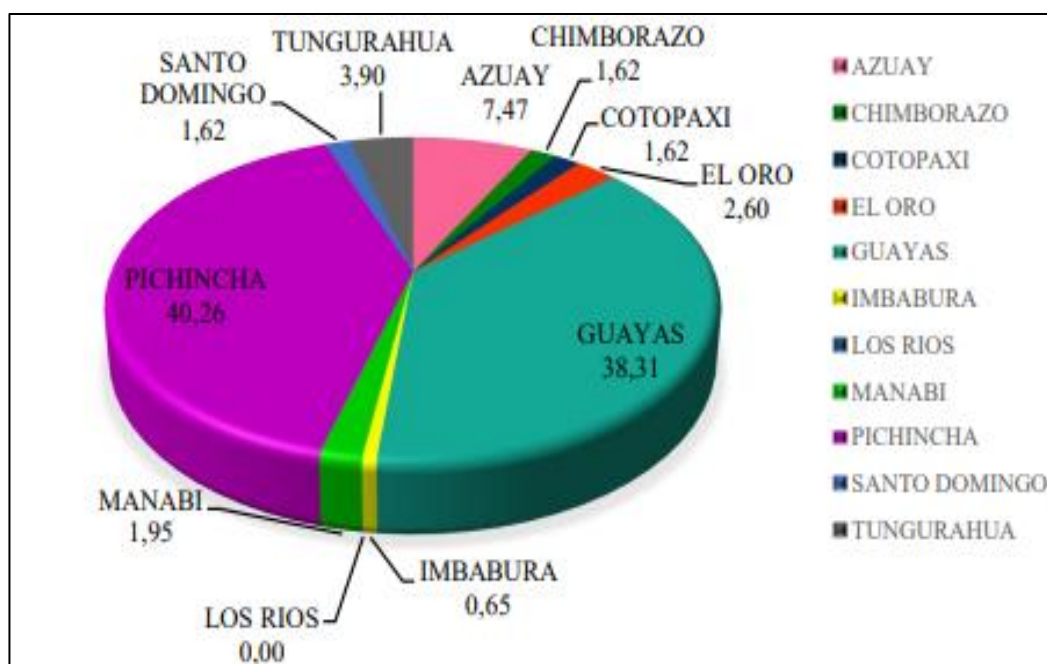
Provincias	Total 2017	%
Manabí	6	1,95
Pichincha	124	40,26
Sto. Domingo	5	1,62
Tungurahua	12	3,90
TOTAL	308	100

Nota: Laboratorio de Dinámica Laboral y Empresarial, INEC.

La figura 1 es la representación gráfica de los porcentajes obtenidos en la tabla 2.

Figura 1

Participación provincial de la fabricación de productos plásticos en 2017



Nota: Porcentaje de fabricación de bloques en las diferentes ciudades del Ecuador.

2.4 CARACTERÍSTICAS, PROPIEDADES Y CLASIFICACIÓN DEL PLÁSTICO PET.

PET (Tereftalato de polietileno): Según la revista gestoresderesiduos (2020) indica que, el PET por sus siglas en inglés significa tereftalato de polietileno, este material tiene muchas propiedades, como alta transparencia y receptividad a los tintes. Es resistente, ligero y fácilmente reciclable. Se utiliza en botellas de agua o

bebidas como las gaseosas. Solo se puede utilizar por primera vez como material de conservación de alimentos. Luego se usa para crear fibras textiles, 100% PET o empaques para artículos no alimentarios. A continuación, en la tabla 3 se enlistan las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de la materia prima del tereftalato de polietileno.

Tabla 3

Propiedades mecánicas, térmicas y químicas del tereftalato de polietileno








PROPIEDADES MECÁNICAS
Peso específico.
Resistencia a la tracción, fluencia, rotura.
Resistencia a la flexión.
Alargamiento a la rotura.
Resistencia al desgaste por roce.
PROPIEDADES TÉRMICAS
Temperatura de Fusión
Conductividad Térmica
Temperatura de deformabilidad por calor
Temperatura de ablandamiento de Vicat.
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C
PROPIEDADES QUÍMICAS
Resistencia a álcalis débiles a temperatura ambiente
Resistencia a ácidos débiles a temperatura ambiente
Comportamiento a la combustión.
Propagación de llama
Comportamiento al quemado

Nota: Propiedades mecánicas, térmicas y químicas del material.

2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

Los plásticos más comunes se clasifican con un número del 1 al 7 según la tabla 4. Estos dígitos aparecen impresos dentro de un triángulo en la mayoría de los objetos fabricados con ellos y dan información sobre su composición. Existen cientos de materiales plásticos, además de estos siete que se muestran a continuación:

Tabla 4*Clasificación de los plásticos*

Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia, medicamentos, etc.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champús, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, imitación de piel, y material de uso médico como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas de basura
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, materiales para la industria automotriz, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, envolturas para protección de alimentos, pañales desechables, etc.
	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
	Otros	Resinas epóxicas	Adhesivos e industria plástico; industria de la madera y la carpintería; elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc., espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Nota: para facilitar la recogida y clasificación de los plásticos, se ha establecido un código para indicar de qué tipo de plástico se trata, según sus siglas y de acuerdo con su uso.

2.6 BLOQUES DE HORMIGÓN

Según la norma NTE INEN 3066 (2016), los bloques de hormigón son elementos preformados a base de cemento, agua, árido fino o árido grueso, con o sin aditivos, creados según la granulometría, dosificación e ingeniería de la construcción diseñados específicamente para forma manual, con formas y dimensiones que permitan su fácil transporte, almacenamiento, manipulación y colocación. Los bloques de hormigón son livianos.

2.6.1 Fabricación de los bloques de hormigón

Para su fabricación se necesita materiales básicos usuales como la piedra pómez, arena, cemento y agua, en moldes metálicos, donde sufren un proceso de vibrado para compactar el material. Para la elaboración del bloque de hormigón se lo realiza por dos formas, de forma manual y la automatizada o industrial, sea cual sea la forma de fabricación se necesita cumplir las siguientes fases.

1. Selección de equipos, materiales y herramientas.
2. Dosificación de la mezcla.
3. mezclado de los agregados.
4. Llenado y compresión de moldes.
5. Fabricación de los bloques.
6. Curado ambiental.
7. Almacenamiento en patio descubierto.

2.6.2 Almacenamiento de los materiales

El almacenamiento incluye todas las actividades necesarias para guardar y mantener los productos desde que son fabricados o adquiridos hasta que son vendidos, es necesario para regular y compensar la oferta y demanda. Implica la adecuación de cantidades compradas y vendidas. El almacenamiento en bloques es un tipo de almacenamiento que consiste en unidades de carga apiladas en el suelo del almacén y sin el uso de estanterías, para su dosificación. El cemento debe protegerse e instalarse en un lugar seco en el suelo y las paredes.

2.7 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - NTE INEN 3066:2016-11

2.7.1 Bloques de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo

- a) **Objeto y Campo de Aplicación.** La norma técnica ecuatoriana - NTE INEN 3066:2016-11, establece los requisitos y métodos de ensayo para bloques de hormigón elaborados con cemento hidráulico, agua y agregados minerales, con o sin aditivos. Esta norma NTE INEN 3066:2016-11 no se aplica a los bloques o losas de hormigón celular hechos de materiales especiales diseñados para tener una densidad muy baja.

2.7.2 Clasificaciones de los bloques de hormigón

Estos elementos prefabricados pueden modelarse de forma diferente según el fabricante, pero están categorizados por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 3066:2016-11 para estandarizar la clasificación de los bloques huecos. Los bloques de hormigón se clasifican de acuerdo con su uso según la tabla 5.

- a) **De acuerdo con su uso**

Tabla 5

Bloques de hormigón de acuerdo con su uso

Clase	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Aliviamientos en losas

Nota: Tomado de (NTE INEN 3066:2016-11)

Los bloques de hormigón según la norma técnica ecuatoriana INEN 3066:2016-11 pueden clasificarse de acuerdo con su densidad, tipo liviano, mediano y normal, en unidades de kg/m³ como se detallan a continuación en la tabla 6.

b) De acuerdo con la densidad de los bloques de hormigón.

Tabla 6

Bloques de hormigón de acuerdo con su densidad

Tipo	Densidad del hormigón(kg/m³)
Liviano	< 1 680
Mediano	1 680 a 2 000
Normal	> 2 000

Nota: Tomado de (NTE INEN 3066:2016-11)

2.7.3 Requisitos de los bloques de hormigón

Se considera bloque de hormigón hueco cuando el área real de la superficie de apoyo es inferior al 75%, mientras que el bloque de hormigón macizo debe ser superior o igual al 75%. El bloque estructural (Clase A), utilizados en esta norma se consideran parte de los elementos de apoyo diseñados de acuerdo con los estándares de muros de apoyo. Además, puede usarse en mampostería no estructurada donde todo o parte del bloque está directamente expuesto al elemento. El bloque no portante se utiliza para separar espacios físicos, no debe soportar una carga superior a su propio peso.

2.7.4 Materiales de los bloques de hormigón

Los bloques de concreto deben estar hechos de cemento hidráulico, agregados finos y gruesos tales como: arena, grava, piedra triturada, gránulos volcánicos, piedra pómez, escoria u otro material inorgánico inerte adecuado. El cemento hidráulico que se utiliza en la fabricación de los bloques debe cumplir con los requisitos de la siguiente norma ecuatoriana: NTE INEN 2380 (2011). Los áridos que se utilicen en la fabricación de los bloques deben cumplir con los requisitos de la siguiente normativa ecuatoriana NTE INEN 872 (2011) y, además, deberán permitir cubrir los requerimientos establecidos en los diseños de mezcla. El agua utilizada en la producción de bloques de hormigón debe ser potable, libre de sustancias tóxicas significativas como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

2.7.5 Dimensiones mínimas de paredes y tabiques

Por acuerdo entre el fabricante y el comprador, los bloques de hormigón pueden fabricarse en dimensiones distintas a las especificadas en la tabla 6, sin comprometer el hecho de que estos bloques cumplan con los requisitos especificados en esta norma técnica ecuatoriana INEN 3066:2016-11. Las tolerancias máximas reales de longitud, anchura y altura deben ser de ± 3 mm de cada dimensión nominal. Para los bloques clase B y clase C, el espesor mínimo de pared y tabique debe ser de 13 mm. En la siguiente tabla 7 se muestra el área mínima normalizada de tabiques para bloques clase A y el espesor mínimo de tabiques y muros.

Tabla 7

Dimensiones mínimas de paredes y tabiques, bloques clase A

Ancho modular del bloque (mm)	Espesores mínimos de paredes y tabiques (mm)		Área mínima normalizada de tabiques (mm ² /m ²)
	Paredes	Tabiques	
	(mm)	(mm)	
≤ 100	19	19	45 140
101 a 150	25	19	45 140
> 150	32	19	45 140

Nota: Tomado de (NTE INEN 3066:2016-11)

El espesor mínimo de pared y tabique es de 13 mm para bloques de clase B y clase C. Cabe señalar que en este estudio se examinan bloques de clase B de (15 x 20 x 40) cm.

2.7.6 Dimensiones modulares y nominales

Los bloques se identifican por las dimensiones modulares y nominales de acuerdo con la siguiente tabla. Aquí se expresan la longitud, el ancho y la altura. En la tabla 8 se muestran las dimensiones modulares y dimensiones nominales del largo, ancho y altura en mm de los bloques de hormigón.

Tabla 8*Dimensiones modulares y dimensiones nominales de los bloques de hormigón*

Dimensiones modulares (Nm)			Dimensiones modulares (mm)			Dimensiones nominales (mm)		
largo	ancho	altura	largo	ancho	altura	largo	ancho	altura
4	3	2	400	300	200	390	290	190
		2,5			250			240
3	x 2	x	300	x 200	x	290	x 190	x
		1,5			150			140
2	1	1	200	100	100	190	90	90

Nota: donde: Nm es el número de medidas modulares. Tomado de la norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 3066:2016-11). La tabla que precede es un ejemplo, muestra algunas combinaciones tanto en largo, ancho y altura.

2.7.7 Absorción de agua

La absorción de agua según la norma técnica ecuatoriana NTE-INEN (3066:2016-11). Los bloques Clase A deben cumplir con la absorción de agua de acuerdo con la Tabla 9.

Tabla 9*Absorción máxima de agua en bloques clase A*

Tipo	Densidad del hormigón (kg/m ³)	Absorción de agua máxima promedio (kg/m ³)	Absorción de agua máxima por unidad (kg/m ³)
Liviano	< 1 680	288	320
Mediano	1 680 a 2 000	240	272
Normal	> 2 000	208	240

Nota: Tomado de (NTE INEN 3066:2016-11)

Para el ensayo de absorción se requiere, una muestra compuesta por tres bloques enteros sin defectos. Sumergir en agua los bloques, durante un lapso de 24 horas. Sacarlas del agua y dejarlas que escurran, retirar el agua visible de la superficie con un paño húmedo, determinar su masa y registrar el valor obtenido.

2.7.8 Resistencia a la Compresión Simple

Los bloques deberán cumplir con la resistencia a la compresión simple, establecidas en la Tabla 10.

Tabla 10

Resistencia neta mínima a la compresión en bloques de hormigón

Descripción	Resistencia Neta Mínima a La Compresión Simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
	Promedio de 3 bloques	13,8	4,0
Por bloque	12,4	3,5	1,4

1 MPa = 10,2 kg/cm²

Nota: Tomado de (NTE INEN 3066:2016)

2.8 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – NTE INEN 872:2011

2.8.1 Áridos para hormigón. Requisitos

- a) Objeto.** Esta norma establece los requisitos de granulometría y calidad para los agregados fino y grueso utilizados en el hormigón (con la excepción de los áridos de baja y de alta densidad). Para áridos de baja densidad, son las normas ASTM C 330, ASTM C 331 y ASTM C 332; para áridos de alta densidad son la norma ASTM C 637 y la norma de nomenclatura descriptiva ASTM C 638.
- b) Alcance.** Los áridos cubiertos en esta norma pueden ser gravas, piedras naturales, así como otros materiales obtenidos por trituración. Esta norma se considera adecuada para garantizar materiales satisfactorios para la mayoría de los hormigones. Esta norma puede ser más o menos exigente para ciertas regiones o trabajos, respecto a su granulometría.

2.8.2 Requisitos para el Árido Fino

- a) **Características generales.** Los agregados finos incluyen arena natural, arena manufacturada o una combinación de estos.
- b) **Gradación. Análisis Granulométrico.** El agregado fino debe ser graduado dentro de los siguientes límites. En la siguiente tabla 11 se indican las aberturas de los tamices en mm, con su respectivo porcentaje que debe pasar en la granulometría.

Tabla 11

Abertura de tamices y requisitos de % que pasa

Abertura de Tamiz (mm)	Requisitos de % que pasa
9,53	100
4,75	95 a 100
2,36	80 a 100
1,18	50 a 85
0,60	25 a 60
0,30	5 a 30
0,15	0 a 10

Nota: Tomado de *NTE INEN (872:2011)*

El agregado fino no debe tener más de 45% pasante en cualquier tamiz y se retiene en el siguiente consecutivo. Su módulo de finura no debe ser menos que el 2,3 ni mayor que 3,1. El agregado fino que no cumpla con estos requisitos de clasificación puede aceptarse siempre que el proveedor pueda demostrar al comprador o a la persona designada, que el concreto de la calidad especificada, está hecho de agregado fino, tiene propiedades relevantes más bajas que el concreto hecho con la misma composición. El árido fino de referencia debe ser seleccionado de una fuente que tenga un registro de desempeño aceptable en construcciones de hormigón similares. Para cargamentos continuos de árido fino desde una fuente dada, el módulo de finura no debe variar en más de 0,20 respecto al módulo de finura de base. El módulo de finura de base debe ser el valor típico de la fuente.

2.9 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA - NTE INEN 2380:2011-07

2.9.1 *Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos*

- a) **Objeto.** Esta norma establece los requisitos de comportamiento de los cementos hidráulicos para aplicaciones generales y especiales. Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 151.

- b) **Alcance.** Esta norma clasifica los cementos según unos requisitos específicos de comportamiento: uso general, alta resistencia inicial, resistencia al ataque de los sulfatos y al calor de hidratación. Otros requisitos provistos pueden ser aplicables a opción del comprador, tales como baja reactividad con agregados de álcali-sílice fácilmente reactivos.

2.9.2 *Clasificación de los cementos hidráulicos*

Esta norma se basa en las propiedades del cemento hidráulico relacionadas con el desempeño del concreto, incluido el desarrollo de resistencia, la resistencia a los sulfatos, el calor de hidratación y la resistencia a las reacciones álcali-sílice. El desempeño del concreto depende de varios factores, como las propiedades de otros materiales de concreto, el diseño de la mezcla, la fabricación, el manejo, el curado y las condiciones ambientales. Cuando no se especifica el tipo, se supondrá que se ha especificado el tipo GU.

- a) **Tipo GU. Para construcción en general.** El Cemento Holcim Fuerte grado GU que cumple con la normativa de la NTE INEN 2380:2011 es un cemento tipo GU de uso general que puede ser utilizado en cualquier tipo de construcción donde no se requieran las siguientes propiedades: sustancia especial. La etiqueta garantiza una reducción del 30% de las emisiones de CO₂, demostrando el compromiso con el medio ambiente.

- b) **Tipo GU.** Cuando no se requieren uno o más de los tipos especiales.
- c) **Tipo HE.** Alta resistencia inicial.
- d) **Tipo MS.** Moderada resistencia a los sulfatos.
- e) **Tipo HS.** Alta resistencia a los sulfatos.
- f) **Tipo MH.** Moderado calor de hidratación.
- g) **Tipo LH.** Bajo calor de hidratación.
- h) **Opción adicional.** La opción adicional de compra R, se aplica con cualquiera de los tipos principales listados. Cuando esta opción es requerida, su letra de designación y título debe seguir inmediatamente después de la letra de designación respectiva y título del tipo principal (por ejemplo, el tipo MS Moderada resistencia a los sulfatos (R)).
- i) **Opción R.** Baja reactividad con áridos reactivos álcali-sílice. Cuando sea ensayado para determinar la potencial reactividad con áridos reactivos.

2.9.3 Disposiciones Específicas

Información de la orden de compra. Los pedidos de cemento que cumplen con los requisitos de esta norma incluyen:

- El número y fecha de actualización de esta norma.
- Tipo de cemento requerido. Si no se especifica ningún tipo, se debe proporcionar el tipo GU.
- Cuando se desea, declarar qué opción son necesarias y certificación del fabricante, si se requiere.

2.9.4 Requisitos de los cementos hidráulicos

- a) **Composición química.** No se especifica la composición química del cemento. Sin embargo, el cemento debe analizarse con fines informativos.
- b) **Propiedades físicas.** El cemento del tipo especificado deberá cumplir con todos los requisitos físicos normalizados aplicables de la tabla 12.

Tabla 12*Requisitos físicos normalizados*

Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	GU	HE	MS	HS	MH	LH
Finura	NTE INEN 196 (2016)	A	A	A	A	A	A
Cambio de longitud por autoclave % máximo.	NTE INEN 200 (2009)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Tiempo de fraguado, método de Vicat ^B Inicial, no menos de minutos	NTE INEN 158 (2009)	45	45	45	45	45	45
Inicial, no más de minutos		420	420	420	420	420	420
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	NTE INEN 195 (2016)	c	c	c	c	c	c
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo. ^D	NTE INEN 488 (2009)	-	12	-	-	-	-
1 día		13	24	11	11	5	-
3 días		20	-	18	18	11	11
7 días		28	-	-	25	-	21
28 días							
calor de hidratación							
7 días kJ/kg (kcal/kg), máximo	NTE INEN 199 (2009)	-	-	-	-	290 (70)	250 (60)
28 días, kJ/kg (kcal/kg), máximo		-	-	-	-	-	290 (70)

Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	GU	HE	MS	HS	MH	LH
Expansión en barra de mortero 14 días, % máximo	NTE INEN 2529 (2010)	0,0 20	0,02 0	0,02 0	0,02 0	0,02	0,02
Expansión por sulfatos (resistencia a sulfatos) ^E	NTE INEN 2503 (2009)						
6 meses % máximo		-	-	0,1	0,05	-	-
1 año, % máximo		-	-	-	0,10	-	-

^A EL porcentaje retenido en el tamiz de 45 μ m (No. 325) por vía húmeda y el área de la superficie específica determinada en el equipo de permeabilidad al aire en m²/kg, ambos deben ser informados en todos los certificados de resultados requeridos al fabricante.

^B El tiempo de fraguado se refiere al tiempo de fraguado inicial en la INEN 158.

^C Se debe informar el contenido de aire en todos los certificados de resultados de ensayos requeridos al fabricante. El valor obtenido en el mortero no garantiza necesariamente que el contenido de aire en el hormigón sea el mismo.

^D Los cementos pueden ser despachados antes que estén disponibles los datos de ensayo de mayor edad. En tales casos, el valor del ensayo puede dejarse en blanco. Alternativamente, el fabricante puede proveer valores estimativos basados en datos históricos de producción. El informe debe indicar si se proporcionan tales estimaciones.

^E En los ensayos de cemento HS, no se requieren los ensayos a un año cuando el cemento cumple con el límite a 6 meses. Un cemento HS que no cumple con el límite a 6 meses, no debe ser rechazado a menos que tampoco cumpla el límite a un año.

Nota: Tomado de (NTE INEN 2380, 2011-07).

Cuando se especifican requisitos opcionales, el cemento deberá cumplir con los límites de opción aplicables de la tabla 13, según los siguientes tipos de cemento; GU (Para construcción en general. Se lo debe utilizar cuando no se requieren uno o más de los tipos especiales), HE (Alta resistencia inicial), MS (Moderada resistencia a los sulfatos), HS (Alta resistencia a los sulfatos), MH

(Moderado calor de hidratación) y LH (Bajo calor de hidratación), de acuerdo con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2380:2011 de ensayo aplicable. El desempeño del hormigón depende de varios factores, tales como las características de otros materiales del hormigón, diseño de mezcla, producción, manejo, curado y condiciones ambientales. Para las propiedades de desempeño del hormigón, incluyendo permeabilidad.

Tabla 13

Requisitos físicos opcionales

Tipo de cemento	Norma de ensayo aplicable	GU	HE	MS	HS	MH	LH
Opción R. Baja reactividad con áridos reactivos álcali - sílice ^F . Expansión a:	NTE						
	INEN 867 (2009)						
14 días, % máximo		0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
56 días, % máximo		0,060	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
Falso fraguado, penetración final, % mínimo	NTE						
	INEN 875 (2009)	50	50	50	50	50	50
Resistencia a la compresión, ^G	NTE						
	INEN 488 (2009)	-	.	28	-	22	-
28 días, MPa, mínimo							
Contracción por secado	NTE						
	INEN 1508 (2010)	G	G	G	G	G	G

^F No se debe solicitar el cumplimiento de este requisito a menos que el cemento vaya a ser utilizado con áridos reactivos con álcalis.

^G A pedido de comprador, se debe suministrar datos sobre la contracción por secado.

Nota: Tomado de (NTE INEN 2380, 2011-17)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Desde el punto de vista de Balestrini Acuña (2006, p. 125) señala que, el marco metodológico, alude al conjunto de procedimientos lógicos; tecno-operacionales implícitos en todo proceso de investigación, con el objetivo de ponerlos en manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. En otras palabras, es el programa por seguir para recolectar, ordenar y analizar la información, así poder interpretar los resultados con respecto a la problemática investigada. El objetivo de estudio es conocer la factibilidad de la implementación de un nuevo material de construcción, como es el bloque de hormigón con agregado de plástico reciclado, se analizarán los aspectos para la construcción de viviendas con mampostería no estructural.

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo

Teniendo en cuenta a Arichábala Martínez y Terán Narváez (2014, p. 16), el trabajo de investigación por su finalidad será de tipo aplicada, ya que se espera una aplicación futura en la provincia de Santa Elena, para contribuir en la solución de la problemática provocada por la contaminación que genera el plástico en el medio ambiente.

3.1.2 Nivel

El estudio será correlacional, porque el trabajo de investigación tiene una variable que es dependiente a dos variables; y un estudio correlacional precisamente es aquel que se encarga a analizar la relación que existe entre dos variables, la variable dependiente e independiente, además tiene bases para poder predecir y parcialmente tiene un valor explicativo, corresponde a una correlación positiva.

3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Método

El presente trabajo de investigación utilizará el método analítico que se caracteriza por estar basado en hechos reales comprobables, verifica los hechos a partir de experimentación y aplicación de instrumento con alto grado de validez y confiabilidad, lleva un proceso de retroalimentación que le permite cambiar lo que se tiene por verdad a partir de evidencia que lo establezcan. Evalúa el proceso de las técnicas de recolección de la información que le permiten lograr conclusiones lo más concretas y veraz posible.

3.2.2 Enfoque

El enfoque de la investigación será cuantitativo, porque es el que mejor que se adapta a las características y necesidades del presente trabajo. Citando a Sampieri Hernández y Lucio Baptista (2003, p. 10), este tipo de enfoque utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar la hipótesis establecida previamente. Parte del estudio se enfocará en el cálculo de la inversión necesaria para el proyecto, comparando con los precios de los bloques pómez 9, victoria 9 y bloques de hormigón con agregados de plástico, para la construcción de una vivienda con mampostería no estructural.

3.2.3 Diseño

El diseño de la investigación es de tipo experimental, porque en el estudio se manipularán intencionalmente las dos variables independientes para conocer y analizar los efectos o consecuencias que producen en la variable dependiente. Se analizará los procedimientos y gestión para la construcción a través del análisis de la factibilidad económica, con los bloques pómez 9, victoria 9 y bloques de hormigón con agregados de plástico para la construcción de una vivienda con mampostería no estructural de bloque de hormigón tipo liviano.

3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1 Población

Según Levin y Rubin (2004, p. 236) los especialistas en estadística usan la palabra población para referirse a todos los elementos que han sido escogidos para su estudio, acerca de los cuales se intenta sacar conclusiones. Los datos de la población para los bloques Pómez 9 y Victoria 9 se los obtiene de los distribuidores locales. Para el bloque de hormigón con plástico triturado los datos serán obtenidos de los bloques con 4,2 % de PET del peso del hormigón.

3.3.2 Muestra

En palabras de Díaz De León (2022, p. 6), el estudio de la muestra es una parte de la población, también puede definirse como un subgrupo de la población, en el presente trabajo de investigación se realizaron muestras para realizar los ensayos de resistencia a la compresión simple, fabricadas de manera manual las siguientes muestras de bloques de hormigón:

- 4 bloques con 4,2 % de PET del peso del hormigón.
- 4 bloques con 4,2 % con PET en forma cuadrada y rectangular
- 2 bloque con 1 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloque con 2 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloque con 10 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloque con 20 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloque con 25 % de PET del peso del hormigón.

3.3.3 Muestreo

En el trabajo se toma un muestreo probabilístico, de tipo aleatorio simple. De acuerdo con Espinoza Salvadó (2016, p. 5), el muestreo simple al azar de cada sujeto tiene una probabilidad igual de ser seleccionado para el estudio. Se escogieron tres muestras de cada ítem en forma aleatorias del mercado de bloques

Pómez 9 y Victoria 9 de los distribuidores locales de la Península. Se fabricaron bloques de hormigón con plástico triturado en las siguientes proporciones.

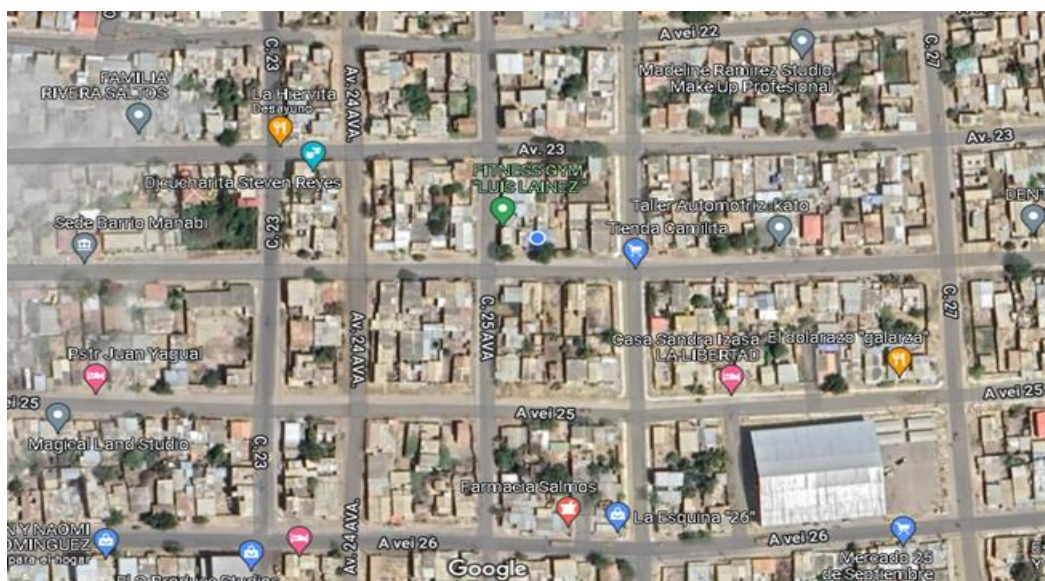
- 2 bloques con 4,2 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloques con 4,2 % con PET en forma cuadrada y rectangular del peso del hormigón.
- 2 bloques con 1 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloques con 2 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloques con 10 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloques con 20 % de PET del peso del hormigón.
- 2 bloques con 25 % de PET del peso del hormigón.

3.4 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, está ubicado en el barrio Manabí del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena. la figura 2 se visualiza la ubicación del terreno, tomado del Google Maps, donde se construirá la vivienda de 123 m², utilizando para su construcción bloques de hormigón con plástico triturado, según la norma NTE-INEN 3066:2016-11.

Figura 2

Ubicación. Santa Elena-La Libertad



Nota: Tomado de *Google Maps*.

3.5 METODOLOGÍA DEL O.E.1.: VERIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE-INEN 3066:2016-11 DE UN BLOQUE DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

3.5.1 Procesos Descriptivos y Experimentales

- a) **Procesos Descriptivos.** Se hizo uso de estos procesos para realizar la clasificación, definición y caracterización del objeto de estudio mediante revisiones bibliográficas, y así poder conocer las características físicas y mecánicas material utilizado (plástico PET, es decir tereftalato de polietileno), posteriormente aprovechar sus propiedades tanto físicas en la elaboración de los bloques de hormigón para mampostería no estructural.
- b) **Procesos Experimentales.** En el estudio los procesos experimentales se distribuyen en dos fases, en primera instancia se obtienen los materiales granulares y las muestras de plásticos, basados en bibliografías se elije la dosificación que obtuvo los mejores resultados, y una vez realizada la dosificación adecuada se continuó con el diseño de los bloques de hormigón con agregados de plástico PET (tereftalato de polietileno) y en el laboratorio de suelos se realizaron los ensayos de las arenas. Luego se procedió a construir los bloques de hormigón con los diferentes porcentaje de PET (tereftalato de polietileno) triturado, y posteriormente a su análisis comparativo entre el bloque fabricado con residuos de plástico versus los bloques comunmente usados en obras de construcción en la provincia (bloque de hormigón hueco hecho en máquina manual, bloques Pómez 9 y Victoria 9). Se verificaron las diferencias físico-mecánicas de los bloques elaborados con los que generalmente son adquiridos en franquicias de materiales de construcción, finalmente se realizó un análisis de la factibilidad económica para construir una vivienda, con cada uno objetos en estudio.

3.5.2 Proceso de Elaboración de los Bloques

Bloques de plástico reciclado: Los bloques se fabrican vertiendo una mezcla de cemento, arena y agregados finos en moldes metálicos, donde sufren un proceso de compactación de los materiales. Es habitual el uso de aditivos en la mezcla para modificar sus propiedades de resistencia.

- a) **Materiales para la elaboración de los bloques de hormigón con plástico triturado.** En la tabla 14 se enlistan los materiales y herramientas utilizados para la fabricación de los bloques de hormigón, para luego preparar mezclar con los demás agregados.

Tabla 14

Materiales y herramientas para la fabricación de los bloques de hormigón

Materiales y herramientas	Figura	Usos
Máquina trituradora		Máquina trituradora elaborada con una pulidora, tarro de lata y pedazos de madera, para triturar los plásticos recolectados y realizar la fabricación de los bloques.
Plástico triturado		Plásticos triturados utilizados para la elaboración de bloques.
Máquina manual para hacer bloques		Máquina para la fabricación de los bloques realizados con los agregados de plásticos reciclados.

Materiales y herramientas	Figura	Usos
Compactador		Herramienta para compactar el bloque.
Balde de agua		Balde para agregar el agua y realizar la mezcla utilizada en cada bloque.
Pala		Herramienta para mezclas las arenas, cemento y plásticos.
Tableros		Pedazos de madera utilizados para la elaboración de los bloques.
Arenas		Arena chasqui, arena de mar y arena negra, utilizadas en la mezcla con el plástico triturado.
Cemento HOLCIM		Cemento Holcim Tipo GU utilizado en los bloques. Ver ficha técnica en Anexo

Nota: Materiales para la fabricación de los bloques de hormigón con agregado de plástico triturado.

- b) **Peso de los bloques de hormigón.** Con el uso de una balanza utilizada en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería, se determina el peso en kilogramos de cada uno de los modelos del bloque Pómez 9 de 4,80 kg, bloque Victoria 9 de 6,92 kg, bloque de plástico triturado de 7,60 kg y bloque común de 7,24 kg mostrados en la figura 3:
- Cemento: 4.84kg
 - Plástico triturado, cuadrados 0.5x0.5 cm, rectángulo 0.5x 1.5cm: 1.133 kg y Agua: 3.78 kg

Figura 3

Peso de Bloques

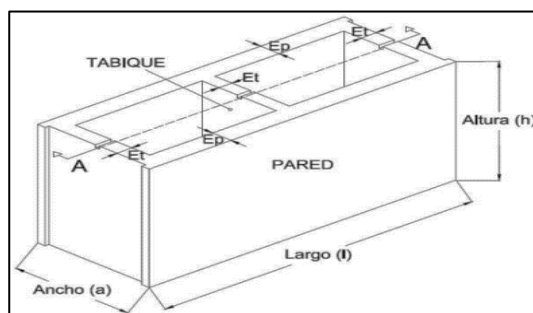


Nota: Pesos realizados en la balanza del laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Con resultados del bloque Pómez 9 de 4,80 kg, Victoria 9 de 6,92 kg, Plástico triturado de 7,60 kg y bloque común de 7,24 kg.

- c) **Medidas de bloques.** La figura 4 es la representación gráfica de un bloque hueco, mostrando la nomenclatura de sus partes, donde se detalle la nomenclatura del bloque.

Figura 4

Medidas del bloque



Nota: Medidas del bloque (NTE INEN 3066, 2016)

Con el calibrador y un flexómetro se procede a tomar las medidas de cada bloque, tanto los industriales adquiridos en la distribuidora de materiales de construcción (bloque Pómez 9 y bloque Victoria 9), como los distintos bloques fabricados de manera artesanal, con las muestras de plástico en forma rectangular y forma cuadrangular, y con los diferentes porcentajes de plástico triturado.

3.5.3 Dosificación para la fabricación de los bloques PET

En la tabla 15 se presenta la dosificación en kg y porcentaje para la fabricación del bloque con el de plástico triturado.

Tabla 15

Dosificación de los porcentajes de plástico para los bloques PET

Materiales									
% Plástico		Arena Chasqui		Arena Negra		Arena De Mar		Cemento	
kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
0,11	1%	2,054	19,57	2,743	26,13	3,928	37,42	1,668	15,89
0,21	2%	2,033	19,37	2,715	25,86	3,889	37,05	1,651	15,73
1,34	4%	5,96	18,92	7,96	25,27	11,4	36,2	4,84	15,37
1,05	10%	1,867	17,78	2,494	23,76	3,571	34,02	1,516	14,44
2,10	20%	1,66	15,81	2,217	21,11	3,175	30,24	1,348	12,84
2,63	25%	1,556	14,82	2,078	19,79	2,976	28,35	1,264	12,04

Nota: pesos utilizados de cada agregado para la fabricación del bloque PET.

3.5.4 Ensayo de los bloques Pómez 9

- a) **Datos generales del Bloque Pómez 9.** En la tabla 16 se detallan las medidas de las paredes y el tabique del bloque pómez 9, específicamente, largo, ancho, alto y sus espesores.

Tabla 16

Medidas del Bloque Pómez 9

Bloque Pómez 9		
	cm	m
L = Largo	37	0,37
h = Altura	18	0,18
a = Ancho	8,5	0,085
Ep = Espesor de pared	2	0,02
Et = Espesor tabique	1,6	0,016
Hueco	largo	10
	ancho	4,7
	altura	16

Nota: Medidas tomadas con el calibrador.

- b) **Cálculo del área de contacto del bloque Pómez 9.** En la tabla 17 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque Pómez 9, sumando el área de pared más el área de tabiques.

Tabla 17

Área del bloque Pómez 9

Área de contacto	=	Área de pared	+	Área de tabiques
Área de contacto	=	0,0148	+	0,003008
Área de contacto	=	0,017808 m ²		
Área de contacto	=	178,08 cm ²		

Nota: El área calculada del bloque Pómez 9 es de 178,08 cm²

- c) **Cálculo del volumen del bloque Pómez 9.** En la tabla 18 se realiza el cálculo del volumen del bloque Pómez 9.

Tabla 18*Volumen del bloque Pómez 9*

Volumen	=	A	*	H
Volumen	=	0,017808	*	0,18
Volumen	=	0,00320544 m ³		3205,44cm ³

Nota: El volumen calculado del bloque Pómez 9 es de 3205,44 cm³.

- d) **Cálculo de la densidad del bloque Pómez 9.** En la tabla 19 se realiza el cálculo de densidad del bloque Pómez 9.

Tabla 19*Densidad del bloque Pómez 9*

Densidad del bloque Pómez 9		
Masa	4,8	Kg
volumen	0,003205	m ³
D=m/v	1497,65991	kg/m ³

Nota: La densidad del bloque Pómez 9 es de 1497,65991 kg/ m³.

3.5.5 Ensayo de los bloques Victoria 9

- a) **Datos generales del Bloque Victoria 9.** En la tabla 20 se detallan las medidas de las paredes y el tabique del bloque Victoria 9.

Tabla 20*Medidas del bloque Victoria 9*

Bloque Victoria 9		
L = Largo		39,2 cm
h = Altura		19,5 cm
a = Ancho		9,2 cm
Ep = Espesor de pared		2,4 cm
Et = Espesor tabique		2,1 cm
	Largo	10,2 cm
Hueco	Ancho	4,6 cm
	Altura	17,4 cm

Nota: Medidas del bloque Victoria 9, tomadas con el calibrador.

- b) **Cálculo del área de contacto del bloque Victoria 9.** En la tabla 21 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque Victoria 9, sumando el área de pared, más el área de tabiques

Tabla 21

Área de bloque Victoria 9

Área de contacto del bloque Victoria 9			
Área de contacto	=	Área de pared	+ Área de tabiques
Área de contacto	=	0,018816	+ 0,003864
Área de contacto	=	0,02268 m ²	
Área de contacto	=	226,8 cm ²	

Nota: El área calculada del bloque Victoria 9 es de 226,8 cm².

- c) **Cálculo del volumen del bloque Victoria 9.** En la tabla 22 se realiza el cálculo del volumen del bloque Victoria 9.

Tabla 22

Volumen de bloque Victoria 9

Volumen del bloque Victoria 9			
Volumen	=	A	* H
Volumen	=	0,02268	* 0,195
Volumen	=	3205,44 cm ³	
Volumen	=	0,0044226 m ³	

Nota: El volumen calculado del bloque Victoria 9 es de 3205,44 cm³.

- d) **Cálculo de la densidad de bloque Victoria 9.** En la tabla 23 se realiza el cálculo de densidad del bloque Victoria 9.

Tabla 23

Densidad de bloque Victoria 9

Densidad del bloque Victoria 9		
Masa	6,92	Kg
volumen	0,004423	m ³
D=m/v	1564,54895	kg/ m ³

Nota: La densidad del bloque Victoria 9 es de 1564,54895 kg/ m³.

3.5.6 Ensayo de los bloques de hormigón con 4,2 % de PET triturado

- a) **Datos generales del Bloque de hormigón con 4,2% de PET triturado.** En la tabla 24 se detallan las medidas de las paredes y el tabique del bloque con plástico triturado, específicamente, largo, ancho, alto y sus espesores.

Tabla 24

Medidas del Bloque con plástico 4,2 % de plástico triturado

Bloque de hormigón con 4,2 % de PET triturado			
L = Largo		39,5 cm	0,395 m
h = Altura		19,7 cm	0,197 m
a = Ancho		8 cm	0,08 m
Ep = Espesor de pared		2 cm	0,02 m
Et = Espesor tabique		3,2 cm	0,032 m
Hueco	largo	9,3 cm	0,093 m
	ancho	4 cm	0,04 m
	Altura	17	0,177

Nota: Medidas del bloque de hormigón con plástico triturado, tomadas con el calibrador.

- b) **Cálculo del área de contacto del bloque con plástico triturado.** En la tabla 25 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque con PET triturado.

Tabla 25

Área de bloque con 4,2 % de PET triturado

Área de contacto	=	Área de pared	+	Área de tabiques
Área de contacto	=	0,0158	+	0,00512
Área de contacto	=	0,02092 m ²		
Área de contacto	=	209,2 cm ²		

Nota: Cálculo realizado del área total del bloque con 4, 2 % de PET triturado es de 209,2 cm².

- c) **Cálculo del volumen del bloque con 4,2 % de PET triturado.** En la tabla 26 se realiza el cálculo del volumen del bloque con PET triturado.

Tabla 26

Volumen de bloque con PET triturado

Volumen	=	A	*	H
Volumen	=	0,02092	*	0,197
Volumen	=	0,00412124 m ³		4121,24 cm ³

Nota: Cálculo realizado del volumen del bloque de hormigón con PET triturado es de 4121,24 cm³.

- d) **Cálculo de la densidad de bloque con 4,2 % de PET triturado.** En la tabla 27 se realiza el cálculo de la densidad del bloque con PET triturado.

Tabla 27

Densidad de bloque con 4,2 % de PET triturado

Densidad del bloque con 4,2 % de PET triturado		
Masa	6,79	Kg
volumen	0,004121	m ³
D=m/v	1647,65834	kg/m ³

Nota: Cálculo realizado de la densidad del bloque triturado es 1647,65834 kg/m³

3.5.7 Ensayo de los bloques de hormigón con PET en forma cuadrada y rectangular

Luego, se procede a cambiar la forma del agregado haciendo que los trozos del PET tengan un perfil cuadrado aproximado de 0,5cm x 0,5cm. De igual manera se confecciona una muestra donde el agregado adquiera un área rectangular con dimensiones aproximadas de 0,5cm x 1,5 cm que reemplazarán el material triturado. Para esto se utiliza la misma proporción de los otros materiales en la mezcla con plástico triturado para fabricar los bloques de manera artesanal con las nuevas muestras (PET en forma cuadrada y rectangular).

- a) **Datos generales del bloque de hormigón con 4,2% de PET cuadrangular.** En la tabla 28 se detallan las medidas de las paredes y el tabique del bloque de hormigón con plástico cuadrangular, específicamente, largo, ancho, alto y sus espesores.

Tabla 28

Medidas del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Cuadrangular

Bloque de hormigón con 4,2 % de PET cuadrangular			
L = Largo		39,5 cm	0,395 m
h = Altura		19,5 cm	0,197 m
a = Ancho		8 cm	0,08 m
Ep = Espesor de pared		2 cm	0,02 m
Et = Espesor tabique		3,3 cm	0,032 m
Hueco	largo	9,2 cm	0,093 m
	ancho	4,1 cm	0,04 m
	altura	18 cm	0,177 m

Nota: Medidas del bloque de hormigón con 4,2 % de PET cuadrangular, tomadas con el calibrador.

- b) **Cálculo del área de contacto del bloque de hormigón con 4,2% de PET cuadrangular.** En la tabla 29 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque de hormigón con 4,2% de PET cuadrangular, sumando el área de pared, más el área de tabiques.

Tabla 29

Área del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Cuadrangular

Área de contacto del bloque de hormigón con 4,2% de PET triturado			
Área de contacto	=	Área de pared	+ Área de tabiques
Área de contacto	=	0,0158	+ 0,005412
Área de contacto	=	0,021212 m ²	
Área de contacto	=	212,12 cm ²	

Nota: Cálculo realizado del área de contacto del bloque de hormigón con 4,2% de PET cuadrangular es de 212,12 cm².

- c) **Cálculo del volumen del bloque de hormigón con 4,2 % de PET cuadrangular.** En la tabla 30 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque PET cuadrangular.

Tabla 30

Volumen del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Cuadrangular

Volumen	=	A	*	H
Volumen	=	0,021212	*	0,195
Volumen	=	0,00413634 m ³		
Volumen	=	4136,34 cm ³		

Nota: Cálculo realizado del volumen del bloque PET cuadrangular es de 4136,34 cm³.

- d) **Cálculo de la densidad del bloque con 4,2% PET cuadrangular.** En la tabla 31 se realiza el cálculo de la densidad del bloque PET cuadrangular.

Tabla 31

Densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET Cuadrangular

Densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET Cuadrangular		
Masa	5,978	kg
volumen	0,004136	m ³
D=m/v	1445,35783	kg/m ³

Nota: Cálculo realizado de la densidad del bloque con PET cuadrangular es de 1445,35783 kg/m³

3.5.8 Ensayo del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular

- a) **Datos generales del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular.** En la tabla 32 se detallan las medidas de las paredes y el tabique del bloque de hormigón con 4,2 % de plástico rectangular, específicamente, largo, ancho, alto y sus espesores.

Tabla 32*Medidas del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Rectangular*

Bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular		
cm		
L = Largo		39,5
h = Altura		19,6
a = Ancho		8
Ep = Espesor de pared		2
Et = Espesor tabique		3,2
Hueco	Largo	9,3
	Ancho	4,1
	Altura	17,6

Nota: Medidas del bloque de hormigón con PET rectangular, tomadas con el calibrador.

- b) **Cálculo del área de contacto del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular.** En la tabla 33 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque PET rectangular.

Tabla 33*Área del bloque de hormigón con 4,2% de PET Rectangular*

Área de contacto del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular			
Área de contacto	=	Área de pared	+ Área de tabiques
Área de contacto	=	0,0158	+ 0,005248
Área de contacto	=	0,021048 m ²	
Área de contacto	=	210,48 cm ²	

Nota: Cálculo realizado del área total del bloque de hormigón con PET rectangular es de 210,48 m².

- c) **Cálculo del volumen del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular.** En la tabla 34 se realiza el cálculo del volumen del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular.

Tabla 34*Volumen del bloque de hormigón con 4,2 % de PET Rectangular*

Volumen del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular				
Volumen	=	A	*	H
Volumen	=	0,021048	*	0,196
Volumen	=	0,00412541 m ³		
Volumen	=	4125,408 cm ³		

Nota: Cálculo realizado del volumen del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular es de 4125,408 cm³.

- d) **Cálculo de la densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular.** En la tabla 35 se realiza el cálculo de la densidad del bloque PET rectangular, dividiendo la masa con el volumen, expresado en unidades de kg/m³

Tabla 35*Densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET Rectangular*

Densidad del bloque de hormigón con 4,2 % de PET rectangular		
Masa	6,507	Kg
volumen	0,004125	m ³
D=m/v	1577,45455	kg/m ³

Nota: Cálculo realizado de la densidad del bloque de hormigón con 4,2% de PET rectangular es de 1577,45455 kg/m³.

3.5.9 Ensayos de los bloques de hormigón con porcentaje variado de PET triturado

- a) **Datos generales de los bloques de hormigón con 1% de PET, 2% de PET, 10% de PET, 20% de PET y 25% de PET triturado.** En la tabla 36 se detallan las medidas de las paredes y el tabique de los bloques de hormigón con los diferentes porcentajes de plástico triturado. Medidas tomadas con el calibrador y flexómetro.

Tabla 36*Medidas de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado*

Bloques con % de PET triturado	Dimensiones y medidas					Hueco		
	L	h	a	Ep	Et	Largo	Ancho	Altura
Bloque de hormigón con del 1 % de PET triturado	39	19,7	8,3	2	3,2	9,3	4	17,7
Bloque de hormigón con del 2%, 10%, 20% y 25 % de PET triturado	39,5	19,7	8,3	2	3,2	9,3	4	17,7

Nota: Dimensiones y medidas: L= largo (cm), h= altura, a=ancho, Ep= Espesor de pared, Et=Espesor tabique.

- b) **Cálculo del área de contacto de los bloques de hormigón con 1% de PET, 2% de PET, 10% de PET, 20% de PET y 25% de PET triturado.** En la tabla 37 se realiza el cálculo del área de contacto de los bloques de hormigón fabricados manualmente

Tabla 37*Área de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado*

Bloques con % de PET triturado	Área de pared	+	Área de tabiques	=	Área de contacto	
	m ²		m ²		m ²	cm ²
Bloques de hormigón con porcentaje del 1%, 2%, 10%, 20% y 25 % de PET triturado	0,0158	+	0,00512	=	0,0209	209,2

Nota: Cálculo realizado del área de contacto de los bloques de hormigón con diferentes porcentajes del PET triturado dan un valor de 209,2 cm².

- c) **Cálculo del volumen de los bloques de hormigón con 1% de PET, 2% de PET, 10% de PET, 20% de PET y 25% de PET triturado.** En la tabla 38 se realiza el cálculo del área de contacto del bloque PET triturado, multiplicando el área por la altura.

Tabla 38*Volumen de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado*

Bloques con % de PET triturado	Área	*	Altura	=	Volumen
	m ²		(h) m ²		m ² cm ²
Bloque de hormigón con del 1%, 2%, 10%, 20% y 25 % de PET triturado	0,02092	*	0,197	=	0,004121 4121,24

Nota: Cálculo realizado del volumen de los bloques de hormigón con diferentes porcentajes del PET triturado dan un valor de 4121,24 cm³.

- d) **Cálculo de la densidad de los bloques de hormigón con 1% de PET, 2% de PET, 10% de PET, 20% de PET y 25% de PET triturado.**
En la tabla 39 se realiza el cálculo de la densidad del bloque PET triturado.

Tabla 39*Densidades de los bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado*

Bloques con % de PET triturado	Masa	/	Volumen	=	Densidad
	kg		m ³		kg/m ³
Bloque de hormigón con del 1% de PET triturado	6,355	/	0,004121	=	1542,101
Bloque de hormigón con del 2 % de PET triturado	5.09	/	0,004121	=	1235,137
Bloque de hormigón con del 10 % de PET triturado	5.796	/	0,004121	=	1406,455
Bloque de hormigón con del 20 % de PET triturado	6.333	/	0,004121	=	1536,763
Bloque de hormigón con del 25 % de PET triturado	6.085	/	0,004121	=	1476.58

Nota: En la tabla se demuestra que los bloques de hormigón con agregado de PET triturado cumplen con la norma *NTE-NEN 3066:2016-11* para bloques de hormigón livianos. Cálculo realizado de las densidades de los bloques de hormigón con diferentes porcentajes de PET triturado.

3.5.10 Ejecución de las Pruebas a los Agregados con la norma NTE-INEN 872:2011

La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 872:2011, establece las características que un agregado debe tener para ser utilizados en la fabricación de bloques de hormigón, con la máquina manual, los procedimientos para verificar el cumplimiento de la normativa Ecuatoriana INEN 872:2011 con los ensayos realizados en el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería.

- a) **Cálculo Granulométrico (Módulo De Finura).** El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100. En la siguiente Tabla 40 se detallan los tamices a utilizar para realizar el ensayo de granulometría de los agregados finos, con sus respectivos requisitos del porcentaje que deben pasar, según indica la norma técnica ecuatoriana NTE - INEN 872:2011.

Tabla 40

Requisitos de % que pasa los límites de granulometría para el agregado fino

TAMIZ	Aberturas	Requisitos de % que pasa NTE-INEN 872:2011
3/8"	9,5 mm	100
N°4	4,75 mm	95 a 100
N°8	2,38 mm	80 a 100
N°16	1,19 mm	50 a 85
N°30	0,59 mm	25 a 60
N°50	0,3 mm	5 a 30
N°100	0,15 mm	0 a 10

Nota: Tomado de (NTE INEN 872:2011)

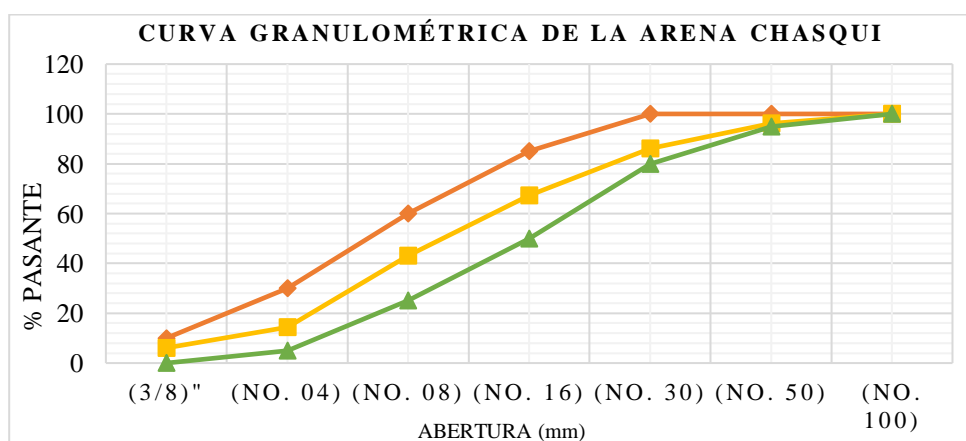
- b) **Módulo de finura de la arena chasqui.** En la tabla 41 representa la granulometría de agregado finos, cumpliendo con los tamices ya establecidos según la norma técnica ecuatoriana NTE – INEN 872:2011 con los tamices de la tabla 40.

Tabla 41*Cálculo del límite de granulometría del agregado fino- arena chasqui*

GRANULOMETRÍA NTE INEN 872:2011-ARENA CHASQUI							
TAMIZ	Abertura (mm)	Peso de muestra	Peso Retenido (%)	Peso Retenido acumulado (%)	Pasante (%)	Requisito de % que pasa	
3/8"	9,53	0	0,00	0	100,00	100	CUMPLE
N°4	4,75	20,89	4,10	4,10	95,90	95 a 100	CUMPLE
N°8	2,36	53,98	10,61	14,71	85,29	80 a 100	CUMPLE
N°16	1,18	102,09	20,06	34,77	65,23	50 a 85	CUMPLE
N°30	0,60	130,54	25,65	60,42	39,58	25 a 60	CUMPLE
N°50	0,355	154,03	30,26	90,68	9,32	5 a 30	CUMPLE
N°100	0,15	27,09	5,32	96,00	4,00	0 a 10	CUMPLE
Bandeja		20,34	4,00				
Total		508,96	100	300,69			

Nota: Arena chasqui, con sus respectivos pesos obtenidos en el ensayo de granulometría.

Según la norma técnica ecuatoriana NTE – INEN 872:2011, no se puede tener un Módulo de finura menor a 2.3 ni mayor a 3.1, por lo tanto, nuestra muestra es: 3.01 si cumple con la normativa. La figura 5 presenta las curvas de granulometría de la arena chasqui, ensayo realizado en el laboratorio de suelos.

Figura 5*Curva Granulométrica de la Arena Chasqui*

Nota: Curva de la arena chasqui realizada con el ensayo de granulometría.

- c) **Módulo de finura de la arena negra.** En la tabla 42 representa la granulometría de la arena negra detallando el porcentaje del peso retenido por cada tamiz, ordenado según las aberturas tabla 40.

Tabla 42

Cálculo del límite de granulometría del agregado fino- arena negra

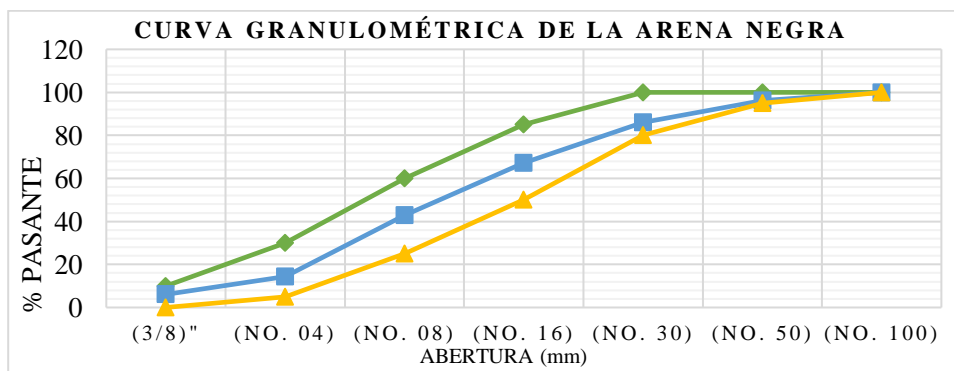
GRANULOMETRÍA - NTE INEN 872:2011 - ARENA NEGRA							
TAMIZ	Abertura (mm)	Peso de la muestra	Peso Retenido (%)	Peso Retenido acumulado (%)	Pasante (%)	Requisito de % que pasa	
3/8"	9,53	0	0,00	0	100,00	100	CUMPLE
N°4	4,75	19,62	4,38	4,38	95,62	95 a 100	CUMPLE
N°8	2,36	37,17	8,31	12,69	87,31	80 a 100	CUMPLE
N°16	1,18	45,72	10,22	22,91	77,09	50 a 85	CUMPLE
N°30	0,60	109,43	24,45	47,36	52,64	25 a 60	CUMPLE
N°50	0,355	110,28	24,64	72,01	27,99	10 a 30	CUMPLE
N°100	0,15	85,082	19,01	91,02	8,98	2 a 10	CUMPLE
Bandeja		40,18	8,98				
Total		447,482	100	250,37			

Nota: Arena negra, con sus respectivos pesos obtenidos en el ensayo de granulometría.

Módulo de finura de la arena negra es: 2,50 si cumple con la normativa. La figura 6 presenta las curvas de granulometría de la arena negra,

Figura 6

Curva Granulométrica de la arena negra



Nota: Curva de la arena negra realizada con el ensayo de granulometría.

d) **Módulo de finura de la arena fina (De mar).** En la tabla 43 representa la granulometría para agregado fino de la arena negra, para realizar el cálculo del módulo de finura.

Tabla 43

Cálculo del límite de granulometría del agregado fino- arena fina (de mar)

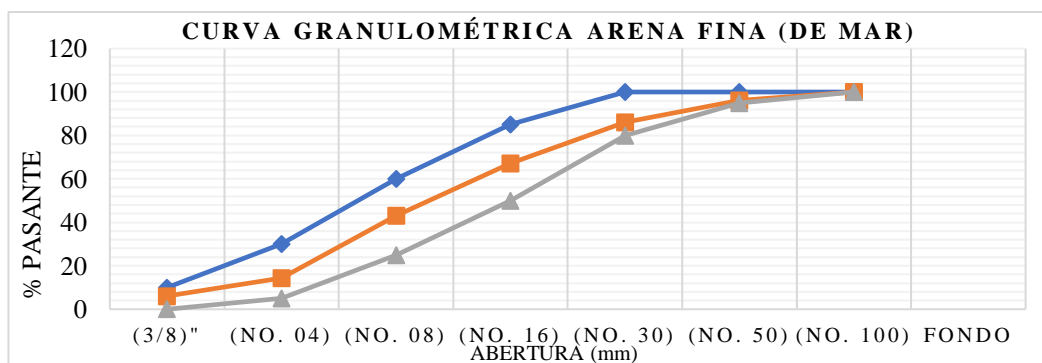
GRANULOMETRÍA (ASTM C33)-NTE INEN 872:2011-ARENA FINA							
TAMIZ	Abertura (mm)	Peso de la muestra	Peso Retenido (%)	Peso Retenido acumulado (%)	Pasante (%)	Requisito de % que pasa	
3/8"	9,53	0	0,00	0,00	100,00	100	CUMPLE
N°4	4,75	9,3	3,10	3,10	96,90	95 a 100	CUMPLE
N°8	2,36	21,85	7,29	10,39	89,61	80 a 100	CUMPLE
N°16	1,18	87,59	29,21	39,60	60,40	50 a 85	CUMPLE
N°30	0,60	75,66	25,23	64,83	35,17	25 a 60	CUMPLE
N°50	0,355	53,884	17,97	82,80	17,20	10 a 30	CUMPLE
N°100	0,15	42,25	14,09	96,89	3,11	2 a 10	CUMPLE
Bandeja		9,32	3,11				
Total		299,85	100	297,61			

Nota: Arena fina o de mar, con sus respectivos pesos obtenidos en el ensayo de granulometría.

La figura 7 presenta las curvas de granulometría de la arena fina o de mar, obteniendo un módulo de finura de 2,98, cumpliendo con la normativa 872:2011.

Figura 7

Curva Granulométrica de la arena fina (de mar)



Nota: Curva de la arena fina realizada con el ensayo de granulometría.

e) **Granulométrica del Plástico.** En la tabla 44 representa la granulometría del plástico triturado, detallando, el peso de la muestra, el porcentaje del peso retenido, el porcentaje del peso retenido acumulado y el porcentaje que pasa por cada tamiz que indica la granulometría para agregados finos.

Tabla 44

Granulometría del plástico

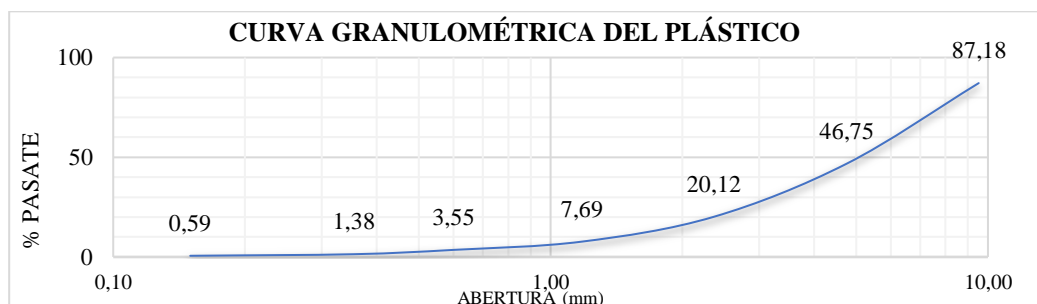
GRANULOMETRÍA DEL PLASTICO					
TAMIZ	Abertura (mm)	Peso de la muestra	Peso Retenido (%)	Peso Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3/8"	9,53	0,065	12,82	12,82	87,18
N°4	4,75	0,205	40,43	53,25	46,75
N°8	2,36	0,135	26,63	79,88	20,12
N°16	1,18	0,063	12,43	92,31	7,69
N°30	0,60	0,021	4,14	96,45	3,55
N°50	0,355	0,011	2,17	98,62	1,38
N°100	0,15	0,004	0,79	99,41	0,59
Bandeja		0,003	0,59	100	
Total		0,507	100		

Nota: Granulometría del plástico realizado con sus tamices correspondientes.

En la figura 8 representa la curva granulometría del plástico triturado de acuerdo con los porcentajes de la tabla 40.

Figura 8

Curva Granulométrica del plástico



Nota: Curva Granulométrica del plástico reciclado.

3.5.11 Contenido de Humedad

- a) **Contenido de humedad de las arenas.** En este método de ensayo se determina el contenido de humedad de las arenas, donde la reducción de masa por secado se debe a la pérdida de agua de los agregados. El proceso para obtener el % de humedad de los bloques de hormigón, es realizado en un tiempo de 24 horas de secado. A continuación, en la tabla 45, se presentan los porcentajes obtenidos en el ensayo de laboratorio.

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Tabla 45

Contenido de humedad de las arenas

Arenas	Peso Húmedo (kg)	Peso Seco (kg)	Humedad (%)
Arena Negra	1,536	1,513	101,5
Arena Chasqui	0,642	0,596	107,7
Arena de Mar	1,282	1,277	100,4

Nota: Contenido de humedad de los 3 tipos de arenas utilizadas en el bloque.

- b) **Contenido de Humedad de los Bloques.** A continuación, en la tabla 46 se presentan los porcentajes de humedad obtenidos en el ensayo de laboratorio de los bloques: Pómez 9, Victoria 9 y 4,2% de PET triturado.

Tabla 46

Contenido de humedad de los bloques

Tipo de Bloque	Peso Seco (kg)	Peso Húmedo (kg)	% de Humedad
Pómez 9	0,14289	0,162	88,2
Victoria 9	0,16692	0,298	56
4,2% PET Triturado	0,139	0,355	39,2

Nota: Contenido de humedad de los diferentes modelos de bloques: Pómez 9, Victoria 9 y 4,2% de PET triturado.

- c) **Contenido de Humedad de los Bloques de hormigón con PET.** El proceso para obtener el % de humedad de los bloques PET de área cuadrangular y rectangular, es realizado en un tiempo de 24 horas de secado. A continuación, se presentan los porcentajes obtenidos en la tabla 47.

Tabla 47

Contenido de humedad de bloques PET de área cuadrangular y rectangular

Contenido de humedad del bloque de hormigón con PET:			
PET cuadrado y PET rectangular			
Tipo de Bloque	Peso Seco (kg)	Peso Húmedo (kg)	% de Humedad
PET. cuadrado	0,22661	0,26	14,73
PET. rectangular	0,33884	0,371	9,49

Nota: Porcentajes de los contenidos de humedad de los diferentes modelos de bloques PET cuadrado y PET rectangular.

- d) **Contenido de Humedad de los Bloques variando el % de PET.** El proceso para obtener el porcentaje del contenido de humedad de los bloques es realizado en un tiempo de 24 horas de secado, en la tabla 48 se presentan los bloques de hormigón con PET triturado, variando su porcentaje en la mezcla.

Tabla 48

Contenido de humedad de los % del bloque PET

Contenido de humedad de los % del bloque PET			
Tipo de Bloque	Peso Seco (kg)	Peso Húmedo (kg)	% de Humedad
1 % PET	0,069	0,083	20,29
2 % PET	0,061	0,069	13,11
10 % PET	0,07	0,081	15,71
20 % PET	0,219	0,245	11,87
25 % PET	0,145	0,17	17,24

Nota: Porcentajes de los contenidos de humedad de los diferentes tipos de bloques de hormigón con diferentes % de PET triturado: 1% PET, 2% PET, 10% PET, 20% PET y 25% PET triturado.

3.6 METODOLOGÍA DEL O.E.2.: COMPARACION DEL PRESUPUESTO DE UNA VIVIENDA UTILIZANDO BLOQUES DE HORMIGÓN CON PLÁSTICO TRITURADO, BLOQUE PÓMEZ 9 Y VICTORIA 9

Para conocer qué bloque conviene utilizar en el ámbito económico; se realiza el presupuesto de construcción de la vivienda que se adjunta en el anexo 8. En el décimo rubro referente a la mampostería se utiliza el bloque Pómez 9, Victoria 9 y bloque de hormigón con 4,2 % de plástico triturado.

3.6.1 *Análisis de precios unitarios de vivienda con bloque de hormigón de 4,2 % plástico triturado*

La tabla 49 se determina el costo total del rubro de limpieza y desbroce en unidad de un metro cuadrado de terreno.

Tabla 49

Rubro de Limpieza y desbroce

NOMBRE DEL PROponente					
VIVIENDA CON BLOQUE 4,2% PET					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 1	UNIDAD:	m ²			
DETALLE	LIMPIEZA Y DESBROCE				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor					\$ 0,008
5 % M/O					
Retroexcavadora	1	\$ 35	\$ 35	0,0200	\$ 0,70
SUBTOTAL M=					\$ 0,71
MANO DE OBRA					

DESCRIPCIÓN (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	1	\$ 3,62	\$ 3,62	0,02	\$ 0,07
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,02	\$ 0,08
SUBTOTAL N =					\$ 0,15
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					\$ 0,86
INDIRECTOS Y UTILIDAD				30,00%	\$ 0,26
COSTO TOTAL DEL RUBRO =					\$ 1,12

Nota: El costo total del rubro de limpieza y desbroce es de \$1,12.

La tabla 50 corresponde al rubro número dos; se determina que cuesta \$0,97 trazar y replantar un metro cuadrado de terreno.

Tabla 50

Trazado y replanteo

NOMBRE DEL PROPONENTE		VIVIENDA CON BLOQUE 4,2% PET			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 2	DETALLE: TRAZADO Y REPLANTEO			UNIDAD: m ²	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,02
equipo topográfico	1	\$ 4,00	\$ 4,00	0,04	\$ 0,16
SUBTOTAL M =					\$ 0,18
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORÍAS)		B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	1	\$ 3,62	\$ 3,62	0,04	\$ 0,14
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,00	\$ 0,02
Topógrafo	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,04	\$ 0,16
Cadenero	1	\$ 3,66	\$ 3,66	0,04	\$ 0,15
SUBTOTAL N =					\$ 0,47
MATERIALES					

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Tablas de encofrado semidura	U	0,007	\$ 5,00	\$ 0,033
Cuartón semiduras	U	0,017	\$ 3,00	\$ 0,050
Pintura de caucho	U	0,000	\$15,62	\$0,0039
Clavo 2"x8	Lb	0,002	\$ 0,85	\$0,0017
Cementina (25 Kg)	U	0,0001	\$ 1,60	\$0,0001
SUBTOTAL O =				\$ 0,089
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				\$ 0,74
INDIRECTOS Y UTILIDAD			30%	\$ 0,22
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 0,97
VALOR OFERTADO				\$ 0,97

Nota: El valor ofertado del rubro de trazado y replanteo es de \$0,97.

La tabla número 51 pertenece al rubro tres, se analiza el precio unitario de la excavación a máquina para el proyecto. Según lo detallado el trabajo se realizará con retroexcavadora y se concluye que costará \$0,82 excavar un metro cuadrado de terreno con la maquinaria mencionada.

Tabla 51

Excavación a máquina

NOMBRE DEL		VIVIENDA CON BLOQUE 4,2% PET			
PROPONENTE:					
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	3	UNIDAD	m ²		
DETALLE:	EXCAVACIÓN A MÁQUINA				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,0032
Retroexcavadora	1	\$ 35	\$ 35	0,0160	\$ 0,5600
SUBTOTAL M =					\$0,563
MANO DE OBRA					

DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD A	JORNAL /HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	1	\$ 3,62	\$ 3,62	0,0160	\$ 0,0579
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,0016	\$ 0,0065
SUBTOTAL N =					\$ 0,0644
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					\$ 0,6276
INDIRECTOS Y UTILIDAD			30%		\$ 0,1883
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 0,8159
VALOR OFERTADO					\$ 0,82

Nota: Rubro de excavación a máquina, se obtiene un valor ofertado de \$0,82

La tabla 52 pertenece al rubro número cuatro, se analiza el relleno hidratado y compactado con material importado, de acuerdo con lo detallado el trabajo se realizará con un compactador manual y cuesta \$ 14,72 rellenar y compactar un metro cúbico de terreno.

Tabla 52

Relleno hidratado y compactado

NOMBRE DEL PROYECTO:		VIVIENDA CON BLOQUE 4,2% PET			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: 4	UNIDAD: m ³				
DETALLE:	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,14
Compactador manual	1	\$ 3,75	\$ 3,75	0,36	\$ 1,36
SUBTOTAL M:					\$ 1,50
MANO DE OBRA					

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CATEGORIAS	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	2	\$ 3,62	\$ 7,24	0,36	\$ 2,63
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,04	\$ 0,15
SUBTOTAL N:					\$ 2,78

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Cascajo mediano y fino	m ³	1,25	\$ 5,50	\$ 6,88
Agua	m ³	0,15	\$ 1,08	\$ 0,16
SUBTOTAL O:				\$ 7,04

TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) \$ 11,32

INDIRECTOS Y UTILIDAD 30% \$ 3,40

COSTO TOTAL DEL RUBRO \$ 14,72

VALOR OFERTADO = \$ 14,72

Nota: Rubro del relleno hidratado y compactado con material importado, se obtiene un valor ofertado de \$ 14,72.

La tabla 53 corresponde al rubro 5, se analiza el costo del metro cúbico de replantillo con $F'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ de resistencia y se determina que cuesta \$7,17 colocar un metro cúbico de replantillo en el terreno.

Tabla 53

Replantillo=140kg/cm² e=0,05

RUBRO: 5	UNIDAD: m ³
DETALLE	REPLANTILLO =140Kg/cm ² e=0,05

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIEN TO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,08
Concretera de un saco	1	\$ 5,00	\$ 5,00	0,0571	\$ 0,29
Riel sup. sin malla puerta corrediza nat. 6,40 mts.		18,9800			
SUBTOTAL M =					\$ 0,37

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIEN TO	COSTO
(CATEGORIAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	5	\$ 3,62	\$ 18,10	0,0571	\$ 1,03
Albañil (estr.ocp. D2)	2	\$ 3,66	\$ 7,32	0,0571	\$ 0,42
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,0571	\$ 0,23
SUBTOTAL N =					\$ 1,68

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento 50 kg	u	16,667	\$ 0,16	\$ 2,61
Piedra $\frac{3}{4}$	u	0,043	\$ 12,00	\$ 0,51
Arena	u	0,033	\$ 10,00	\$ 0,33
Agua	u	0,009	\$ 1,08	\$ 0,01
SUBTOTAL O =				\$ 3,46

TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) \$ 5,51

INDIRECTOS Y UTILIDAD 30% \$ 1,65

COSTO TOTAL DEL RUBRO \$ 7,17

Nota: Costo total del rubro del replantillo = 140Kg/cm^2 e=0,05 es de \$7,17.

La tabla 54 corresponde al rubro 6, se analiza el costo del metro cúbico de hormigón con resistencia de $F'c= 210\text{ Kg/cm}^2$ para ser usado en cimentación, pilares y vigas; se determina que cuesta \$ 297,43 colocar un metro cúbico de hormigón armado para los elementos estructurales.

Tabla 54

Hormigón $F'c= 210\text{ kg/cm}^2$ (cimentación, pilares y vigas)

RUBRO: 6 HORMIGÓN $F'c= 210\text{ Kg/cm}^2$ (CIMENTACIÓN, PILARES Y VIGAS) U: m^3

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 2,76
Concreteira de un saco	1	\$ 5,00	\$ 5,00	1,6667	\$ 8,33

Vibrador de manguera	1	\$ 3,75	\$ 3,75	1,6667	\$ 6,25
SUBTOTAL M:					\$ 17,34

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CATEGORIAS	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	5	\$ 3,62	\$ 18,10	1,67	\$ 30,17
Albañil (estr.ocp. D2)	2	\$ 3,66	\$ 7,32	1,67	\$ 12,20
Carpintero (estr.ocp. D2)	1	\$ 3,66	\$ 3,66	1,67	\$ 6,10
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	1,67	\$ 6,77
SUBTOTAL N:					\$ 55,23

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento tipo GU (50 Kg)	Kg	400,00	\$ 0,16	\$ 62,56
Piedra 3/4"	m ³	0,90	\$ 22,00	\$ 19,80
Arena	m ³	0,60	\$ 20,00	\$ 12,00
Agua	m ³	0,20	\$ 1,50	\$ 0,30
Tablas de encofrado semidura	u	6,02	\$ 5,00	\$ 30,09
Cuartón semiduras	u	7,58	\$ 3,00	\$ 22,75
Tira de encofrado semiduras	u	2,97	\$ 1,50	\$ 4,46
Clavo 2"x8	lb	5,00	\$ 0,85	\$ 4,25
SUBTOTAL O =				\$ 156,21

TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P) \$ 228,79

INDIRECTOS Y UTILIDAD 30% \$ 68,64

COSTO TOTAL DEL RUBRO \$ 297,43

Nota: Costo total del rubro del hormigón F'c= 210Kg/cm² (cimentación, pilares y vigas) es de \$297,43.

En la tabla 55 se describe detalladamente el rubro 7 correspondiente al acero de refuerzo de resistencia a la fluencia $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$. Según lo detallado en la tabla, el rubro incluye el alambre # 18. Se obtiene un valor ofertado de \$ 1,74 para colocar un kilogramo de acero de refuerzo.

Tabla 55

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ (inc. Alambre # 18)

RUBRO: 7	UNIDAD	Kg			
DETALLE	ACERO DE REFUERZO $FY=4200 \text{ Kg/cm}^2$ (inc. Alambre # 18)				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,015
Cortadora- dobladora	1,000	\$ 0,500	\$ 0,500	0,0265	\$ 0,0130
SUBTOTAL M =					\$ 0,0280
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIAS)	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	2,000	3,620	\$ 7,240	0,0265	\$ 0,1920
Fierrero (estr.ocp. D2)	1,000	3,660	\$ 3,660	0,0265	\$ 0,0970
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	4,060	\$ 4,060	0,0027	\$ 0,0110
SUBTOTAL N =					\$ 0,3000
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	Kg	1,050	0,9200	\$ 0,9660	
Alambre recocido#18	Kg	0,032	1,500	\$ 0,0473	
SUBTOTAL O =				\$ 1,0133	
TOTAL, COSTO DIRECTOS $X=(M+N+O+P)$					\$ 1,3413
INDIRECTOS Y UTILIDAD				30%	\$ 0,4024
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 1,7437
VALOR OFERTADO					\$ 1,74

Nota: Costo total del rubro del acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ (inc. Alambre # 18) es de \$1,74.

La tabla 56 corresponde al rubro 8, se analiza el costo del metro cuadrado de contrapiso con espesor de $e=10 \text{ cm}$, y resistencia de $F'c= 180 \text{ Kg/cm}^2$. Se determina que cuesta \$ 20,09 colocar un metro cuadrado de contrapiso en el terreno.

Tabla 56*Contrapiso e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm²*

NOMBRE DEL PROPONENTE:		VIVIENDA CON BLOQUE 4,2% PET			
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	8	UNIDAD:	m ²		
DETALLE	Contrapiso e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm ²				
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,29
Concretera de un saco	1	\$ 5,00	\$ 5,00	0,2000	\$ 1,00
SUBTOTAL M:					\$ 1,29
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORIAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	5	\$ 3,62	\$ 18,10	0,20	\$ 3,62
Albañil (estr.ocp. D2)	2	\$ 3,66	\$ 7,32	0,20	\$ 1,46
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,20	\$ 0,81
SUBTOTAL N =					\$ 5,90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo GU (50 kg)	Kg	35,000	\$ 0,16	\$ 5,47	
Piedra 3/4"	m ³	0,080	\$ 22,00	\$ 1,76	
Arena	m ³	0,050	\$ 20,00	\$ 1,00	
Agua	m ³	0,018	\$ 1,50	\$ 0,03	
SUBTOTAL O =				\$ 8,26	
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					\$ 15,45
INDIRECTOS Y UTILIDAD				30%	\$ 4,64
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 20,09

Nota: Costo total del rubro del Contrapiso e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm² es de \$20,09.

La tabla 57 corresponde al rubro 9, se analiza el costo del metro cúbico de muro de hormigón ciclópeo con resistencia de $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$; según lo detallado el muro está conformado por 60% hormigón y 40% piedra. Se determina que cuesta \$ 122,722 colocar un metro cubico de hormigón ciclópeo en el terreno.

Tabla 57

Muro de hormigón ciclópeo $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ (60% hormigón y 40% piedra)

RUBRO: 9		UNIDAD: m^3			
DETALLE		MURO DE HORMIGON CICLOPEO F'C=180 kg/cm^2 (60% HORMIGON Y 40% PIEDRA)			
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 %					\$ 1,42
M/O					
Concretera de un saco	1	\$ 5,00	\$ 5,00	0,96	\$ 4,80
SUBTOTAL					\$6,22
M =					
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
CATEGORIA	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	5	\$ 3,62	\$ 18,10	0,96	\$ 17,38
Albañil (estr.ocp. D2)	2	\$ 3,66	\$ 7,32	0,96	\$ 7,03
Maestro (estr.ocp. C1)	1	\$ 4,06	\$ 4,06	0,96	\$ 3,90
SUBTOTAL					\$ 28,30
N =					
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo GU (50 kg)	kg	210,00	\$ 0,16	\$ 32,84	
Piedra 3/4"	m^3	0,54	\$ 22,00	\$ 11,88	

Arena	m ³	0,30	\$ 20,00	\$ 6,00
Agua	m ³	0,11	\$ 1,50	\$ 0,16
Piedra base	m ³	0,60	\$ 15,00	\$ 9,00
SUBTOTAL				\$ 59,89
O =				
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				\$ 94,4018
INDIRECTOS Y UTILIDAD			30%	\$ 28,3205
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 122,722

Nota: Costo total del rubro del Contrapiso e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm² es de \$122,722.

La tabla 58 corresponde al rubro 10, se analiza el costo del metro cuadrado de paredes de bloque con espesor de e=9 cm y se determina que cuesta \$ 14,43 colocar un metro cuadrado de pared utilizando el bloque de hormigón con 4,2% de plástico triturado.

Tabla 58

Paredes de bloque e=9 cm

RUBRO: 10	DETALLE: PAREDES DE BLOQUE e=9 cm				U: m ²
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,22
SUBTOTAL M:					\$ 0,22
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	1,000	\$ 3,62	\$ 3,62	0,57	\$ 2,06
Albañil (estr.ocp. D2)	1,000	\$ 3,66	\$ 3,66	0,57	\$ 2,08
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	\$ 4,06	\$ 4,06	0,06	\$ 0,23
SUBTOTAL N =					\$ 4,36

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
Cemento tipo GU (50kg)	kg	8,33	\$ 0,16	\$ 1,30
Arena	m ³	0,02	\$ 20,00	\$ 0,40
Agua	m ³	0,01	\$ 1,50	\$ 0,01
Bloque PET	u	12,00	\$ 0,37	\$ 4,44
Acero de refuerzo fy=4200	kg	0,40	\$ 0,92	\$ 0,37
kg/cm ²				
SUBTOTAL O =				\$ 6,52
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				\$ 11,10
INDIRECTOS Y UTILIDAD 30%				\$ 3,33
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 14,43
VALOR OFERTADO				\$ 4,43

Nota: Costo total del rubro de las paredes de bloque e=9 cm. es de \$ 14,43.

3.6.2 Análisis de precios unitarios de vivienda con bloque Victoria 9

En la sección anterior se adjuntaron los nuevos primeros Análisis de precios unitarios para la construcción de la vivienda, cabe recalcar que al ser la misma planta arquitectónica; la mayoría de los precios unitarios son similares al utilizar los tres bloques: bloque de hormigón con 4,2% de plástico triturado, bloque pómez 9 y bloque victoria 9. El cambio se realiza al utilizar los datos de cada elemento en el décimo rubro referente a paredes.

A continuación, la tabla número 59 pertenece al rubro número diez referente a paredes de bloques con espesor e= 9cm, se puede apreciar cómo cambia el precio unitario de pared utilizando bloque victoria 9 para la mampostería; el valor ofertado varía por la dependencia del precio del material y de la cantidad de unidades que se necesitan para cubrir un metro cuadrado de pared. En el rubro se detallan los costos de la mano de obra, la cantidad y precio de cada material utilizado para construir la pared de bloque; finalmente se determina que cuesta \$14,58 construir un metro cuadrado de mampostería utilizando el bloque victoria 9.

Tabla 59*Paredes de bloque e=9 cm.*

RUBRO: 10	DETALLE: PAREDES DE BLOQUE e=9 cm			U: m ²	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
			HORA		
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor 5 % M/O					\$ 0,22
SUBTOTAL M =					\$ 0,22
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
		/HR	HORA		
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón (estr.ocp. E2)	1,000	\$ 3,62	\$ 3,62	0,57	\$ 2,06
Albañil (estr.ocp. D2)	1,000	\$ 3,66	\$ 3,66	0,57	\$ 2,08
Maestro (estr.ocp. C1)	1,000	\$ 4,06	\$ 4,06	0,06	\$ 0,23
SUBTOTAL N =					\$ 4,36
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
			UNIT.		
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo I(50kg)	kg	8,33	\$ 0,16	\$ 1,30	
Arena	m ³	0,02	\$ 20,00	\$ 0,40	
Agua	m ³	0,01	\$ 1,50	\$ 0,01	
Bloque	u	13,00	\$ 0,35	\$ 4,55	
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	0,40	\$ 0,92	\$ 0,37	
SUBTOTAL O =				\$ 6,63	
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)					\$ 11,21
INDIRECTOS Y UTILIDAD 30%					\$ 3,36
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 14,576
VALOR OFERTADO					\$ 14,58

Nota: Costo total del rubro de las paredes de bloque e=9 cm. es de \$14,58.

3.6.3 Análisis de precios unitarios de vivienda con bloque Pómez 9

En la siguiente tabla 60 se detalla cómo cambia el rubro número diez utilizando los datos del bloque Pómez 9 en la mampostería.

Tabla 60

Paredes de bloque e=9 cm.

PRECIO UNITARIO DE VIVIENDA CON BLOQUE PÓMEZ 9					
RUBRO: 10	DETALLE: PAREDES DE BLOQUE e=9 cm				U: m ²
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta menor					\$ 0,22
5 % M/O					
SUBTOTAL M =					\$ 0,22
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL	COSTO	RENDIMIENTO	COSTO
(CATEGORÍAS)	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1,000	\$ 3,62	\$ 3,62	0,57	\$ 2,06
(estr.ocp. E2)					
Albañil (estr.ocp.	1,000	\$ 3,66	\$ 3,66	0,57	\$ 2,08
D2)					
Maestro (estr.ocp.	1,000	\$ 4,06	\$ 4,06	0,06	\$ 0,23
C1)					
SUBTOTAL N:					\$ 4,36
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cemento tipo GU (50kg)	kg	8,33	\$ 0,16	\$ 1,30	
Arena	m ³	0,02	\$ 20,00	\$ 0,40	
Agua	m ³	0,01	\$ 1,50	\$ 0,01	
Pómez	u	14,00	\$ 0,25	\$ 3,5	

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm ²	kg	0,40	\$ 0,92	\$ 0,37
SUBTOTAL O =				\$ 5,58
TOTAL, COSTO DIRECTOS X=(M+N+O+P)				\$10,16
INDIRECTOS Y UTILIDAD 30%				\$ 3,05
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$13,21
VALOR OFERTADO				\$13,21

Nota: Costo total del rubro de las paredes de bloque e=9 cm. es de \$ 13,21.

3.6.4 Presupuesto de vivienda con bloque de hormigón 4,2 % de plástico triturado

A continuación, se adjunta el presupuesto referencial para construir la vivienda utilizando el bloque de hormigón con 4,2% de plástico triturado en la mampostería.

Tabla 61

Presupuesto de vivienda con bloque de hormigón de 4,2% de PET

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	ESPECIFICACIÓN	UN	CANT.	PRECIO	PRECIO
				UNITARIO USD	TOTAL USD
PRELIMINARES					
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m ²	250	\$ 1,12	\$ 280
2	TRAZADO Y REPLANTEO	m ²	123	\$ 0,97	\$ 119,31
MOVIMIENTO DE TIERRA					
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m ³	86,10	\$ 0,82	\$ 70,60
4	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	m ³	49,20	\$ 14,72	\$ 724,22

ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm ² e=0,05	m ²	11,34	\$ 7,17	\$ 81,31
6	HORMIGÓN F'C= 210Kg/cm ² (cimentación, pilares y vigas)	m ³	12,10	\$ 297,43	\$ 3.597,42
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm ² (inc. Alambre # 18)	Kg	1.757,73	\$ 1,74	\$ 3.058,46
8	CONTRAPISO e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm ²	m ²	49,20	\$ 20,09	\$ 988,43
9	MURO DE HORMIGÓN CICLÓPEO F'C=180 Kg/cm ² (60% HORMIGÓN Y 40% PIEDRA)	m ³	11,40	\$ 122,72	\$ 1.399,01

MAMPOSTERÍA

10	PAREDES DE BLOQUE e=9 cm.	m ²	213,06	\$ 13,21	\$3.074,46
11	ENLUCIDO DE PAREDES PILARETES Y VIGUETAS	m ²	427,62	\$ 7,82	\$ 3.343,99
12	10 X 20 cm. F'C=210 Kg/cm ²	ML	44,90	\$ 12,56	\$ 563,94

ACABADOS

13	EMPASTE	m ²	427,62	\$ 4,48	\$1.915,74
14	PINTURA (No incl. empaste)	m ²	427,62	\$ 3,84	\$1.642,06
15	CERÁMICA	m ²	37,19	\$ 24,13	\$ 897,39
16	PISO DE PORCELANATO	m ²	101,88	\$ 35,22	\$ 3.588,04
17	PUNTO DE LUZ DE 110 V PUNTO DE	PTO	12,00	\$ 33,13	\$ 397,56
18	TOMACORRIENTE DE 110 V	PTO	16,00	\$ 39,63	\$ 634,08
19	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE 50 MMM	PTO	4,00	\$33,78	\$ 135,12

20	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2	PTO	10,00	\$ 34,05	\$ 340,50
21	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE 110 MMM	PTO	3,00	\$ 47,98	\$ 143,94
22	PUERTA DE LAUREL 0,70x2,00 EN BAÑOS CHAPA INCLUIDA	U	3,00	\$ 97,00	\$ 291,00
23	PUERTA MADERA DE 0,90x2,00 INGRESO PRINCIPAL CHAPA INCLUIDA	U	1,00	\$ 134,50	\$ 134,50
24	PUERTAS DE LAUREL DE 0,80x2,00 PARA DORMITORIO INCLUIDO CHAPAS	U	4,00	\$ 102,60	\$ 410,40
25	VENTANA VIDRIO TEMPLADO EN FACHADA 2,5 x 18	m ²	4,30	\$ 114,19	\$ 491,02
26	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 1,5x 1,5	m ²	10,80	\$ 67,54	\$ 729,43
27	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 0,5x 0,6	m ²	3,60	\$ 45,32	\$ 163,15
28	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 0,5x 1,5	m ²	4,00	\$ 64,90	\$ 259,60
29	DUCHA ARTICULADA COMPLETA	U	3,00	\$ 21,00	\$ 63,00
30	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	U	3,00	\$ 50,00	\$ 150,00
31	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	3,00	\$ 41,27	\$ 123,81
32	FREGADERO DE COCINA SUMINISTRO E	U	1,00	\$ 56,00	\$ 56,00
33	INSTALACIÓN DE CAJA DE BREAKER INCLUIDO	U	1,00	\$ 52,08	\$ 52,08
34	CUBIERTA ETERNIT	m ²	148,00	\$ 22,63	\$ 3.349,24
TOTAL				\$ 33.268,81	

Nota: Presupuesto de vivienda con bloque de 4,2% de PET triturado da un valor de \$ 33.268,81.

3.6.5 Presupuesto de vivienda con bloque victoria 9

El presupuesto con cada tipo de bloque presenta variación que está relacionada al décimo rubro de la mampostería. A continuación, en la tabla 62 se adjunta el presupuesto referencial de la construcción de la vivienda utilizando bloques victoria 9 para las paredes. Se determina que con este material se debe invertir \$ 33.300,76.

Tabla 62

Presupuesto de vivienda con bloque Victoria 9

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	ESPECIFICACIÓN	UN.	CANT.	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
PRELIMINARES					
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m ²	250	\$ 1,12	\$ 280
2	TRAZADO Y REPLANTEO	m ²	123	\$ 0,97	\$ 119,31
MOVIMIENTO DE TIERRA					
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m ³	86,10	\$ 0,82	\$ 70,60
4	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	m ³	49,20	\$ 14,72	\$ 724,22
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN					
5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm ² e=0,05	m ²	11,34	\$ 7,17	\$ 81,31
6	HORMIGÓN F'C= 210Kg/cm ² (cimentación, pilares y vigas)	m ³	12,10	\$ 297,43	\$ 3.597,42
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm ² (inc. Alambre # 18)	Kg	1.757,73	\$ 1,74	\$ 3.058,46
8	CONTRAPISO e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm ²	m ²	49,20	\$ 20,09	\$ 988,43
9	MURO DE HORMIGÓN CICLÓPEO F'C=180 Kg/cm ² (60% HORMIGÓN Y 40% PIEDRA)	m ³	11,40	\$ 122,72	\$ 1.399,01

MAMPOSTERÍA					
10	PAREDES DE BLOQUE e=9 cm.	m ²	213,06	\$ 13,21	\$ 3.106,41
11	ENLUCIDO DE PAREDES	m ²	427,62	\$ 7,82	\$ 3.343,99
12	PILARETES Y VIGUETAS 10 X 20 CM. F'C=210 Kg/cm ²	ML	44,90	\$ 12,56	\$ 563,94
ACABADOS					
13	EMPASTE	m ²	427,62	\$ 4,48	\$ 1.915,74
14	PINTURA (No incl. empaste)	m ²	427,62	\$ 3,84	\$ 1.642,06
15	CERÁMICA	m ²	37,19	\$ 24,13	\$ 897,39
16	PISO DE PORCELANATO	m ²	101,88	\$ 35,22	\$ 3.588,04
17	PUNTO DE LUZ DE 110 V	PTO	12,00	\$ 33,13	\$ 397,56
18	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 110 V	PTO	16,00	\$ 39,63	\$ 634,08
19	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE 50 mm	PTO	4,00	\$33,78	\$ 135,12
20	PUNTO DE AGUA POTABLE ½	PTO	10,00	\$ 34,05	\$ 340,50
21	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE 110 MMM	PTO	3,00	\$ 47,98	\$ 143,94
22	PUERTA DE LAUREL 0,70x2,00 EN BAÑOS CHAPA INCLUIDA	U	3,00	\$ 97,00	\$ 291,00
23	PUERTA MADERA DE 0,90x2,00 INGRESO PRINCIPAL CHAPA INCLUIDA	U	1,00	\$ 134,50	\$ 134,50
24	PUERTAS DE LAUREL DE 0,80x2,00 PARA DORMITORIO INCLUIDO CHAPAS	U	4,00	\$ 102,60	\$ 410,40
25	VENTANA VIDRIO TEMPLADO EN FACHADA 2,5 x 18	m ²	4,30	\$ 114,19	\$ 491,02
26	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 1,5x 1,5	m ²	10,80	\$ 67,54	\$ 729,43
27	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 0,5x 0,6	m ²	3,60	\$ 45,32	\$ 163,15

	VENTANA CORREDIZA				
28	DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 0,5x 1,5	m ²	4,00	\$ 64,90	\$ 259,60
29	DUCHA ARTICULADA COMPLETA	U	3,00	\$ 21,00	\$ 63,00
30	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	U	3,00	\$ 50,00	\$ 150,00
31	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	3,00	\$ 41,27	\$ 123,81
32	FREGADERO DE COCINA SUMINISTRO E	U	1,00	\$ 56,00	\$ 56,00
33	INSTALACIÓN DE CAJA DE BREAKER INCLUIDO	U	1,00	\$ 52,08	\$ 52,08
34	CUBIERTA ETERNIT	m ²	148,00	\$ 22,63	\$ 3.349,24
TOTAL				\$ 33.300,76	

Nota: Presupuesto de vivienda con bloque Victoria 9 es un total de **\$ 33.300,76**.

3.6.6 Presupuesto de vivienda con bloque Pómez 9

A continuación, se detalla el presupuesto para la construcción de la vivienda utilizando el bloque pómez 9 en las paredes. De los tres tipos de bloques empleados se determina que con el bloque pómez 9 se hace la menor inversión; para ejecutar la obra se requiere de \$ 33.008,87.

Tabla 63

Presupuesto de vivienda con bloque Pómez 9

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
RUBRO	ESPECIFICACIÓN	UN	CANT.	PRECIO	PRECIO
				UNITARIO USD	TOTAL USD
PRELIMINARES					
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m ²	250	\$ 1,12	\$ 280
2	TRAZADO Y REPLANTEO	m ²	123	\$ 0,97	\$ 119,31

MOVIMIENTO DE TIERRA					
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m ³	86,10	\$ 0,82	\$ 70,60
4	RELLENO HIDRATADO Y COMPACTADO CON MATERIAL IMPORTADO	m ³	49,20	\$ 14,72	\$ 724,22
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN					
5	REPLANTILLO F'C=140 Kg/cm ² e=0,05	m ²	11,34	\$ 7,17	\$ 81,31
6	HORMIGÓN F'C= 210 Kg/cm ² (cimentación, pilares y vigas)	m ³	12,10	\$ 297,43	\$ 3.597,42
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm ² (inc. Alambre # 18)	Kg	1.757,73	\$ 1,74	\$ 3.058,46
8	CONTRAPISO e= 10cm. F'c= 180 Kg/cm ²	m ²	49,20	\$ 20,09	\$ 988,43
9	MURO DE HORMIGÓN CICLÓPEO F'C=180 Kg/cm ² (60% HORMIGÓN Y 40% PIEDRA)	m ³	11,40	\$ 122,72	\$1.399,01
MAMPOSTERÍA					
10	PAREDES DE BLOQUE e=9 cm.	m ²	213,06	\$ 13,21	\$ 2.814,52
11	ENLUCIDO DE PAREDES PILARETES Y VIGUETAS	m ²	427,62	\$ 7,82	\$ 3.343,99
12	10 X 20 CM. F'C=210 Kg/cm ²	ML	44,90	\$ 12,56	\$ 563,94
ACABADOS					
13	EMPASTE	m ²	427,62	\$ 4,48	\$ 1.915,74
14	PINTURA (No incl. empaste)	m ²	427,62	\$ 3,84	\$ 1.642,06
15	CERÁMICA	m ²	37,19	\$ 24,13	\$ 897,39
16	PISO DE PORCELANATO	m ²	101,88	\$ 35,22	\$ 3.588,04
17	PUNTO DE LUZ DE 110 V PUNTO DE	PTO	12,00	\$ 33,13	\$ 397,56
18	TOMACORRIENTE DE 110 V	PTO	16,00	\$ 39,63	\$ 634,08
19	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE 50 MMM	PTO	4,00	\$33,78	\$ 135,12

20	PUNTO DE AGUA POTABLE ½	PTO	10,00	\$ 34,05	\$ 340,50
21	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE 110 MMM	PTO	3,00	\$ 47,98	\$ 143,94
22	PUERTA DE LAUREL 0,70x2,00 EN BAÑOS CHAPA INCLUIDA	U	3,00	\$ 97,00	\$ 291,00
23	PUERTA MADERA DE 0,90x2,00 INGRESO PRINCIPAL CHAPA INCLUIDA	U	1,00	\$ 134,50	\$ 134,50
24	PUERTAS DE LAUREL DE 0,80x2,00 PARA DORMITORIO INCLUIDO CHAPAS	U	4,00	\$ 102,60	\$ 410,40
25	VENTANA VIDRIO TEMPLADO EN FACHADA 2,5 x 18	m²	4,30	\$ 114,19	\$ 491,02
26	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 1,5x 1,5	m²	10,80	\$ 67,54	\$ 729,43
27	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 0,5x 0,6	m²	3,60	\$ 45,32	\$ 163,15
28	VENTANA CORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO 6mm 0,5x 1,5	m²	4,00	\$ 64,90	\$ 259,60
29	DUCHA ARTICULADA COMPLETA	U	3,00	\$ 21,00	\$ 63,00
30	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	U	3,00	\$ 50,00	\$ 150,00
31	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	3,00	\$ 41,27	\$ 123,81
32	FREGADERO DE COCINA SUMINISTRO E	U	1,00	\$ 56,00	\$ 56,00
33	INSTALACIÓN DE CAJA DE BREAKER INCLUIDO	U	1,00	\$ 52,08	\$ 52,08
34	CUBIERTA ETERNIT	m²	148,00	\$ 22,63	\$ 3.349,24
TOTAL				\$ 33.008,87	

Nota: Presupuesto de la construcción de una vivienda con bloque Pómez 9 es un total de **\$ 33.008,87**.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos en el estudio, que son los siguientes:

- a. Datos conseguidos en los ensayos realizados a los bloques fabricados para la investigación, con la finalidad de verificar que los bloques con PET cumplan con la normativa INEN 3066:2016-11
- b. Evaluación del elemento fabricado en comparación a los bloques Pómez 9 y Victoria 9.
- c. Presentación de los resultados del análisis económico.

4.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE LOS BLOQUES

4.1.1 Ensayo a la compresión simple de los bloques Pómez 9, Victoria 9 y 4.2% de PET triturado

En la tabla 64 se compara los cuatro modelos de bloques, se puede afirmar que el tipo victoria presenta la mayor resistencia a la compresión con 5,02 MPa, seguido del bloque con PET triturado con 3,545 MPa, ambos prototipos cumplieron con lo requerido en la norma, mientras que el bloque Pómez 9 no obtuvo la resistencia de 3,5 MPa que se indica en la norma NTE-INEN 3066:2016-11. En Tabla 64 se muestran los datos obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión simple de los bloques tipo Pómez 9 y Victoria 9, en comparación con los bloques de hormigón con plástico triturado. en la tabla 51 se muestra que el bloque con plástico cumple con la resistencia mínima que sugiere la norma NTE- INEN 3066:2016-11. El ensayo se realizó en el laboratorio de suelo de la facultad de Ingeniería.

Tabla 64*Prueba a la compresión simple de los bloques*

Ensayo de laboratorio de resistencia a la compresión simple			
Trabajo:	Trabajo de Integración Curricular “Análisis comparativo de la factibilidad económica para la construcción de una vivienda usando bloques con agregados de plástico reciclado, bloques Pómez 9 y Victoria 9”		
	Tipo de bloque		
	PÓMEZ	VICTORIA	TRITURADO
Fecha de fabricación	30/5/2022	30/5/2022	30/5/2022
Fecha de rotura	21/6/2022	21/6/2022	21/6/2022
Edad (días)	21	21	21
Carga (KN)	47,05	113,86	74,18
Resistencia (kg/cm ²)	26,94	51,19	36,15
Resistencia (MPa)	2,642	5,02	3,545
Masa (gr)	4800	6920	6790
Área de contacto (cm ²)	178,08	226,8	209,2
Espesor (cm)	2	2,4	2
Volumen (cm ³)	3205,44	4422,6	4121,24
Peso unitario (g/cm ³)	1,50	1,56	1,65

Nota: Cálculo de prueba a la compresión de los bloques Pómez 9, bloque Victoria 9, Bloque de hormigón con 4,2% de PET.

4.1.2 Ensayos de resistencia a la compresión de los bloques con PET en forma rectangular y cuadrado

Según la figura 65, de los tres modelos de bloques hechos de manera artesanal usando mezclas de hormigón con agregado de plástico reciclado PET, se llega al razonamiento de que, sólo el elemento que tiene plástico triturado, supera levemente 3,5 MPa que es la resistencia mínima que se indica en la norma ecuatoriana NTE-INEN 3066:2016-11, mientras que los dos restantes (muestra de PET rectangular y PET cuadrangular) no lo alcanzaron y están por debajo del límite.

Tabla 65*Prueba a la compresión simple de los bloques 4,2% PET*

Ensayo de laboratorio de resistencia a la compresión simple		
Trabajo:	Trabajo de Integración Curricular “Análisis comparativo de la factibilidad económica para la construcción de una vivienda usando bloques con agregados de plástico reciclado, bloques Pómez 9 y Victoria 9”	
Fecha:	23/6/2022	
	Tipo de bloque	
	RECTÁNGULO	CUADRADO
Fecha de fabricación	23/6/2022	23/6/2022
Fecha de rotura	14/7/2022	14/7/2022
Edad (días)	21	21
Carga (KN)	38,81	24,5
Resistencia (kg/cm ²)	19,26	12,15
Resistencia (MPa)	1,889	1,192
Masa (gr)	6507	5978
Área de contacto (cm ²)	205,4	205,2
Espesor (cm)	2,1	2,1
Volumen (cm ³)	5201,25	5201,25
peso unitario (g/cm ³)	1,25	1,15

Nota: Resistencia de los bloques PET rectangular y cuadrado.

4.1.3 Ensayo a la compresión simple de bloques de hormigón variando el porcentaje del agregado plástico triturado.

En la tabla 66 se presentan los datos del ensayo a compresión simple de los bloques con diferentes porcentajes de plástico triturado: 1%, 2%, 10%, 20% y 25%. La tabla cuenta con los datos generales: edad de los bloques de hormigón en días, carga aplicada en kilo newton, peso en gramos, peso unitario en gramos sobre centímetro cúbicos, volumen en centímetros cúbicos, área en centímetro cuadrados y la resistencia de los bloques en kilogramos sobre centímetros cuadrados.

Tabla 66*Prueba a la compresión simple de los bloques PET*

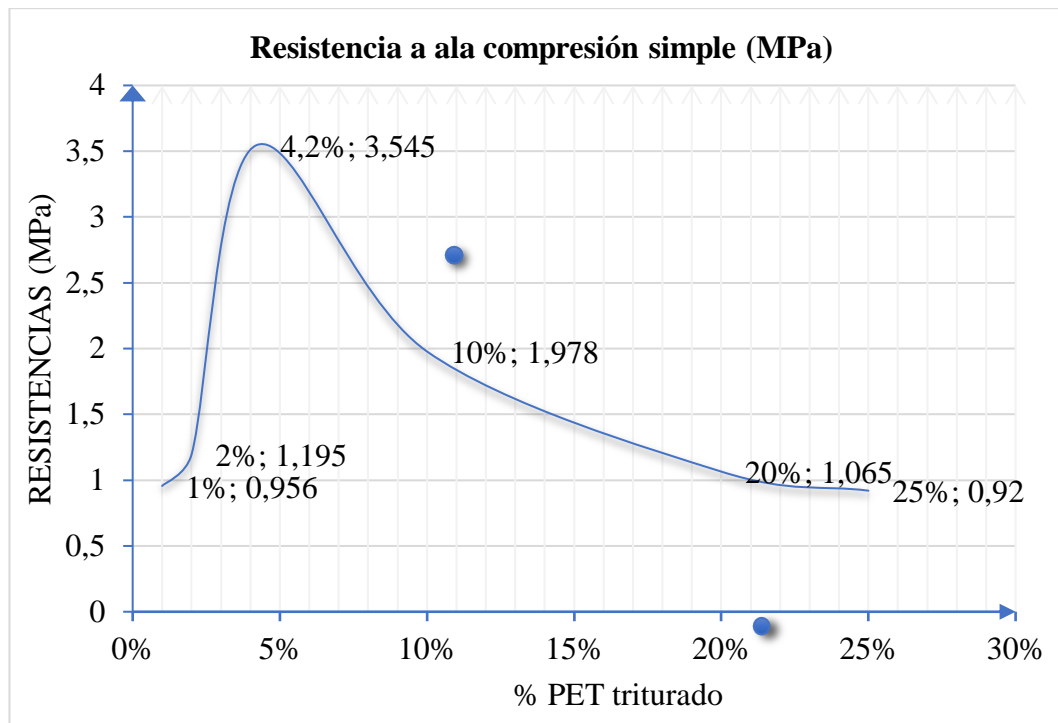
Ensayo de laboratorio de resistencia a la compresión simple						
Trabajo:	Trabajo de Integración Curricular “Análisis comparativo de la factibilidad económica para la construcción de una vivienda usando bloques con agregados de plástico reciclado, bloques Pómez 9 y Victoria 9”					
Fecha:	1/8/2022					
TIPO DE BLOQUE CON % DE PET						
	1% PET	2% PET	4,20%	10% PET	20% PET	25% PET
Fecha de fabricación	13/7/202	13/7/202	13/7/202	13/7/202	13/7/202	13/7/202
Fecha de rotura	1/8/2022	1/8/2022	1/8/2022	1/8/2022	1/8/2022	1/8/2022
Edad (días)	21	21	21	21	21	21
Carga (KN)	20	25	74,2	41,4	22,3	19,3
Resistencia (kg/cm ²)	9,75	12,19	36,15	20,17	10,86	9,38
Resistencia (MPa)	0,956	1,195	3,545	1,978	1,065	3,545
Masa (gr)	6355	5090	6790	5796	6333	6085
Área de contacto (cm ²)	178,08	226,8	209,2	221,96	209,2	205,4
Espesor (cm)	2	2	2	2	2	2
Volumen (cm ³)	4121	4121	4121,24	4121	4121	4121
peso unitario (g/cm ³)	1,54	1,24	1,65	1,41	1,54	1,48

Nota: Muestra resistencia de los bloques de hormigón con PET con diferentes porcentajes de plástico: 1% PET, 2% PET, 10% PET, 20% PET y 25% PET.

La figura 9 representa la relación entre el porcentaje de plástico que contiene un bloque y de las resistencias obtenidas por el mismo.

Figura 9

Representación gráfica de las Resistencias.



Nota: Resistencias obtenidas de las diferentes dosificaciones del plástico reciclado. Muestra de bloque de hormigón con 1% de PET=0,956Mpa, bloque de hormigón con 2% de PET=1,195Mpa, bloque de hormigón con **4,2% de PET=3,545**, bloque de hormigón con 10% de PET=1,978Mpa, bloque de hormigón con 20% de PET=1,065Mpa y bloque de hormigón con 25% de PET=0,92.

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA USANDO BLOQUES PET

4.2.1 Comparación de rubros para fabricar bloques PET con máquina manual

La tabla 67 señala el costo en dólares de materiales que se necesita para la dosificación de los bloques de hormigón utilizando un saco de cemento tipo GU de 50 kilogramos, con diferentes porcentajes de plástico triturado.

Tabla 67*Costo de materiales requeridos para un saco de cemento tipo GU*

	1% PET	2% PET	4,2% PET	10% PET	20% PET	25% PET
Cemento	\$ 7,43	\$ 7,35	\$ 7,17	\$ 7,50	\$ 6,00	\$ 5,63
arena fina	\$ 2,28	\$ 2,40	\$ 2,28	\$ 2,16	\$ 1,92	\$ 1,80
Chasqui	\$ 2,66	\$ 2,80	\$ 2,66	\$ 2,52	\$ 2,24	\$ 2,10
arena de mar	\$ 2,47	\$ 2,60	\$ 2,47	\$ 2,34	\$ 2,08	\$ 1,95
Agua	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06	\$ 0,06
PET	\$ 0,93	\$ 1,87	\$ 3,93	\$ 9,35	\$ 18,69	\$ 23,36
Herramienta menor 5% MOD	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,08
MOD albañil	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Total	\$17,40	\$18,66	\$ 20,15	\$ 25,50	\$ 32,57	\$ 36,48

Nota: Tabla del costo de la cantidad de materiales, para un saco de cemento de Tipo GU de (50kg).

En la tabla 68 se aprecian los costos por unidad de bloque de hormigón que resultan de la suma total de costos directos (material más mano de obra); dividido para 70 unidades de bloques que se obtienen utilizando una dosificación para un saco de cemento tipo GU de 50 kg. Para obtener el precio de oferta se considera el treinta por ciento de utilidad al costo de bloque.

Tabla 68*Costo de materiales + mano de obra para un saco de cemento tipo GU*

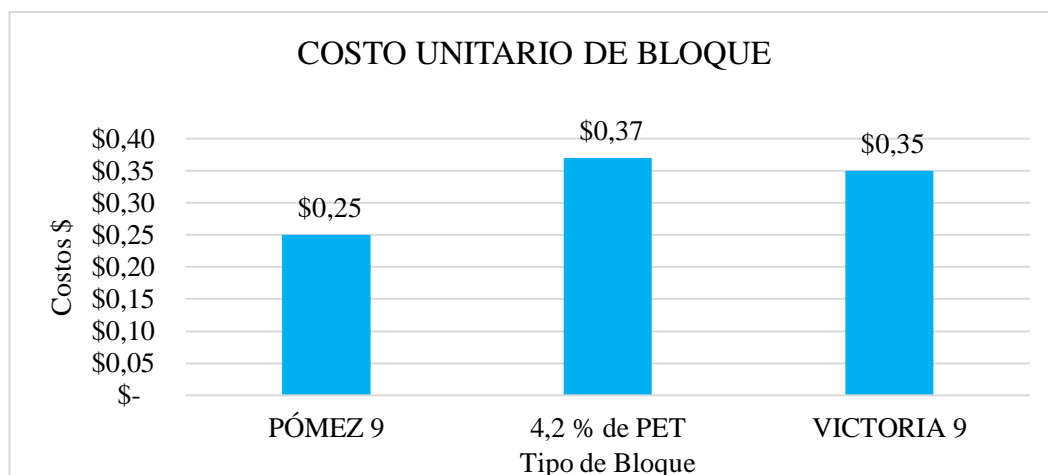
	Costo unitario de bloque						
	0%	1%	2%	4,2%	10%	20%	25%
	PET	PET	PET	PET	PET	PET	PET
Valor Unitario	\$ 0,24	\$ 0,25	\$ 0,27	\$ 0,29	\$ 0,36	\$ 0,47	\$ 0,52
Utilidad 30%	\$ 0,07	\$ 0,07	\$ 0,08	\$ 0,08	\$ 0,11	\$ 0,13	\$ 0,16
Valor ofertado	\$ 0,31	\$ 0,32	\$ 0,35	\$ 0,37	\$ 0,47	\$ 0,60	\$ 0,68

Nota: Tabla de costo de oferta para la unidad de bloque de hormigón con agregado de plástico triturado; considerando 30 % de utilidad.

Como respuesta al **O.E.2.** se eligieron tres tipos de bloques: Pómez 9, Victoria 9; y con el bloque de hormigón con 4,2% de plástico triturado para realizar y comparar el presupuesto de la vivienda utilizando cada tipo de bloque en la mampostería.

Figura 10

Costo unitario de los diferentes tipos de bloques para pared



Nota: Representación gráfica de la comparación de los costos de bloques para pared.

4.2.2 Costo de la casa según la cantidad de metros de construcción

A continuación, en la siguiente tabla 69 se presenta el presupuesto general de la vivienda, de acuerdo con el anexo12 se propuso un diseño de una planta de forma irregular que cuenta con 3 dormitorios, una sala, una cocina, un comedor y requiere 213 metros cuadrados de pared de bloques.

Tabla 69

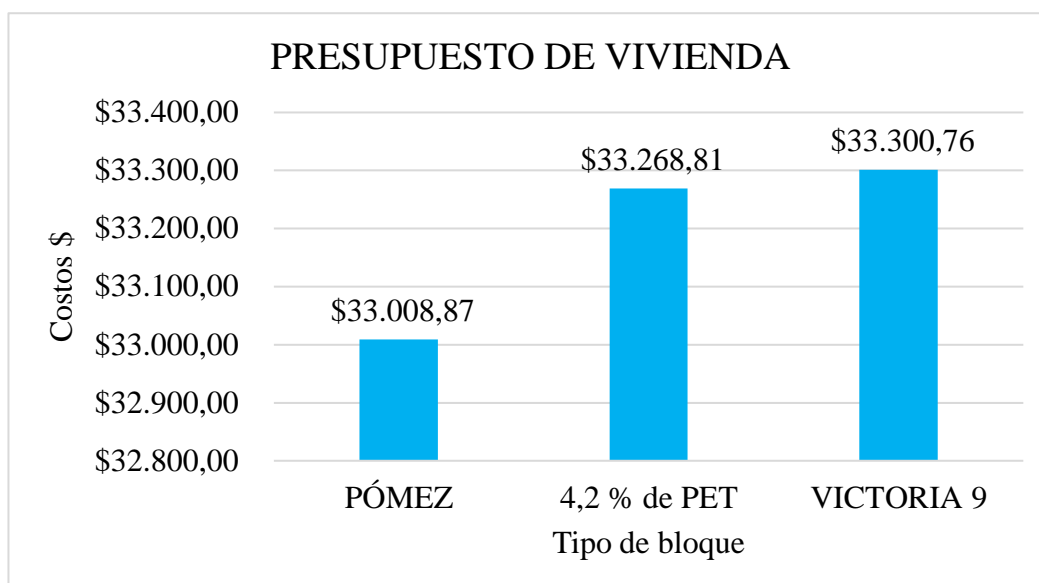
Presupuesto de vivienda con cada tipo de bloque por metro cuadrado de construcción

Descripción	Bloque Pómez	4,2 % de PET	Victoria 9
Presupuesto de vivienda	\$ 33.008,87	\$ 33.268,81	\$ 33.300,76

Nota: Presupuesto de vivienda con cada tipo de bloque.

Figura 11

Presupuesto de vivienda con diferentes tipos de bloques.



Nota: Presupuesto de vivienda para los diferentes tipos de bloque de hormigón: 4,2% de PET, Pómez 9 y Victoria 9.

4.2.3 Ventajas y desventajas de construir una vivienda con diferentes tipos de bloques

- a) **Ventajas y desventajas de construir la vivienda con bloques de hormigón con 4,2% de plástico triturado.** El bloque de hormigón con 4,2 % de plástico triturado obtuvo la resistencia indicada por la norma INEN 3066. Su uso es óptimo para mampostería no estructural. El peso y densidad es similar al bloque victoria. Autores de trabajos similares afirman que, gracias al plástico, el bloque mantiene una temperatura agradable y puede impedir el paso del sonido. Como desventaja se encuentra el precio, y es preferible recubrirlo para evitar degradación por exposición a la luz solar.

- b) **Ventajas y desventajas de construir la vivienda con bloques Pómez 9.** La unidad de bloque es más económica. El peso del material resulta también determinante al momento de escogerlo, ya que mientras más liviano sea, menor será la carga que se transmita a la estructura portante

de la edificación. La textura rugosa permite la adherencia del bloque con el enlucido. El peso influye en la manipulación y puesta en obra de los elementos, mientras más livianos sean, más fácil le será trabajar al personal. Como desventaja está su resistencia a la compresión. Otra desventaja son las dimensiones, y al ser pequeño se necesitan más unidades en comparación con los demás bloques.

c) Ventajas y desventajas de construir la vivienda con bloques Victoria

9. Tiene la mayor resistencia a la compresión entre los tres bloques. Son muy resistentes y de gran durabilidad. Por sus dimensiones tiene mejor rendimiento que el bloque pómez. La textura rugosa permite la adherencia con el hormigón y el enlucido. Frente al fuego los bloques conservan sus características estructurales. Tiene excelente aislamiento térmico y excelente aislamiento acústico. Como desventaja están el peso y el precio.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Con la fabricación de bloques de hormigón con plástico triturado se aporta a la reducción del impacto que genera este material en la localidad, ya que se recicla 22 botellas PET de 250 ml o 10 botellas PET de 3 litros para la elaboración de un bloque. Los bloques de hormigón con menos porcentaje de plástico triturado del 1%, 2% y 4,2% fueron más fácil de fabricar, presentaron una textura lisa en comparación a los bloques de hormigón con mayor cantidad de plástico del 10%, 20% y 25% que tuvieron una textura rugosa y necesitaron más tiempo de encofrado en su elaboración para fraguar.

1. De los ensayos realizados se determinó que el bloque Victoria 9 tiene la mayor resistencia a la compresión simple con 5,02 MPa, seguido del bloque de hormigón con 4,2 % de plástico triturado con 3,55 MPa de resistencia a la compresión, mientras que el bloque Pómez 9 tuvo una resistencia a la compresión de 2.64 MPa. El bloque Victoria 9 y el bloque de hormigón con 4,2 % de plástico triturado cumplieron la resistencia de 3,5 MPa que requiere la norma INEN 3066:2016-11, a diferencia del bloque Pómez 9 que obtuvo la menor resistencia de los tres. Además, se concluye que 4.2% es el porcentaje óptimo de plástico para obtener la resistencia deseada, el bloque con esta dosificación obtuvo 3,55 MPa de resistencia a la compresión simple cumpliendo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066:2016-11; y se demostró que la mejor forma del plástico reciclado de botellas PET para utilizar en el hormigón del bloque es la forma irregular producto de la trituración de las botellas plásticas.
2. De acuerdo con el objetivo dos, se determinaron los precios de los diferentes tipos de bloques: El precio del bloque Victoria 9 es \$ 0.35, el costo del

bloque de hormigón con 4,2 % de plástico triturado es \$ 0.37 y el valor del bloque Pómez 9 es \$ 0.25. En cuanto a la factibilidad económica para construir la vivienda de 123 m²; se comparó los presupuestos de los tres tipos de bloques y se determinó que los costos son aproximados. Se requiere \$ 33.300,76 para construir con bloque Victoria 9, o \$ 33.268,81 usando bloque de hormigón con 4,3% de plástico triturado y \$ 33.008,87 con bloque Pómez 9. La ventaja de utilizar el bloque Victoria 9 y el bloque de hormigón con 4,2 % de plástico triturado es la resistencia acorde la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066:2016-11. Ambos cumplen con la densidad de un bloque liviano y se pueden utilizar como bloques tipo B para la construcción de mampostería no estructural o paredes de viviendas y muros. Otra ventaja son sus dimensiones y su mayor rendimiento en comparación con bloque Pómez 9. De acuerdo con lo mencionado, se concluye que la construcción de la vivienda con el bloque fabricado con plástico triturado será técnico y económicamente factible con relación a los bloques Pómez 9 y Victoria 9.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Para complementar la información de las propiedades del bloque de hormigón con agregado de plástico según la norma la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3066:2016-11; se recomienda realizar el ensayo de la resistencia al fuego, el ensayo de aislamiento acústico y el ensayo de la resistencia térmica.
2. En este trabajo de investigación se realizó el presupuesto y cronograma valorado de la vivienda considerando el método de construcción de estructura tradicional. Para complementar la información de la factibilidad económica se recomienda realizar el diseño y presupuesto de la vivienda utilizando el método de construcción de mampostería estructural con el objetivo de comparar el costo y tiempo para la vivienda empleando el método de construcción de estructura tradicional y el método de mampostería estructural, además diferenciar las ventajas y desventajas de los métodos dos métodos de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M., Fernandez, A., Garcíaz, H., Melamed, B., & Saavedra, C. J. R. d. I. C. (2019). Reutilización de plástico como refuerzo para la construcción de aceras. 5, 28-34.
- Alfonso Marín, N. S. (2021). Propuesta de plan de negocio para la elaboración de pitillos biodegradables dilubiocoffe en la ciudad de Funza. 16.
- Angumba Aguilar, P. J. (2016). Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante. 10.
- Arichábala Martínez, H. D., & Terán Narváez, I. D. (2014). PREMIO ODEBRECHT PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, ECUADOR, 2014. # INNOVAR LOS 10 MEJORES PROYECTOS., 10.
- Balestrini Acuña, M. (2006). COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. 125.
- BARAJAS PÉREZ, J. L. (2014). *ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE PIEZAS DE TABICÓN CON CAL HIDRATADA A UNA CALIDAD NO MENOR AL 80% DE HIDRÓXIDO DE CALCIO, EN SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO PORTLAND TIPO 1*. Instituto Tecnológico de Colima, Retrieved from <https://dspace.itcolima.edu.mx/jspui/bitstream/123456789/699/1/TESIS.pdf>
- Becerra Lituma, J. A. (2022). Diseño ambiental y análisis económico de bloques con agregados de plástico reciclado (Pet), en la ciudad de Cuenca.
- Blancard, M., Choplin, L., Mbaye, M., & Olivereau, A. (2019). Un sistema de depósito para botellas de plástico en Lima:¿ una alternativa colectiva y exitosa para resolver el problema de la contaminación y de la creciente producción de plástico en el Perú? , 16.
- Camacho Paredes, A. K., & Mena Lalama, M. J. (2018). *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*. PUCE,

- Carvalho Dos Santos, S. M. (2020). Consumo de agua embotellada en envases plásticos y sus consecuencias para la salud familiar y comunitaria. 32.
- Castillo Moncayo, D. C. (2018). ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LADRILLOS FABRICADOS A PARTIR DE PLÁSTICO RECICLADO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. 13.
- Cervantes Anzules, R. D., & Peralta Bustamante, R. J. (2016). *Estudio de factibilidad para la elaboracion de ladrillos ecologicos como materia prima para la construccion*. Universidad de Guayaquil, Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17333/1/ESTUDIO%20DE%20FACTIBILIDAD%20PARA%20LA%20ELABORACION%20DE%20LADRILLOS%20ECOLOGICOS%20EN%20GUAYAQUIL.pdf>
- comercio, E. (2021). Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/botellas-recicladas-eco-bloques-quito.html>
- Defensoría del pueblo Ecuador. (2014). DEFENSORÍA DEL PUEBLO. DERECHO A LA VIVIENDA EN ECUADOR., 2.
- Díaz De León, N. T. (2022). POBLACIÓN Y MUESTRA. 6.
- EL CONCEJO DE MEDELLÍN. (2020). TEXTO DEL PROYECTO DE ACUERDO. PROYECTO DE ACUERDO N°006 DE 2020. . 9.
- Espinoza Salvadó, I. (2016). TIPOS DE MUESTREO. 5.
- fuerte_CAMBIO, H. (2021). CEMENTO HOLCIM FUERTE.
- gestoresderesiduos. (2020).
- Gil Otálora, C. M. Medio ambiente, sociedad y plástico: alternativas a la problemática de contaminación.
- Gómez Serreto, J. G. (2016). Diagnóstico del impacto del plástico-botellas sobre el medio ambiente: un estado del arte.
- Hidalgo, P., & Cecilia, D. (2015). *Factibilidad del uso del Raquis de Palma Africana en mezcla con agregados de construcción para la fabricación de ladrillos ecológicos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
- Iza Toapanta, Á. R. (2019). *Evaluación de la fabricación de bioladrillos utilizando materiales alternativos plástico pet y cascarilla de arroz para disminuir el impacto ambiental en la microempresa PILICITA en el cantón Saquisilí*.

Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi: Facultad de Ciencias de ..., Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5609/1/T-001091.pdf>

Jiménez, I. (2020). *Y tú¿ qué harías para salvar el planeta?* : Aguilar.

Levin, R. I., & Rubin, D. S. (2004). *Estadística para administración y economía*: Pearson Educación.

López Aguirre, J. F., Pomaquero Yuquilema, J. C., & López Salazar, J. L. J. P. d. C. (2020). Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. *5*(12), 725-742.

NTE INEN 158. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 158:2009, SEGUNDA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO. MÉTODO DE VICAT.

NTE INEN 195. (2016). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 195:2016-XX, TERCERA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE EN MORTEROS.

NTE INEN 196. (2016). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 196, Tercera Revisión 20. CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA FINURA MEDIANTE EL APARATO DE PERMEABILIDAD AL AIRE.

NTE INEN 199. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 199:2009, SEGUNDA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL CALOR DE HIDRATACIÓN.

NTE INEN 200. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 200:2009, SEGUNDA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN EN AUTOCLAVE.

NTE INEN 488. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 488:2009, SEGUNDA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS EN CUBO DE 50mm DE ARISTA.

NTE INEN 867. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 867: 2009, PRIMERA REVISIÓN. ÁRIDOS PARA HORMIGÓN.

DETERMINACIÓN DE LA REACTIVIDAD ALCALINA POTENCIAL DE COMBINACIONES ÁRIDO – CEMENTO (MÉTODO DE LA BARRA DE MORTERO).

NTE INEN 872. (2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 872: 2011, PRIMERA REVISIÓN. ARIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS.

NTE INEN 875. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 875:2009, SEGUNDA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL ENDURECIMIENTO PREMATURO. MÉTODO DE LA PASTA.

NTE INEN 1508. (2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1508:2010, PRIMERA REVISIÓN, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA CONTRACCIÓN POR SECADO.

NTE INEN 2380. (2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2380: 2011, SEGUNDA REVISIÓN. CEMENTOS HIDRÁULICOS. REQUISITOS DE DESEMPEÑO PARA CEMENTOS HIDRÁULICOS.

NTE INEN 2503. (2009). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2503:2009, CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DEL CAMBIO DE LONGITUD EN MORTEROS EXPUESTOS A UNA SOLUCIÓN DE SULFATO.

NTE INEN 2529. (2010). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2529:2010, CEMENTO HIDRÁULICO. EXPANSIÓN DE BARRAS DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO ALMACENADAS EN AGUA.

NTE INEN 3066. (2016). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 3066:2016-11, BLOQUES DE HORMIGÓN, REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.

PICA. (2022).

Piñeros Moreno, M. E., & Herrera Muriel, R. D. d. J. (2018). Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda.

Portalambiental. (2021).

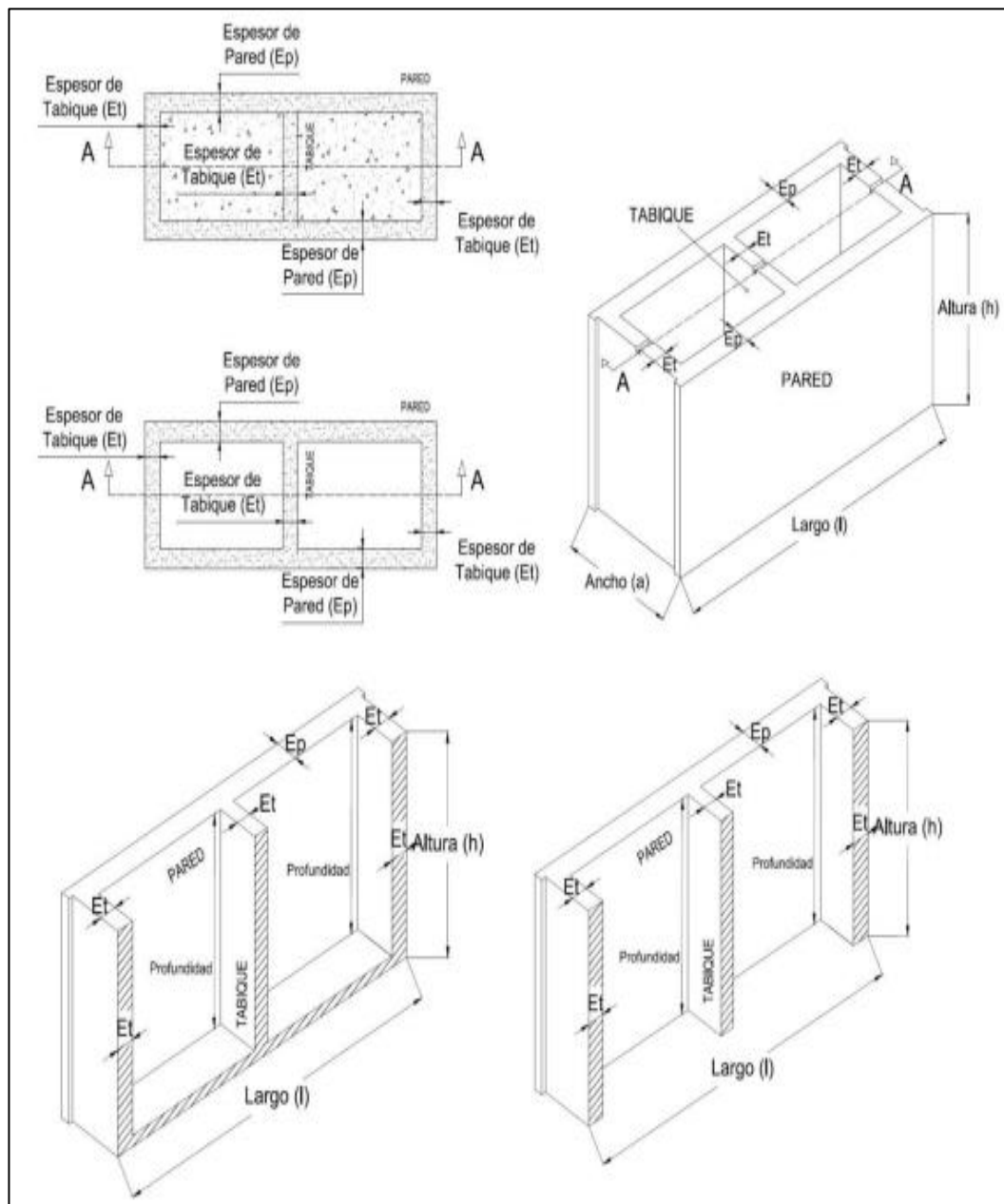
- REVISTALIDERES. (2018).
- revistalideres. (2020). Casa construida con plástico reciclado. Retrieved from <https://www.revistalideres.ec/lideres/casa-construida-plastico-reciclado-cuenca.html>
- revistanuve. (2022).
- RT Play en Español. (2022). La enorme isla formada por desechos plásticos en medio del océano Pacífico.
- Sampieri Hernández, R., Collado Fernández, C., & Lucio Baptista, P. (2003). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. 10.
- Soliz Torres, M. F. (2016). *Salud colectiva y ecología política: la basura en Ecuador*: Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador; La Tierra.
- Solíz Torres, M. F. J. L. V. R. L. d. E. S. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. (17), 4-28.
- Triviño Moreira, K. M., & Macías Zamora, F. G. (2017). *Plan de Mejora basado en Buenas Prácticas de Logística en Plásticos Industriales CA*. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.,
- Ubilla Rojas, Y. J. (2019). *La evolución de la industria plástico en el Ecuador período 2013-2017*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas, Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41415/1/T-UBILLA%20ROJAS%20YANINA%20JESSICA.pdf>

ANEXOS

NOMENCLATURA DE PARTES DEL BLOQUE DE HORMIGÓN

Anexo 1

Nomenclatura de partes del bloque de hormigón



Nota: Tomado de (NTE INEN 3066-2016). Representación en planta, elevación y corte de un bloque de la figura 35.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

Anexo 2

Máquina para ensayo de resistencia a la compresión simple.



Nota: Máquina utilizada para el ensayo de compresión simple del laboratorio de suelo de la Facultad de Ingeniería.

Anexo 3

Medición del bloque con calibrador



Nota: Medición de las paredes del bloque con el calibrador.

Anexo 4

Tamizados de arena



Nota: Tamizados de la arena chasqui, arena negra y arena fina para el ensayo de granulometría.

Datos técnicos-Cemento HOLCIM-INEN 2380

Anexo 5

Ficha técnica Cemento Holcim

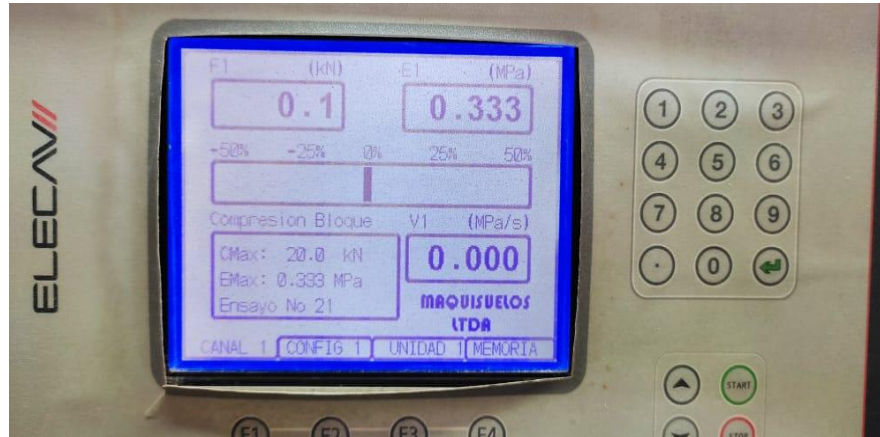
	INEN 2380	Valor referencial HOLCIM
Cambio de longitud por autoclave, % máximo	0.8	0
Tiempo de fraguado, método de Vicat		
Inicial, no menos de, minutos	45	45
Inicial, no más de, minutos	420	151
Contenido de aire mortero, en volumen, %	---	4
Resistencia a la compresión, mínimo MPa		
1 día	---	---
3 días	13	17
7 días	20	22
28 días	28	30
Expansión en barras de mortero 14 días, % máx..	0.02	0.001
Resistencia a sulfatos, 6 meses	---	---

Nota: Tomado de *fuerte_CAMBIO (2021)*

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL LABORATORIO DE SUELOS.

Anexo 6

Resultados del ensayo de resistencia de un bloque plástico.



Nota: Resultados obtenidos en la máquina para resistencia a la compresión simple.

MODELOS DE BLOQUES ELABORADOS

Anexo 7

Bloque de plástico triturado

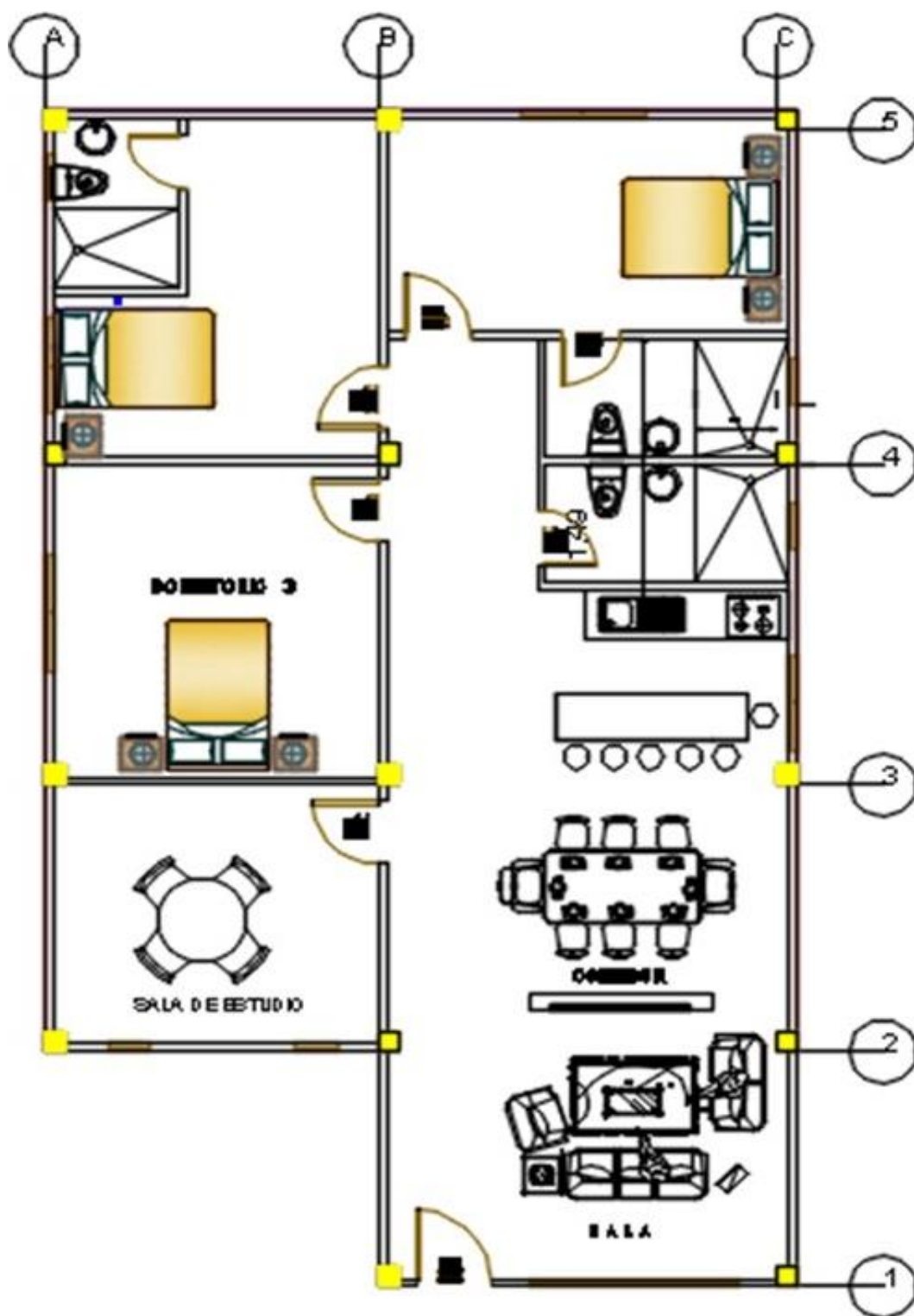


Nota: Bloque elaborado con plástico triturado.

MODELO DE LA VIVIENDA

Anexo 8

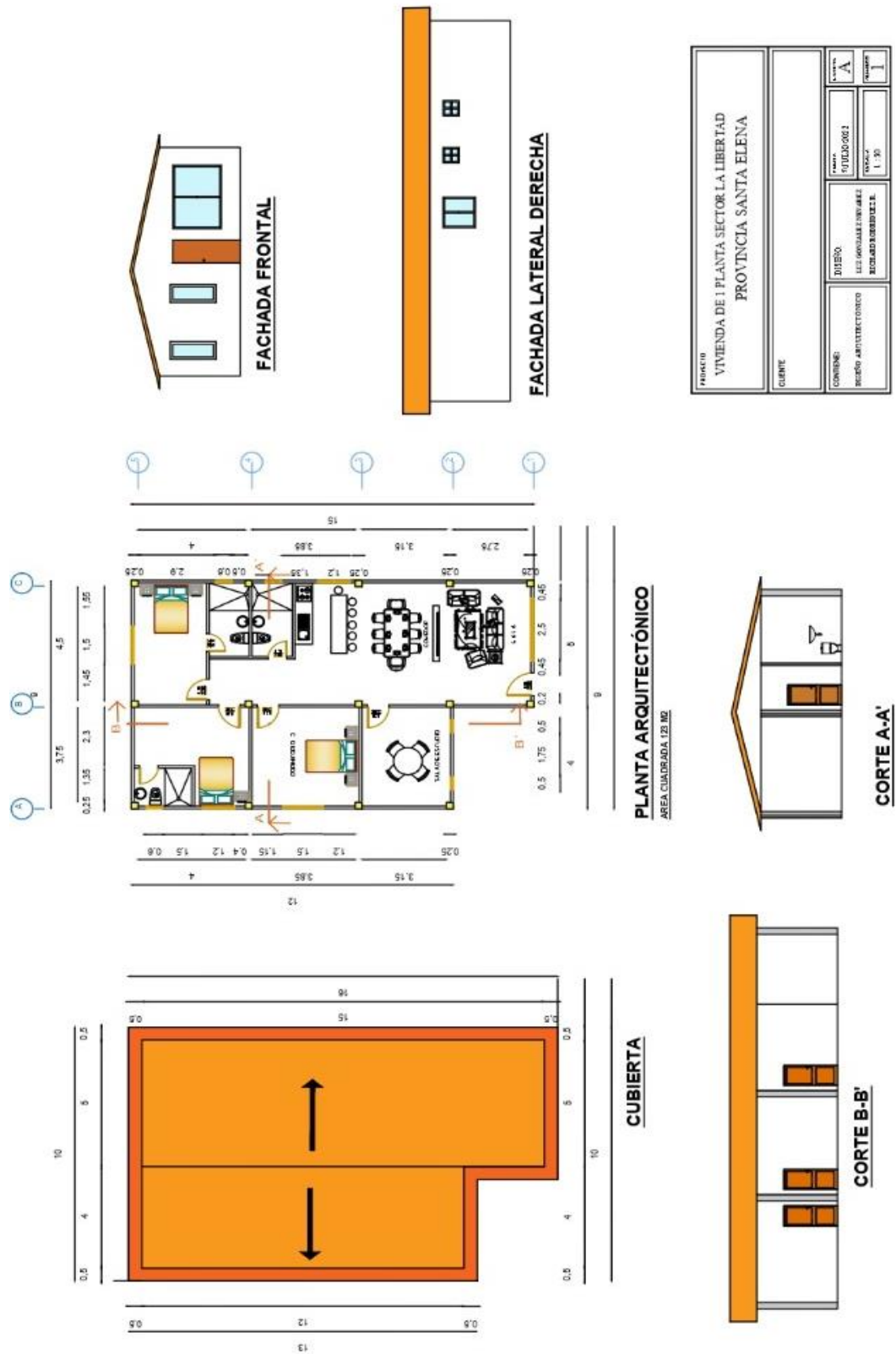
Planta arquitectónica de la vivienda



Nota: Modelo de la vivienda a construir con bloques de agregados de plásticos reciclados.

Anexo 9

Fachada de la vivienda



PROYECTO		VIVIENDA DE 1 PLANTA SECTOR LA LIBERTAD PROVINCIA SANTA ELENA	
CLIENTE			
CONSEJO:	DISEÑO:	FECHA:	ESCALA:
INICIO ARQUITECTÓNICO	LEE GONZALEZ TORREALBA REGALADO BUSTAMANTE	11/03/2022	A
		11/30	T

Nota: Fachadas lateral derecha y frontal, cubierta, cortes A-A'' y B-B'', planta arquitectónica.

Anexo 10

Cronograma valorado utilizando bloques Pómez 9

	RUBROS	UNIDADES	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN: 90 DIAS			
						1 MES 1 a 30	2 MES 31 a 60	3 MES 61 a 90	4 MES 91 a 120
PRELIMINARES									
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m ²	250,00	\$ 1,12	\$ 280,00	\$ 280,00			
2	TRAZADO Y REPLANTEO MOVIMIENTO DE TIERRA	m ²	123,00	\$ 0,97	\$ 119,31	\$ 119,31			
3	EXCAVACION A MAQUINA	m ³	86,10	\$ 0,82	\$ 70,60	\$ 70,60			
4	RELLENO HIDRATADO Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	m ³	49,20	\$ 14,72	\$ 724,22	\$ 724,22			
5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm2	m ²	11,34	\$ 7,17	\$ 81,31	\$ 81,31			
6	HORMIGÓN F'C= 210Kg/cm2	m ³	12,10	\$ 297,43	\$ 3.597,42	\$ 3.597,42			
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200	Kg	1.757,73	\$ 1,74	\$ 3.058,46	\$ 3.058,46			
8	CONTRAPISO e= 10cm. F'c= 180	m ²	49,20	\$ 20,09	\$ 988,43	\$ 988,43			
9	MURO DE HORMIGON CICLOPEO MAMPOSTERÍA - bloque 4,2% pet	m ³	11,40	\$ 122,72	\$ 1.399,01	\$ 1.399,01			
10	PAREDES DE BLOQUE e=9 cm.	m ²	213,06	\$ 13,21	\$ 2.814,52		\$ 2.814,52		
11	ENLUCIDO DE PAREDES	m ²	427,62	\$ 7,82	\$ 3.343,99			\$ 3.343,99	
12	PILARETES Y VIGUETAS 10 X 20 ACABADOS	ML	44,90	\$ 12,56	\$ 563,94		\$ 563,94		
13	EMPASTE	m ²	427,62	\$ 4,48	\$ 1.915,74				\$ 1.915,74
14	PINTURA (No incl. empaste)	m ²	427,62	\$ 3,84	\$ 1.642,06			\$ 1.642,06	
15	CERAMICA	m ²	37,19	\$ 24,13	\$ 897,39				\$ 897,39
16	PISO DE PORCELANATO	m ²	101,88	\$ 35,22	\$ 3.588,04			\$ 3.588,04	
17	PUNTO DE LUZ DE 110 V	PTO	12,00	\$ 33,13	\$ 397,56		\$ 397,56		
18	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE	PTO	16,00	\$ 39,63	\$ 634,08		\$ 634,08		
19	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE	PTO	4,00	\$ 33,78	\$ 135,12		\$ 135,12		
20	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2	PTO	10,00	\$ 34,05	\$ 340,50		\$ 340,50		
21	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE	PTO	3,00	\$ 47,98	\$ 143,94		\$ 143,94		
22	PUERTA DE LAUREL 0,70x2,00 EN	U	3,00	\$ 97,00	\$ 291,00				\$ 291,00
23	PUERTA MADERA DE 0,90x2,00	U	1,00	\$ 134,50	\$ 134,50				\$ 134,50
24	PUERTAS DE LAUREL DE	U	4,00	\$ 102,60	\$ 410,40				\$ 410,40
25	A VIDRIO TEMPLADO EN FACHAD	m ²	4,30	\$ 114,19	\$ 491,02				\$ 491,02
26	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m ²	10,80	\$ 67,54	\$ 729,43				\$ 729,43
27	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m ²	3,60	\$ 45,32	\$ 163,15				\$ 163,15
28	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m ²	4,00	\$ 64,90	\$ 259,60				\$ 259,60
29	DUCHA ARTICULADA COMPLETA	U	3,00	\$ 21,00	\$ 63,00				\$ 63,00
30	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	U	3,00	\$ 50,00	\$ 150,00				\$ 150,00
31	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	3,00	\$ 41,27	\$ 123,81				\$ 123,81
32	FREGADERO DE COCINA	U	1,00	\$ 56,00	\$ 56,00				\$ 56,00
33	INSTALACION DE CAJA DE BREAK	U	1,00	\$ 52,08	\$ 52,08		\$ 52,08		
34	CUBIERTA ETERNIT	m ²	148,00	\$ 22,63	\$ 3.349,24			\$ 3.349,24	
TOTAL					\$ 33.008,87				
INVERSION MANSUAL						\$ 10.318,76	\$ 5.081,74	\$ 11.923,33	\$ 5.685,04
AVANCE PARCIAL EN %						31,26%	15,40%	36,12%	17,22%
INVERSION ACUMULADA						\$ 10.318,76	\$ 15.400,50	\$ 27.323,83	\$ 33.008,87
AVANCE ACUMULADO %						31,26%	46,66%	82,78%	100,00%

Anexo 11

Cronograma valorado utilizando bloque con 4,2% de PET

	RUBROS	UNIDADES	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN: 90 DIAS			
						1 MES 1 a 30	2 MES 31 a 60	3 MES 61 a 90	4 MES 91 a 120
PRELIMINARES									
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m ²	250,00	\$ 1,12	\$ 280,00	\$ 280,00			
2	TRAZADO Y REPLANTEO MOVIMIENTO DE TIERRA	m ²	123,00	\$ 0,97	\$ 119,31	\$ 119,31			
3	EXCAVACION A MAQUINA	m ³	86,10	\$ 0,82	\$ 70,60	\$ 70,60			
4	RELLENO HIDRATADO Y ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	m ³	49,20	\$ 14,72	\$ 724,22	\$ 724,22			
5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm2	m ²	11,34	\$ 7,17	\$ 81,31	\$ 81,31			
6	HORMIGÓN F'C= 210Kg/cm2	m ³	12,10	\$ 297,43	\$ 3.597,42	\$ 3.597,42			
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200	Kg	1.757,73	\$ 1,74	\$ 3.058,46	\$ 3.058,46			
8	CONTRAPISO e= 10cm. F'c= 180	m ²	49,20	\$ 20,09	\$ 988,43	\$ 988,43			
9	MURO DE HORMIGON CICLOPEO MAMPOSTERÍA - bloque 4,2% pet	m ³	11,40	\$ 122,72	\$ 1.399,01	\$ 1.399,01			
10	PAREDES DE BLOQUE e=9 cm.	m ²	213,06	\$ 14,43	\$ 3.074,46		\$ 3.074,46		
11	ENLUCIDO DE PAREDES	m ²	427,62	\$ 7,82	\$ 3.343,99			\$ 3.343,99	
12	PILARETES Y VIGUETAS 10 X 20 ACABADOS	ML	44,90	\$ 12,56	\$ 563,94		\$ 563,94		
13	EMPASTE	m ²	427,62	\$ 4,48	\$ 1.915,74				\$ 1.915,74
14	PINTURA (No incl. empaste)	m ²	427,62	\$ 3,84	\$ 1.642,06			\$ 1.642,06	
15	CERAMICA	m ²	37,19	\$ 24,13	\$ 897,39				\$ 897,39
16	PISO DE PORCELANATO	m ²	101,88	\$ 35,22	\$ 3.588,04			\$ 3.588,04	
17	PUNTO DE LUZ DE 110 V	PTO	12,00	\$ 33,13	\$ 397,56		\$ 397,56		
18	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE	PTO	16,00	\$ 39,63	\$ 634,08		\$ 634,08		
19	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE	PTO	4,00	\$ 33,78	\$ 135,12		\$ 135,12		
20	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2	PTO	10,00	\$ 34,05	\$ 340,50		\$ 340,50		
21	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE	PTO	3,00	\$ 47,98	\$ 143,94		\$ 143,94		
22	PUERTA DE LAUREL 0,70x2,00 EN	U	3,00	\$ 97,00	\$ 291,00				\$ 291,00
23	PUERTA MADERA DE 0,90x2,00	U	1,00	\$ 134,50	\$ 134,50				\$ 134,50
24	PUERTAS DE LAUREL DE	U	4,00	\$ 102,60	\$ 410,40				\$ 410,40
25	A VIDRIO TEMPLADO EN FACHAD	m ²	4,30	\$ 114,19	\$ 491,02				\$ 491,02
26	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m ²	10,80	\$ 67,54	\$ 729,43				\$ 729,43
27	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m ²	3,60	\$ 45,32	\$ 163,15				\$ 163,15
28	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRIO	m ²	4,00	\$ 64,90	\$ 259,60				\$ 259,60
29	DUCHA ARTICULADA COMPLETA	U	3,00	\$ 21,00	\$ 63,00				\$ 63,00
30	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	U	3,00	\$ 50,00	\$ 150,00				\$ 150,00
31	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	3,00	\$ 41,27	\$ 123,81				\$ 123,81
32	FREGADERO DE COCINA	U	1,00	\$ 56,00	\$ 56,00				\$ 56,00
33	INSTALACION DE CAJA DE BREA	U	1,00	\$ 52,08	\$ 52,08		\$ 52,08		
34	CUBIERTA ETERNIT	m ²	148,00	\$ 22,63	\$ 3.349,24			\$ 3.349,24	
TOTAL						\$ 33.268,81			
INVERSION MANSUAL						\$ 10.318,76	\$ 5.341,68	\$ 11.923,33	\$ 5.685,04
AVANCE PARCIAL EN %						31,02%	16,06%	35,84%	17,09%
INVERSION ACUMULADA						\$ 10.318,76	\$ 15.660,44	\$ 27.583,77	\$ 33.268,81
AVANCE ACUMULADO %						31,02%	47,07%	82,91%	100,00%

Anexo 12

Cronograma valorado de vivienda utilizando bloque victoria 9

	RUBROS	UNIDADES	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN: 90 DIAS			
						1 MES 1 a 30	2 MES 31 a 60	3 MES 61 a 90	4 MES 91 a 120
PRELIMINARES									
1	LIMPIEZA Y DESBROCE	m ²	250,00	\$ 1,12	\$ 280,00	\$ 280,00			
2	TRAZADO Y REPLANTEO	m ²	123,00	\$ 0,97	\$ 119,31	\$ 119,31			
MOVIMIENTO DE TIERRA									
3	EXCAVACION A MAQUINA	m ³	86,10	\$ 0,82	\$ 70,60	\$ 70,60			
4	RELLENO HIDRATADO Y	m ³	49,20	\$ 14,72	\$ 724,22	\$ 724,22			
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN									
5	REPLANTILLO F'C=140Kg/cm2	m ²	11,34	\$ 7,17	\$ 81,31	\$ 81,31			
6	HORMIGÓN F'C= 210Kg/cm2	m ³	12,10	\$ 297,43	\$ 3.597,42	\$ 3.597,42			
7	ACERO DE REFUERZO FY=4200	Kg	1.757,73	\$ 1,74	\$ 3.058,46	\$ 3.058,46			
8	CONTRAPISO e= 10cm. F'c= 180	m ²	49,20	\$ 20,09	\$ 988,43	\$ 988,43			
9	MURO DE HORMIGON CICLOPEO	m ³	11,40	\$ 122,72	\$ 1.399,01	\$ 1.399,01			
MAMPOSTERÍA - bloque 4,2% pet									
10	PAREDES DE BLOQUE e=9 cm.	m ²	213,06	\$ 14,58	\$ 3.106,41		\$ 3.106,41		
11	ENLUCIDO DE PAREDES	m ²	427,62	\$ 7,82	\$ 3.343,99			\$ 3.343,99	
12	PILARETES Y VIGUETAS 10 X 20	ML	44,90	\$ 12,56	\$ 563,94		\$ 563,94		
ACABADOS									
13	EMPASTE	m ²	427,62	\$ 4,48	\$ 1.915,74				\$ 1.915,74
14	PINTURA (No incl. empaste)	m ²	427,62	\$ 3,84	\$ 1.642,06			\$ 1.642,06	
15	CERAMICA	m ²	37,19	\$ 24,13	\$ 897,39				\$ 897,39
16	PISO DE PORCELANATO	m ²	101,88	\$ 35,22	\$ 3.588,04			\$ 3.588,04	
17	PUNTO DE LUZ DE 110 V	PTO	12,00	\$ 33,13	\$ 397,56		\$ 397,56		
18	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE	PTO	16,00	\$ 39,63	\$ 634,08		\$ 634,08		
19	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE	PTO	4,00	\$ 33,78	\$ 135,12		\$ 135,12		
20	PUNTO DE AGUA POTABLE 1/2	PTO	10,00	\$ 34,05	\$ 340,50		\$ 340,50		
21	PUNTO DE AGUA SERVIDAS DE	PTO	3,00	\$ 47,98	\$ 143,94		\$ 143,94		
22	PUERTA DE LAUREL 0,70x2,00 EN	U	3,00	\$ 97,00	\$ 291,00				\$ 291,00
23	PUERTA MADERA DE 0,90x2,00	U	1,00	\$ 134,50	\$ 134,50				\$ 134,50
24	PUERTAS DE LAUREL DE	U	4,00	\$ 102,60	\$ 410,40				\$ 410,40
25	A VIDRIO TEMPLADO EN FACHAD	m ²	4,30	\$ 114,19	\$ 491,02				\$ 491,02
26	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRI	m ²	10,80	\$ 67,54	\$ 729,43				\$ 729,43
27	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRI	m ²	3,60	\$ 45,32	\$ 163,15				\$ 163,15
28	ORREDIZA DE ALUMINIO Y VIDRI	m ²	4,00	\$ 64,90	\$ 259,60				\$ 259,60
29	DUCHA ARTICULADA COMPLETA	U	3,00	\$ 21,00	\$ 63,00				\$ 63,00
30	INODORO TANQUE BAJO BLANCO	U	3,00	\$ 50,00	\$ 150,00				\$ 150,00
31	LAVAMANOS CON PEDESTAL	U	3,00	\$ 41,27	\$ 123,81				\$ 123,81
32	FREGADERO DE COCINA	U	1,00	\$ 56,00	\$ 56,00				\$ 56,00
33	INSTALACION DE CAJA DE BREA	U	1,00	\$ 52,08	\$ 52,08		\$ 52,08		
34	CUBIERTA ETERNIT	m ²	148,00	\$ 22,63	\$ 3.349,24			\$ 3.349,24	
					TOTAL	\$ 33.300,8			