



**Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

TEMA

**"ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON
RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA
PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL"**

Tutor

Msc. Ing. MAX ALMEIDA FRANCO

Autor

RAÚL JAVIER CHÓEZ MIRANDA

Guayaquil - Ecuador

2019

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO de tesis

TÍTULO Y SUBTÍTULO: “Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para vivienda de interés social”

AUTORES:

Raúl Javier Chóez Miranda

REVISORES:

MSC. ING. Almeida Franco Max

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL

FACULTAD:

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN

CARRERA:

INGENIERÍA CIVIL

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2019

N. DE PAGS:

116

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Ingeniería de la construcción, construcción de viviendas, cemento.

RESUMEN:

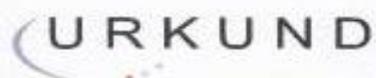
Se realizaron diferentes dosificaciones en volumen para obtener los pesos establecidos, para la elaboración de los bloques de residuos reciclados de cerámica y mampostería. Los bloques se desarrollaron de forma tradicional con materiales básicos como son el cemento, arena, agregado y agua, reemplazando el material reciclado por el agregado, Actualmente se viene utilizando en la fabricación de bloques artesanales dosificaciones empíricas ya establecidas por los dueños de las bloqueras con las cuales llegan a obtener cierta resistencia a la compresión en dichos bloques,

los mismos que se encuentran dentro de los parámetros de la Norma INEN ecuatoriana. Esta investigación realizó una revisión general de la elaboración de bloques, desde la correcta selección de materiales, la determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo, vibrado, y un adecuado curado más su respectivo almacenamiento.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTORES/ES: Chóez Miranda Raúl Javier	Teléfono: 0982897710	E-mail: raulestudy@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: (Lcda. Mg. PhD). Alex Salvatierra Espinoza Teléfono: 042 2596500 Ext. 242 Decano y director de carrera E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

Quito: Av. Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, teléfonos (593-2) 2505660/ 1; y en la Av. 9 de octubre 624 y carrión, Edificio Prometeo, teléfonos 2569898/ 9. Fax: (593 2) 250905

URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS RAÚL(CAPITULO 2, 3 y 4) ULTIMO.docx (D47985064)
Submitted: 2/15/2019 6:57:00 PM
Submitted By: malmeidaf@ulvr.edu.ec
Significance: 8 %

Sources included in the report:

Mauricio Maldonado TESIS parte 1 pdf.pdf (D12723326)
20170330 Carolina Trujillo & Johna Almeida.pdf (D26878925)
Tesis de Grado 2014 MTE.pdf (D11318574)
Tesis PARIGUAMÁN.docx (D29183320)
<http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/proy8.pdf>
http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/4231/1/2018_elaboracion_bloques_mamposteria.pdf
<http://www.concretodo.com/pdf/mamposteriabloques.pdf>
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7318/6931R173.pdf?sequence=4>

Instances where selected sources appear:

26

Firma: _____

A handwritten signature in blue ink that reads "Max Almeida Franco". The signature is written in a cursive style and is positioned above a dashed horizontal line.

Msc. Ing. MAX ALMEIDA FRANCO

C.I. 0906706981

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, Raúl Javier Chóez Miranda, declaro bajo juramento, que la autoría del presente Proyecto de Investigación me pertenece en su totalidad y me comprometo con los principios y dictámenes científicos que en el mismo se manifiestan, en su consecuencia, de la investigación que he ejecutado.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar “ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL”.

Autor(es)

Firma:



RAÚL JAVIER CHÓEZ MIRANDA

C.I. 0927196287

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor(a) del Proyecto de Investigación” ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL”., designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL”., presentado por el estudiante Raúl Javier Chóez Miranda como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero Civil, encontrándose apto para su sustentación

Firma: -----

Msc. Ing. MAX ALMEIDA FRANCO

C.I. 0906706981

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a mis padres y a mi familia por estar siempre pendientes de mí, con la ayuda de ellos logre a culminar esta meta la cual es muy importante para mí.

A Dios por bendecirme a mí y a toda mi familia, a todas las personas que a lo largo de mi vida han estado ahí para darme su apoyo incondicional, porque no hay nada más importante que estar rodeado de buenas personas que te ayuden en los momentos más difíciles y complicados que se presentan a lo largo de los años.

A mi tutor y a los profesionales de esta facultad, no solamente en la culminación de mi Tesis, sino también en mi formación como investigador y profesional.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi aprecio para esas personas Importantes en mi vida familiar y profesional. Mi hijo, mi hermana, mis padres y los docentes que con su apoyo logre llegar a la meta propuesta por mí.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	ii
URKUND.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES ...v	
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.2.1. Formulación del problema.....	3
1.2.2. Sistematización del Problema.....	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.	3
1.3.2. Objetivo Específico.....	4
1.4. Justificación de la Investigación.....	4
1.5. Delimitación o alcance de la investigación.....	4
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Variables	5
1.7.1. Variable independiente	5
1.7.2 Variable dependiente	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO.	6
2.1. Antecedente.....	8
2.2. Marco Conceptual.....	26
2.2.1. Bloque.....	26
2.2.2. Cemento.	27
2.2.3. Arena.....	27
2.2.4. Agregado.....	27

2.2.5. Agua.	27
2.2.6. Reciclaje.	28
2.2.7. Cerámica.	28
2.2.8. Mampostería	28
2.3. Marco legal	28
CAPÍTULO III	33
METODOLOGÍA	33
3.1. Tipos de Investigación.	35
3.2. Enfoque.	36
3.3. Técnicas de Investigación.	36
3.4. Muestra.	36
CAPÍTULO IV	37
PROPUESTA	37
4.1.2. Materia prima	38
4.2. Proceso general	41
4.2.1. Proceso de selección y traslado de los materiales	42
4.2.2. Proceso de triturado del material	43
4.2.3. Proceso de producción	47
4.2.4. Análisis granulométrico.	48
4.2.5. Peso específico.	51
4.2.6. Peso unitario.	52
4.2.7. Resultado del ensayo	54
4.2.8. Evaluación física y mecánica de la unidad	54
4.2.9. Dosificación.	55
4.2.11. Moldeado.	60
4.2.12. Fraguado.	61
4.2.13. Curado.	62
4.2.14. Aceptación o rechazo de los bloques.	64
4.2.15. Conclusiones de elaboración de bloques.	65
4.2.16. Costos de elaboración de los bloques analizados	66
4.2.17. Ensayo y análisis de resultados.	68
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	81

BIBLIOGRAFIA.....	83
ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de bloques de acuerdo a su uso.....	11
Tabla 2. Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes.	12
Tabla 3. Cuadro comparativo de densidad vs absorción.....	13
Tabla 4. Absorción de agua, según el peso (Densidad) del bloque.	15
Tabla 5. Características, gradación, porcentaje pasante del tamiz.	18
Tabla 6. Clasificación de los bloques huecos de hormigón y resistencia mínima a la compresión.....	37
Tabla 7. Clasificación de la resistencia mínima a la compresión de bloques según INEN.....	38
Tabla 8. Cuadro de uso granulométrico de BRCM.	49
Tabla 9. Cuadro de dosificación de bloque tipo 1, 1:4:1 (cemento, arena, agregado).....	56
Tabla 10. Cuadro de dosificación de bloque tipo 2, 1:5:5 (cemento, arena, agregado).	57
Tabla 11. Cuadro de dosificación de bloque tipo 3, 1:5:2 (cemento, arena, agregado).	58
Tabla 12. Cuadro de resistencia a la compresión simple según normas INEN.....	74
Tabla 13. Cuadro comparativo de las resistencias a la compresión de los bloques con material reciclado.	75
Tabla 14. Cuadro Comparativo Bloque convencional y Bloque BRCM.	79
Tabla 15. Cuadro Comparativo de bloque convencional y BRCM.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cemento Portland	39
Figura 2: Arena	39
Figura 3: Material reciclado de cerámica.....	40
Figura 4: Material reciclado de mampostería.....	40
Figura 5: Material reciclado de mampostería.....	41
Figura 6: Material reciclado de cerámica.....	41
Figura 7: Material reciclado triturado y ensacado de cerámica.	42
Figura 8: Material reciclado y ensacado de mampostería.	43
Figura 9: Material reciclado y ensacado de cerámica.	43
Figura 10: Triturado de material reciclado.....	44
Figura 11: Materiales de residuos reciclados de cerámica y mampostería triturados.	45
Figura 12: Curva de Granulometría	46
Figura 13: Resistencia a la Compresión Vs. A/C.....	47
Figura 14: Curva Granulométrica B.....	50
Figura 15: Proceso de mezclado de los materiales.....	59
Figura 16: Proceso de mezclado de los materiales.....	59
Figura 17: Maquina artesanal de fabricar bloques	60
Figura 18: Vertido de mortero en maquina artesanal de fabricación de bloque.	61
Figura 19: Vibrado de maquina artesanal de fabricación de bloque.	61
Figura 20: Retiro de los bloques de la maquina	62
Figura 21: Stop de bloque fabricados.....	63
Figura 22: Maquina para rotura a la compresión simple.....	69
Figura 23: Procesos de medición y peso a bloque.	70
Figura 24: Ensayo de compresión simple a bloque.....	71
Figura 25: Procesos de colocación de bloque en la máquina de compresión simple.	72
Figura 26: Ensayo de compresión simple a bloque.....	72
Figura 27: Rotura de bloque en compresión simple.....	73
Figura 28: CONSTRULADESA.....	77

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Flujograma de proyecto.....	99
Anexo 2: Soportes legales.....	100
Anexo 3: Soportes de análisis de precios.....	103
Anexo 4: Soportes de ensayos.....	108
Anexo 5: Programación de proyecto.....	110
Anexo 6: Soportes fotográficos.....	111

INTRODUCCIÓN

Se realizarán diferentes dosificaciones en volumen para obtener los pesos establecidos, para la elaboración de los bloques de residuos reciclados de cerámica y mampostería. Los bloques se los desarrollaran de forma tradicional con materiales básicos como son, el cemento, arena, agregado y agua, remplazando el material reciclado por el agregado, actualmente se viene utilizando en la fabricación de bloques artesanales dosificaciones empíricas ya establecidas por los dueños de las bloqueras con las cuales llegan a obtener cierta resistencia a la compresión en dichos bloques, los mismos que se encuentran dentro de los parámetros de la Norma INEN ecuatoriana. Esta investigación realizará una revisión general de la elaboración de bloques, desde la correcta selección de materiales, la determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo, vibrado, y un adecuado curado más su respectivo almacenamiento.

Capítulo 1.- Esta investigación es para dar a conocer cómo, cuándo y dónde se destinarán los residuos provenientes de la construcción. Para esto el municipio de la ciudad de Guayaquil y algunas instituciones privadas trabajan continuamente en un plan estratégico y operativo para el control de los desechos de construcción; actualmente estos residuos van como relleno sanitario.

Capítulo 2.- Esta investigación proporcionará una idea más clara acerca del proyecto "ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL".

Capítulo 3.- Comprende un ámbito descriptivo y otro experimental, donde se buscará principalmente obtener las características físicas y mecánicas de los bloques que se realizarán con los materiales de estudio, luego proceder con los ensayos

consignados en las normas y reglamentos ecuatorianos basados en las normas INEN.

Capítulo 4.- Al ser este un proyecto del tipo experimental que será desarrollada en el laboratorio incluye el diseño de mezclas, utilizando los siguientes materiales; cemento, arena, agua y los materiales de residuos reciclados de cerámica y mampostería como agregado.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

"ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL"

1.2. Planteamiento del Problema.

En la actualidad el país se encuentra tratando de reducir los problemas de recolección de residuos varios que afectan la imagen de la mayoría de las ciudades, uno de estos problemas es la acumulación de residuos y desechos de construcción como los de la demolición de las edificaciones.

Especialmente en la ciudad de Guayaquil se observa una gran cantidad de desechos provenientes de demoliciones relacionadas con el área de la construcción, esto comienza a generar un problema de impacto ambiental, perjudicando a la salud de la población, existen pocos lugares de acopios para el reciclaje de los materiales, los cuales podrían ser recogidos para darles una reutilización, nuevamente en el área de la construcción.

Por otra parte, esta investigación es para dar a conocer cómo, cuándo y a donde se destinarán los residuos provenientes de la construcción. Para esto el municipio de la ciudad de Guayaquil y algunas instituciones privadas trabajan continuamente en un plan estratégico y operativo para el control de los desechos de construcción; actualmente estos residuos van como relleno sanitario.

Este proyecto de investigación analizará la utilización de los desechos de construcción considerando la cerámica y la mampostería para la elaboración de un bloque de construcción para viviendas de interés social.

1.2.1. Formulación del problema.

¿De qué forma beneficiaría la elaboración de bloques de residuos de cerámica y mampostería reciclados para la construcción de viviendas de interés social?

1.2.2 Sistematización del Problema.

- ¿Qué efecto económico tendría la elaboración de un bloque de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social, comparándolos con los bloques comerciales?
- ¿Cuál sería la dosificación óptima para alcanzar una resistencia del bloque de construcción elaborado con residuos de cerámica y mampostería para la construcción para viviendas de interés social?
- ¿Analizar la durabilidad del bloque de residuos de cerámica y mampostería para la construcción de viviendas de interés social?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General.

Diseñar un prototipo de bloque de construcción con residuos de cerámica y mampostería reciclados para viviendas de interés social.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la dosificación de los agregados mediante los ensayos de laboratorio con el fin de obtener una buena resistencia del bloque de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social.
- Indicar los materiales y sus cantidades que se necesitará para la elaboración del bloque.
- Determinar la resistencia del bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social.

1.4. Justificación de la Investigación.

Esta investigación se enfocará en la elaboración de un bloque con residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social, su resistencia, su durabilidad. Debido al incremento de residuos proveniente de la demolición de edificaciones, el presente trabajo permitiría mostrar la reutilización de estos residuos en el área de la construcción.

El estudio y análisis se lo realizará por medio de los ensayos de laboratorio clasificando sus agregados reciclados, la cerámica y mampostería. Para la elaboración del bloque para las viviendas de interés social.

1.5. Delimitación o alcance de la investigación.

Construcción: Es un proyecto de investigación que representa el trabajo de titulación en la Educación superior a nivel de Pregrado. Específicamente en la

Universidad Laica Vicente Rocafuerte de
Guayaquil. Pregrado.

Área:	Educación superior pre-grado.
Aspecto:	Es una investigación de tipo experimental.
Tema:	Elaboración de bloques de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social.
Delimitación espacial:	Guayaquil-Ecuador.
Delimitación temporal:	2018 - 2019

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general: La elaboración de este tipo de bloque con residuos reciclados de cerámica y mampostería servirá para la construcción de vivienda de interés social.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Elaboración de un Bloque de construcción con residuos de cerámica y mampostería de reciclado.

1.7.2 Variable dependiente

Cerámica y mampostería.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

Esta investigación proporcionará una idea más clara acerca del proyecto "ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL", en el cual se encontrarán los conceptos básicos, complementarios y específicos que ayudarán a la interpretación del mismo. El beneficio económico de productos reciclables, caso de estudio: cantón el empalme, provincia de Guayas. (Mariuxi Margarita Vera Briones, 2016) Gestión del reciclaje de residuos sólidos desde un enfoque racional. *Revicyhluz*, 39-44. Recuperado el 24 de Julio de 2016.

Lo citado por (Mariuxi Margarita Vera Briones, 2016) dice que la actividad recicladora en los últimos tiempos se ha venido desarrollando con mayor énfasis, de tal manera que en la actualidad existen comunidades dedicadas al sostenimiento del ecosistema ayudando a descontaminar el medio ambiente con la recolección de residuos sólidos. En este sentido, el objetivo del presente estudio es analizar la actividad recicladora en el cantón El Empalme, que permita reconocer lo costos y beneficios de la actividad objeto de análisis, la metodología empleada es de carácter descriptivo y comparativo, para esto se realizó encuestas a la ciudadanía, con un tamaño de la muestra de 15 personas recicladoras, y una entrevista al Director del departamento del medio ambiente del GAD reflejando así que es débil aun la participación en las actividades de reciclaje, tanto para las personas que se encargan de recolectar residuos en la calle como para las personas que reciben los desechos,

concluyendo en que el reciclaje genera doble beneficio, uno en sentido social proveyendo ingresos a las familias dedicadas al reciclaje y otro en torno ambiental reduciendo los residuos sólidos contaminantes en el cantón.

El tema citado anteriormente por (Mariuxi Margarita Vera Briones, 2016), tiene relación con el proyecto de investigación que se está desarrollando, la actividad que realizan las recicladoras en el cantón El Empalme también se aplican acá en la ciudad, es más la idea fue desarrollada acá en la ciudad de Guayaquil y la cual se compartió en varias ciudades del país. La recolección de los residuos proveniente de la demolición de estructuras y edificaciones en la ciudad de Guayaquil es una tarea que en estos últimos años ha tomado una gran importancia, por este motivo existen centros de acopio de estos materiales y uno de ellos es el botadero “las iguana” el cual es municipal y está a cargo de consorcio “Puerto Limpio”, gracias a este lugar de acopio el cual está autorizado se puede extraer los materiales para la elaboración del bloque con productos de residuos reciclados de cerámica y mampostería, gracias a esta iniciativa esta actividad beneficia económicamente a muchas personas y sería el sostenimiento de algunas familias, la cuales se dedican a recolectar, seleccionar y vender estos materiales y así obtienen un beneficio económico y esto además ayuda a reducir los residuos que contaminan a la ciudad.

Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. (Alejandro Vásquez Hernández, 2015) Arango Ingeniería y ciencia, ISSN-e 1794-9165, Vol. 11, N°. 21, 2015.

En otras palabras, lo citado por (Alejandro Vásquez Hernández, 2015), trata de una alternativa que contribuye a dar un paso hacia el ciclo continuo Reciclaje-Fabricación-Uso, a partir de contemplar la posibilidad de entender los residuos como materia prima de procesos, disminuyendo a su vez la extracción de materiales. Para ello se propone la fabricación de bloques con residuos a partir de la utilización de los desechos resultantes del proceso de demolición de la Construcción como agregado, sustituyendo la totalidad del agregado tradicionalmente utilizado y cumpliendo con las especificaciones físicas y mecánicas establecidas por las normas técnicas.

La investigación realizada por (Alejandro Vásquez Hernández, 2015), trata de una alternativa que se le puede dar a los residuos de materiales provenientes de escombros de edificaciones y estructuras derribadas, la cual es muy buena, para el caso de la investigación que se está desarrollando también se puede aplicar, porque en esencia lo que le proyecto pretende tener el mismo alcance de usar los productos residuos provenientes de la construcción y usarlos para elaborar nuevos elementos que servirían en el área de la construcción en el ciclo continuo de Reciclaje-Fabricación-Uso.

Gracias a este ciclo se podría optimizar de mejor manera las materias primas que se utilizan en el proceso tradicional para la elaboración de los bloques convencionales.

2.1. Antecedente.

En la actualidad las elaboraciones de los bloques convencionales ya están normados y estandarizados por las industrias del medio que las fabrican, y así se emplean en la construcción de paredes, muros de contención, etc.

El presente estudio incluye un nuevo tipo de bloque con materiales reciclados de cerámica y mampostería para viviendas de interés social, cuyos materiales se

obtendrán en el depósito de escombros del botadero municipal “las Iguana”, a cargo del consorcio “Puerto Limpio” en la ciudad de Guayaquil, los cuales serían seleccionados, extraído y sacados de este lugar de acopio, para luego ser transportados al lugar donde se realizará de molido en una trituradora, e incluyéndolo en la mezcla tradicional (agregado, cemento y agua) con la que se fabricaría el bloque.

En la actualidad no existe normativa nacional para la elaboración de bloques utilizando materiales reciclados, solo existen normas que avalan la fabricación del bloque con los materiales tradicionales. Existen proyectos similares aplicados con nueva tecnología que están siendo desarrolladas en el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE); Argentina.

En la ciudad de Córdoba se aplica la fabricación de bloques y placas utilizando procesos sencillos que no requiere maquinaria costosa, para la fabricación del bloque que utilizará un procedimiento similar al del hormigón común, y agregando adicionalmente materiales reciclados como la cerámica y mampostería, con la finalidad de esperar una resistencia mayor de bloque en comparación con los que se encuentran en el mercado.

La selección de estos ensayos obedece a los requerimientos que fija la Subsecretaría de Vivienda de la Nación para tramitar el Certificado de Aptitud Técnica (CAT) de elementos constructivos.

Bloque: Los bloques son utilizados en la elaboración de paredes cuya función es estructural, es decir, soporta a otros elementos estructurales del edificio (columnas, vigas, viguetas). Los bloques utilizados para este trabajo deberán estar condicionados a las características de resistencia, economía y durabilidad.

Según el INEN (servicio ecuatoriano de normalización), La fabricación de bloques de concreto depende del tipo de equipo de producción y de los procesos de curado, almacenamiento y despacho. Los equipos deben ser los adecuados en tamaño, tecnología y costos para el medio que se va a suministrar o el proyecto que se va a construir. Adicionalmente se debe cuidar lo siguiente:

- Los agregados deben ser de buena calidad, limpios, y con la granulometría correcta según el espesor de las paredes y tabiques de los bloques y la resistencia y la textura esperadas.
- Los otros materiales también se deben escoger con cuidado como los cementos, aditivos, y pigmentos, lo mismo que la forma de mezclarlos y su relación entre costo y efectividad.
- La dosificación de los materiales y del agua se debe hacer según las características esperadas para el bloque.
- Los agregados se introducen en una mezcladora, en las cantidades calculadas (en peso), y en una secuencia correcta. Allí se le agrega el agua y el cemento, en las cantidades calculadas.
- Los aditivos se adicionan en forma líquida en la mezcladora o mezclados con agua, en ambos casos, reemplazando parte de ésta.
- Los pigmentos se adicionan en polvo, gránulos o suspensión, directamente a la mezcladora.
- Según el tipo de bloque que se vaya a producir varía el proceso de mezclado en secuencia y duración, hasta obtener el concreto deseado, homogéneo en composición y color.

- La mezcla pasa a una máquina vibro compresora, que moldea las unidades con vibración y compresión, usando mol-des precisos. Las unidades salen de la máquina sobre placas de acero, que se llevan a una cámara de curado, donde se colocan en estanterías y se les aplica humedad por micro aspersión de agua durante 24 horas.
- Las unidades, que salen secas de las cámaras, se acomodan sobre estibas conformando cubos, los cuales se forran con láminas de plástico “estirable” para poder manejarlas más eficientemente.
- Los cubos se almacenan en arrumes, y se continúa su curado hasta que las unidades alcancen la resistencia adecuada. Luego se empacan para su despacho.

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

Tabla 1. Clasificación de bloques de acuerdo a su uso

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

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Al momento de su entrega en obra, los bloques deben cumplir con los requisitos físicos establecidos y determinados según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639(actual 3066).

La resistencia a la compresión está especificada para ser alcanzada a los 28 días de producidos los bloques; pero se pueden pegar en el muro a edades menores cuando se tenga un registro sobre la evolución de la resistencia de bloques de iguales características, y éste indique que alcanzarán dicha resistencia, lo que no exime de la verificación directa de la calidad de los bloques.

Tabla 2. Resistencia a la compresión, en bloques no soportantes.

RESISTENCIA A LA COMPRESION a los 28 d (Rc28)* evaluada sobre el área neta promedio (Anp)			ABSORCION DE AGUA (Aa), según el peso (densidad) del concreto secado en horno, kg/m ³	
*mínimo			promedio de 3 unidades, máximo, %	
CLAS E	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso mediano, de 1680 kg/m ³ hasta menos de 1900 kg/m ³	Peso normal, 1900 kg/m ³ o mas
A 1	1 3	1 1	12%	9 %
Normal	1 0	9	15%	1 2 %

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

La absorción de agua determinada según el ensayo establecido en la norma NTE INEN 639(actual 3066)., promedio de 3 unidades secadas en horno para cada tipo especificado, son las que se indican a continuación.

Tabla 3. Cuadro comparativo de densidad vs absorción.

TIPO	DENSIDAD EN (KG/M³)	ABSORCIÓN DE AGUA (KG/M³)
Liviano	< 1680	290
Medio	1680 a 2000	240
Normal	> 2000	210

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Dimensiones:

Si las dimensiones (medidas) de los bloques son variables, se altera el espesor de los muros y del mortero de pega, y se modifican sus características estructurales y constructivas (apariencia final del muro, niveles de enrase, alineación de juntas, acabados adicionales, etc.). Para evitar esto, el sistema de bloques de concreto es rigurosamente modular y, por su proceso de fabricación, las medidas son muy precisas y constantes; pero deben estar dentro de ciertos límites.

Las dimensiones de los bloques están definidas como: espesor, altura y longitud y se expresan de tres maneras: las dimensiones reales son las que se toman directamente sobre la unidad en el momento de evaluar su calidad; las dimensiones estándar son las designadas por el fabricante en su catálogo (dimensiones de producción), y las dimensiones nominales son las dimensiones estándar más el espesor de una junta de pega, o sea 1 cm. Por ejemplo, un bloque de dimensiones nominales (espesor, altura, longitud) 20 x 20 x 40, tiene unas dimensiones estándar de 19 x 19 x 39, pero sus dimensiones reales podrán ser 19,1 x 18,9 x 39,2, todas las medidas dadas en centímetros.

Absorción:

La absorción es la propiedad del concreto del bloque para absorber agua hasta saturarse. Está relacionada con su permeabilidad o sea la posibilidad de que haya paso de agua a través de sus paredes. Los límites de la absorción varían con el tipo de concreto del bloque.

Es importante tener la menor absorción posible en el bloque, pues mientras mayor sea, más agua succionará del mortero de pega y de inyección, y se puede reducir la hidratación del cemento en la superficie que los une, perdiendo adherencia y originando fisuras. Por el contrario, bloques totalmente impermeables evitan el intercambio de humedad y la creación de una superficie de adherencia, resultado en uniones de baja resistencia, con fisuras permeables al agua.

Una absorción baja reduce la entrada de agua y de contaminantes en el bloque, mejorando su durabilidad. Como la absorción es inversamente proporcional a resistencia a la compresión, por lo general es mayor para las unidades de menor resistencia.

Tabla 4. Absorción de agua, según el peso (Densidad) del bloque.

Absorción de agua según el peso del bloque, secado al horno			
promedio de unidades, máximo, %			
unidades / mampostería ESTRUCTURAL			
PESO	LIVIANO, Menos de 1680	MEDIANO, de 1680 hasta menos de 2000	NORMAL, 2000 o mas
CLASE alta	1 5	1 2	
CLASE baja	1 8	1 5	1 2
unidades / mampostería NO ESTRUCTURAL			
Chapa	1 5	1 2	
Unidad	1 8	1 5	1 2

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Contenido de humedad:

El contenido de humedad no es una propiedad del concreto del bloque sino un nivel de presencia de humedad dentro de su masa, intermedia entre saturación y estado seco al horno. Se determina mediante el ensayo correspondiente descrito en la NTE INEN 639, Mientras menos humedad tengan los bloques en el momento de pegarlos en el muro, y permanezca así, menos riesgo habrá de que aparezcan fisuras en los muros.

Cemento: El cemento Portland debe su nombre a la semejanza, en color y calidad, con la piedra de Portland, una caliza obtenida de una cantera en Dorset, Inglaterra. Este cemento empezó a ser desarrollado por Joseph Aspin, en 1824, (Gallo, Espino y Olvera, 2003).

El cemento portland es un ligante hidráulico inorgánico, polifásico artificial, que se obtiene a partir de un producto intermedio denominado Clinker, el cual se produce mediante la cocción a , aproximadamente, 1480 °C, generalmente en hornos rotatorios, de una mezcla en proporciones preestablecidas de carbonato de calcio (caliza) y de un aluminosilicatos (arcillas o margas) u otros materiales de una composición global similar y con la reactividad suficiente, previamente molidos y homogeneizados. Durante el proceso de cocción se produce una fusión parcial y una recombinación de los componentes de las materias primas dando lugar a nódulos de Clinker de 5-50 mm. De diámetro, que esencialmente consisten en silicatos de calcio hidráulicos. Posteriormente el Clinker mezclado con un 5 % de yeso (sulfato de calcio deshidrato) se somete a un proceso de molienda del cual resulta el cemento portland.

El cemento portland debe cumplir con los respectivos requisitos químicos establecidos en la norma de ensayo aplicable que se basan prácticamente para que tengan una moderada resistencia y que no desarrolle una expansión superior al 0,020% a los 14 días. Se debe realizar un ensayo de calor de hidratación a los 7 días, utilizando la NTE INEN199, por lo menos una vez cada seis meses. Tal ensayo no debe ser usado para aceptación o rechazo del cemento, pero los resultados deben ser reportados con propósitos de información.

Se empleará Cemento Portland tipo I, bajo la Norma INEN 152 (ASTM C-150) o tipo 1P, 1PM, P bajo la Norma INEN 490 (ASTM 595) mientras el proyecto no defina uno específico.

Existen diez tipos de cemento portland, enumerados a continuación:

Tipo I: Para ser utilizado cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

Arena: Según las normativas vigentes la arena se ha clasificado de la siguiente manera:

Arena normalizada: Arena de sílice, compuesta en su mayoría de granos de cuarzo casi puro, redondeados naturalmente.

La arena normalizada debe cumplir los requisitos de la siguiente tabla, en lo que respecta a la gradación, a la fuente de arena, y a la ausencia de características indeseables que incorporen aire.

Tabla 5. Características, gradación, porcentaje pasante del tamiz.

Características Gradación, porcentaje pasante del tamiz:	Arena 20 – 30	Arena Gradada
1,18 mm (No. 16)	100	100
850 μm (No. 20)	85 a 100	
600 μm (No. 30)	0 a 5	96 a 100
425 μm (No. 40)		65 a 75
300 μm (No. 50)		20 a 30
150 μm (No. 100)		0 a 4
Diferencia en el contenido de aire en morteros elaborados con arena lavada y sin lavar, % máx. de aire a	2,0	1,5 b
Fuente de arena	Ottawa, IL o LeSuer, MN	Ottawa, IL

a.-Esta determinación es necesaria cuando se sospecha la contaminación de la arena.

b.- La resistencia a la compresión en morteros según NTE INEN 488 (arena normalizada gradada), fabricados cuando se usa el cemento especificado en NTE INEN 152, NTE INEN 490 y NTE INEN 2380, puede reducirse aproximadamente un 4 % por cada porcentaje de aire en el cubo compactado. Sin embargo, pueden ser necesarias hasta tres amasadas con arena lavada y tres amasadas de arena sin lavar, para detectar una diferencia del 7 % en la resistencia entre morteros elaborados con arena lavada y otros sin lavar.

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Agregados: Los agregados son un componente importante de los bloques, consisten en el 85 al 90 % de la unidad; deben tener la posibilidad de aglutinarse por medio del cemento hidráulico para formar un cuerpo sólido, por lo que es muy importante su limpieza y durabilidad.

La limpieza implica que estén libres de arcillas, tierra negra, sedimentos y otros materiales orgánicos como raíces, cortezas, astillas de madera, hojas y otros materiales nocivos. La durabilidad implica que tengan partículas suaves o deleznales que se desintegren en el proceso de fabricación o al estar expuestas a las condiciones climáticas (lluvia, mojado, secado.)

El tamaño de los agregados juega un papel muy importante en la dosificación de la mezcla y se determina pesando una muestra de agregado seco que se hace pasar a través de una serie de tamices. La proporción en que se encuentran los granos de distintos tamaños, expresados en tanto por ciento, constituye la composición de la granulometría de la muestra.

Dicha proporción hace referencia a la cantidad de agua en los agregados como es del 1 hasta el 10 o 12 % en arenas normales, y hasta más del 30 % en arenas pómez. Si se proporciona por masa (peso) deben pesarse mayores cantidades de material para compensar el agua.

Para la cantidad de finos y gruesos que debe llevar una mezcla es importante especificar los límites de gradación y el tamaño del agregado. La gradación y el tamaño del agregado afectan la relativa proporción de los mismos, como también los requerimientos de cemento y agua, trabajabilidad, economía, porosidad y absorción de los bloques de concreto.

El módulo de finura es un índice numérico, proporcional al tamaño promedio de las partículas de un agregado dado; mientras más grueso es el agregado, mayor es el módulo de finura, y mientras más fino, menor es dicho módulo. Este se calcula

sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándares números: 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3", 6" y dividiendo la suma para 100.

El rango del módulo de finura de la arena es de 2.3 a 3.1. Si el módulo de finura de una arena es de 2.3 se trata de una arena fina; y si el modulo se encuentra entre 2.3 a 3.1 se trata de una arena mediana. Y si el modulo es mayor de 3.1 se trata de una arena gruesa.

Al considerar el módulo de finura y la gráfica de límites, se puede realizar el proporcionamiento de agregados tanto por volumen como por masa. Debe indicarse que el parámetro es útil para evaluar el consumo de pasta de cemento que se pueda emplear en morteros o concretos, porque dependiendo del tamaño de las arenas se requerirá más o menos pasta para rodear las partículas. www.elconstructorcivil.com

Los agregados que se utilicen en la elaboración de los bloques de hormigón deben cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 y además pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm.

Agua: Según las normas INEN (servicio ecuatoriano de normalización) vigentes el agua se ha clasificado de la siguiente manera:

Agua Mineral: Agua que contiene más sustancias minerales que el agua potable normal.

Agua mineral natural: Es el agua obtenida directamente de fuentes naturales, que se caracteriza por el contenido en sales minerales, presencia de oligoelementos, recogidas en condiciones que garanticen su pureza bacteriológica original, envasadas en la fuente en condiciones higiénicas sanitarias.

Agua natural: Es aquella proveniente de fuentes naturales, tales como ríos, lagos, manantiales y otros.

Agua Potable: Aquella cuyo uso y consumo no causa efectos nocivos al ser humano, para lo cual debe cumplir con los requisitos que establece el Reglamento y las Normas internacionales.

Reciclaje: El reciclaje transforma materiales usados, que de otro modo serían simplemente desechos, en recursos muy valiosos. La recopilación de desperdicios de construcción, desalojos, latas, periódicos, etc. son reutilizables y de allí a que, llevarlos a una instalación o puesto de recogida, sea el primer paso para una serie de pasos generadores de una gran cantidad de recursos financieros, ambientales y cómo no de beneficios sociales. Algunos de estos beneficios se acumulan tanto a nivel local como a nivel nacional.

Ante esta problemática, en muchos países y universidades, se han desarrollado investigaciones científicas tecnológicas acerca de cómo aprovechar estos residuos (Gómez et al., 2002; Hincapié y Aguja, 2003; Sánchez de Juan, 2004; Sánchez de Sanch et al., 2004; Domínguez y Martínez, 2007; Pérez et al., 2007; Valdés y Rapimán, 2007; Pa-vón et al., 2012), ya que existe una verdadera preocupación por la contaminación que se produce en la zona urbana, con llevando la búsqueda de posibles soluciones para el material de desecho, es así que el reciclaje de residuos sólidos,

Provenientes de la actividad de la construcción tales como: tierra y áridos mezclados, restos de hormigón, pavimentos, asfálticos, ladrillos, plásticos, vidrio, madera, se ha vuelto una práctica indispensable en la preservación de recursos naturales y en la reducción del impacto ambiental.

Cerámica: la cerámica es un material de revestimiento antiquísimo. Nació a partir del trabajo con base arcillosa, hasta convertirse en la versátil y funcional pieza que es en nuestros días. En su composición, la cerámica actual sigue teniendo a la arcilla como materia prima; arcilla y agua, como antaño. Pero se incorpora a la receta elementos fundentes (óxido de hierro, carbonato de calcio, feldespatos y otros), así como quemantes (que permiten una mejor cocción, como la lignita, el aserrín, la termoarcilla, entre otros), desengrasantes (arena, ladrillo molido, escoria y otros que quitan plasticidad) y plastificantes (como la bentonita y las arcillas trimórficas).

De este modo, el material se hace más resistente a las exigencias diarias y climáticas, más duradero en su longevidad, y más versátil y maleable a la hora de adecuarse a determinados estilos. La moldaría y las texturas también aportan más o menos permeabilidad a las piezas, haciéndolas antideslizantes, de fácil mantenimiento y limpieza, y de gran atractivo.

La cerámica se regida por normas las cuales deben cumplir clasificaciones, características y requisitos de marcado para cerámicas de la mejor calidad comercial (primera calidad). Esta norma nacional no es aplicable para cerámicas elaboradas por otro proceso que por el proceso normal de extrusión o prensado en seco. No es aplicable para accesorios decorativos o recortes tales como bordes, esquinas, zócalos, cornisas, barrederas, cuentas de cerámica, escaleras, baldosas curvadas y otras piezas

de accesorio o mosaicos (es decir, cualquier pieza que puede caber en un área de 49 cm²).

Materia prima: Las materias primas de la cerámica son la arcilla, el desgrasante o clastos y el agua.

La arcilla es llamada fracción fina de un suelo o sedimento, siendo el conjunto de partículas minerales que tienen un diámetro de dos micras o menos. Algunos autores prefieren denominar la materia prima de la cerámica como tierras, porque las arcillas seleccionadas nunca son puras, están mezcladas con elementos minerales de mayor tamaño o fracciones gruesas, no plásticos o desgrasante. Es decir, aunque el mayor porcentaje de material sea arcilla, no lo es todo. También contienen limos y arenas en cantidades variables que serán factores determinantes respecto al tipo de textura.

La razón de que se use la arcilla es por su propiedad plástica, sus facultades de moldeado en el estado pastoso, pero dureza en el estado cocido. El desgrasante se añade o ya va incluido en las arcillas para que sirva de armazón y de solidez a la parte plástica de la cerámica (arcilla y agua). Las arcillas tienen una gran capacidad de absorción de agua, no sólo la intrínseca sino también la añadida por el alfarero para darle plasticidad y poder moldearla (supone el 18-25 % del total). Si se le echa poca agua se fragmenta y si se le echa mucha ya no es plástica.

El desgrasante suele ser más visible en la pared interior, ya que en la exterior normalmente se procede a un acabado final de alisamiento por motivos estéticos y prácticos (por ejemplo, para evitar en lo posible la porosidad).

Tipos de cerámicas y usos en la construcción

Aunque al hablar de cerámicos para la construcción se incluyen tejas, ladrillos y otros, cuando nombramos las “cerámicas” nos referimos mayormente a los revestimientos, que son la parte final de un proyecto de construcción y es lo que, en definitiva, convierte una estructura en un hogar.

Azulejos: Entre las cerámicas más habituales, encontramos los azulejos. Tienen un acabado brillante, vitrificado, que facilita su limpieza y resulta muy impermeable, siendo así el elegido para cuartos de baño y lavaderos. También se los escoge para los revestimientos verticales en la cocina, en especial cerca de la zona de cocción.

Cerámica rústica: Tiene un aspecto más natural, es más opaca y es la adecuada para pisos del interior. Aunque es impermeable, es susceptible a algunas manchas por humedad, por lo que se recomienda plastificarlas o aplicar ceras especiales. Se presenta en el mercado en bloques, baldosas.

Mampostería: En la actualidad, para unir las piezas se utiliza generalmente un mortero de cemento, arena con la adición de una cantidad conveniente de agua o un mortero de cemento de albañilería (que se fabrica a base del residuo del cemento), y arena con la adición de una cantidad conveniente de agua.

Tipos de mampostería: según las normativas existentes la mampostería se divide en los siguientes tipos:

Mampostería en seco: En este tipo de mampostería, que puede ser construida con piedras o con ladrillos, no se emplea ningún mortero. Hay que escoger los mampuestos

uno a uno para que el conjunto tenga estabilidad. Se emplean piedras pequeñas, llamados ripios, para acuñar los mampuestos y rellenar los huecos entre estos.

Ejemplos de este tipo de mampostería se pueden encontrar en las construcciones de andenes en los Andes, principalmente en Perú y en el norte de Bolivia; en España los muros así resultantes se denominan muros secos o muros de cuerda seca. Este tipo de trabajo de los muros es típico de las construcciones rurales tradicionales, por ejemplo, en la Alpujarra granadina, en la región de Andalucía.

Mampostería ordinaria: Se fabrica con un mortero de cemento. Los agregados deben adaptarse unas a otras lo más posible para dejar el menor porcentaje de huecos relleno de mortero. Únicamente se admitirá que aparezca el ripio al exterior si la fábrica se va a revocar posteriormente.

No se admite el empleo de ripios y los mampuestos del paramento exterior deben prepararse de modo que las caras visibles tengan forma poligonal y rellenan el hueco que dejan los mampuestos contiguos. Debe evitarse la concurrencia de cuatro aristas de mampuestos en un mismo vértice.

Cuando la fábrica sea de un espesor mayor que el de los mampuestos, se procederá a asentar primero los mampuestos de los paramentos vistos, y se colocarán después los principales mampuestos del relleno, acuñados con ripios si fuera necesario.

Si en una mampostería concertada se forman hiladas horizontales, las líneas de juntas verticales deben alternarse y nunca mediará entre la junta de dos hiladas contiguas menos de 20 centímetros.

Los ensayos que se realizarán para la elaboración del bloque de reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para viviendas de interés social, deberán obedecer a los requerimientos que fija INEN (servicio ecuatoriano de normalización).

Absorción

Al realizarle el ensayo de absorción al bloque elaborado con materiales reciclados de cerámica y mampostería serían livianos por el bajo peso específico de la materia prima.

Resistencia a la compresión:

El ensayo de resistencia a la compresión al bloque con material reciclado de cerámica y mampostería tendrían una resistencia menor o mayor a la de otros bloques tradicionales.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Bloque.

Concepto: El bloque (unidad de mampostería de perforación vertical), es un prisma recto de concreto, prefabricado, con una o más perforaciones verticales, que se usa para construir mamposterías (por lo general muros). Esto implica que sus 6 lados deben formar ángulos rectos con los demás, y que sus perforaciones deben tener, al menos, una cuarta parte (25%) de su área bruta (la que resulta de multiplicar la longitud x el ancho del bloque). Se y es responsable, en muy buena medida, de las características mecánicas y estéticas de dichas mamposterías.

2.2.2. Cemento.

Concepto: El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua (Diccionario de la lengua española, 2005).

Mezclado con agregados pétreos y agua, crea una mezcla uniforme, maleable y plástica que fragua y se endurece, adquiriendo consistencia pétreo, denominada hormigón o concreto. Su uso está muy generalizado en construcción. Cuenta con propiedades adhesivas y cohesivas las cuales dan la capacidad de aglutinar otros materiales para formar un todo, sólido y compacto.

2.2.3. Arena.

Concepto: Materia constituida por pequeños granos de mineral desprendidos de las rocas y acumulados en playas, márgenes de ríos o formando capa sobre un terreno.

2.2.4. Agregado.

Concepto: cualquier material mineral duro o inerte en forma de partículas graduadas o fragmentos, también se les llama áridos, siendo éste un nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales de diferentes tamaños que provienen de la fragmentación natural o artificial de las rocas.

2.2.5. Agua.

Concepto: Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H₂O).

2.2.6. Reciclaje.

Concepto: el reciclaje o reciclamiento es la acción y efecto de reciclar (aplicar un proceso sobre un material para que pueda volver a utilizarse). El reciclaje implica dar una nueva vida al material en cuestión, lo que ayuda a reducir el consumo de recursos y la degradación del planeta.

2.2.7. Cerámica.

Concepto: Arte o técnica de fabricar objetos de barro, loza y porcelana de todas las clases y calidades. "según esa teoría, la cerámica surgió para cubrir las necesidades básicas de la vida doméstica".

2.2.8. Mampostería

Concepto: es un sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos), que pueden caracterizarse por estar sin labrar (o con una labra muy tosca).

Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para construcciones en alturas grandes. La mayor parte de la construcción es estructural.

2.3. Marco legal

El marco legal que sostiene esta tesis son los siguientes:

Bloque: la elaboración del bloque cuenta con las siguientes normativas:

- NORMA NEC-SE-HM (bloque).
- NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.

- NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.
- NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.
- NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.
- NORMA ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. American societyfor testing and materials. USA 2014.
- NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.
- NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.
- NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.
- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.

Cemento: la elaboración del cemento cuenta con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería.
- NORMA NTE INEN 153 2012 cemento, muestreo y ensayo.
- NORMA NTE INEN 198 cemento, determinación de la resistencia a la flexión y a la compresión de morteros.

- NORMA ASTM C 1329 norma de especificaciones para mortero de cemento.
- NORMA ASTM C 91:2012, standard specification for masonry cement.

Arena: la elaboración de la arena cuenta con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA ASTM C 778-13, standard specification for standard sand.

Agua: El agua debe cumplir con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. definiciones.
- NORMA NTE INEN 1108 agua potable. requisitos.
- NORMA NTE INEN 2169:2013 agua. calidad del agua. muestreo. manejo y conservación de muestras.
- NORMA NTE INEN-ISO 7887:2013 calidad de agua – examen y determinación de color (idt).
- NORMA ISO 7875-1 water quality - determination of surfactants.
- NORMA INTERNATIONAL STANDARD. ISO 6107 – 8. 2001. water quality.

Cerámica: La cerámica debe cumplir con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN-ISO 13006 cerámica definiciones, clasificación, característica y rotulado (iso 13006;2012 idt).

Mampostería: La mampostería debe cumplir con las siguientes normativas:

- NORMA NTE INEN 2518.2010 mortero para unidad de mampostería requisitos.

- NORMA NTE INEN 2536:2010 áridos para uso en morteros para mampostería requisitos.
- NORMA NTE INEN 2619:2012 bloques huecos de hormigón para mampostería refrentado para ensayo y compresión.
- NORMA ASTM C140 método de ensayo para el muestreo y ensayos de unidades de mampostería de hormigón.
- NORMA NEC-SE-HM (bloque).
- NORMA ASTM A820, ASTM C1609 y ACI 544.
- NORMA NTE INEN 638 bloques huecos de hormigón. definiciones, clasificación y condiciones generales.
- NORMA NTE INEN 643 bloques huecos de hormigón. requisitos.
- NORMA NTE INEN 3066 bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.
- NORMA ASTM C90 – 14 standard specification for loadbearing concrete masonry units. American societyfor testing and materials. USA 2014.
- NORMA UNE EN 771 – 3 especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. parte 3: bloques de hormigón (áridos densos y ligeros). asociación española de normalización y certificación. España 2011.
- NORMA ASTM C129:2014, standard specification for nonloadbearing concrete masonry units.
- NORMA ASTM C140:2016, standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units.
- NORMA NTE INEN 152 2012 cemento portland.
- NORMA NTE INEN 1806 cemento para mampostería. requisitos.

- NORMA NTE INEN 873 arena normalizada. requisitos.
- NORMA NTE INEN 1882:2013 agua. Definiciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Comprende un ámbito descriptivo y otro experimental, donde se buscará principalmente obtener las características físicas y mecánicas de los bloques que se realizarán con los materiales de estudio, luego proceder con los ensayos consignados en las normas y reglamentos ecuatorianos basados en las normas INEN.

Además, Esta investigación buscará principalmente obtener las características físicas y mecánicas del bloque con residuos de cerámica y mampostería, luego se realizará un análisis con los resultados obtenidos y los consignados en las normas y reglamentos del INEN (servicio Ecuatoriano de normalización), con respecto a los materiales convencionales, con el fin de comprobar si los bloques de cemento con materiales de residuo reciclado de cerámica y mampostería cumplen los criterios establecidos en la NORMA NTE INEN 638 y 3066. Posteriormente, se realizará una comparación entre un análisis de precio unitario de un bloque con materiales de residuos y un A.P.U. de un bloque convencional para determinar cuánto es, más o menos costoso, esta investigación tendrá en cuenta los precios comerciales actuales.

Para alcanzar los objetivos generales y específicos se plantea realizar los siguientes pasos:

Recolección de los materiales reciclados: Con la finalidad de obtener la materia prima, se buscará obtener una autorización para la recopilación de los datos requeridos y la extracción de los materiales de residuos de cerámica y mampostería con el

Municipio de Guayaquil y la empresa a cargo del botadero municipal “Las Iguanas” el cual está a cargo del consorcio “Puerto Limpio”.

Esta institución proporciono los datos requeridos de los materiales reciclados para la elaboración del proyecto, tal como es la cantidad de material proveniente de las demoliciones de las edificaciones, según esta institución el botadero recibe una cantidad aproximada diaria de 50 m³ de materiales proveniente de demoliciones, el área destinada para el acopio del material es de 5000 metros cuadrados (m²), y con una capacidad actual de 20000 m³, actualmente el área costa con unos 9500 m³ de material proveniente de demoliciones. También la **Institución** indicó que existen planes para ampliar esta área, también se le realizó la consulta del costo del material reciclados para los fines de este proyecto, y supieron indicar que actualmente ellos no están comercializando el producto, por ende, no poseen un costo de venta del material, sin embargo, en el caso de comenzar a comercializarlo tendría un costo estimado de 8.00 dólares por metro cubico (m³).

Evaluación de los materiales reciclados: Para evaluar los dos tipos de material de reciclaje los cuales son la cerámica y la mampostería, será necesario llegar al sitio de acopio y realizar una correcta selección de estos 2 tipos de materiales con la finalidad de elaborar el bloque deseado.

Procesamiento los materiales: En primer lugar, se debe fabricar un bloque y para conseguirlo, Se debe establecer una dosificación adecuada de los componentes que formarán parte de la mezcla para la preparación del mortero.

La dosificación tendrá los siguientes componentes:

- El cemento como material cementante.
- Los residuos reciclables de cerámica y mampostería como agregado.
- La arena que es el árido fino.
- el agua.

Todos estos materiales se mezclarán través de una maquinaria apropiada, la misma que producirá una granulometría acorde al proceso investigativo, para la elaboración del bloque, y para su dimensionamiento se tomará los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Proceso de moldeado de los materiales: Se requiere de una prensa adecuada para el proceso, además la mezcla producida por la dosificación será verter en un molde metálico. La mezcla será prensada en frio, con determinada carga y tiempo que serán establecidos producto de la investigación, además el bloque tendrá un proceso de secado.

Resultados: El producto final (el bloque), será analizado en el laboratorio (ensayo a la compresión), para confirmar si cumple con las normativas establecidas y el cumplimiento del objetivo general.

3.1. Tipos de Investigación.

Esta investigación será exploratoria, descriptiva y experimental, por lo cual se extraerán datos y términos que nos permitan generar las preguntas necesarias para poder llevar a cabo el proyecto y cumplir su objetivo.

3.2. Enfoque.

Esta investigación tiene un enfoque de carácter mixta ya que se necesitaría saber calidad y la demanda de los prototipos de bloques con material de residuo reciclable de cerámica y mampostería refiriéndose a lo cualitativo y cuantitativo.

3.3. Técnicas de Investigación.

La observación de la elaboración de los bloques de construcción con residuos reciclables de cerámica y mampostería, mezclado con cemento portland. Sería proporcionada por una encuesta a profesionales de la construcción sobre el uso del reciclaje y viviendas de interés social a través de un cuestionario. Consultas a profesionales de la construcción.

3.4. Muestra.

La población estará determinada por un universo que comprende los fabricantes de este tipo de elemento de construcción del que se tomará una muestra aleatoria significativa.

Se tomará una muestra no probabilística intencional, con la finalidad de realizar los estudios necesarios, a fin de determinar sus características y propiedades de éstos, lo cual nos dará tendencias más no precisión.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1. Proceso de elaboración del bloque

Para dar como realizado el objetivo específico se realizará el siguiente procedimiento para el diseño del bloque.

Al ser este un proyecto del tipo experimental que será desarrollada en el laboratorio incluye el diseño de mezclas, utilizando los siguientes materiales; cemento, arena, agua y los materiales de residuos reciclados de cerámica y mampostería como agregado.

Tabla 6. Clasificación de los bloques huecos de hormigón y resistencia mínima a la compresión.

Tipo	Uso	Resistencia mínima a la compresión (mpa)* a los 28 días.
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.	6
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con y sin revestimiento.	4
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.	3
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con y sin revestimiento.	2.5
E	Losas alivianadas de hormigón armado.	2

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

1MPa=10.20 kg/cm².

Actualmente el INEN modifico la norma INEN 639, por la actual INEN 3066, en la cual el cuadro de los tipos de resistencia mínima a la compresión simple se redujo a lo siguiente:

Tabla 7. Clasificación de la resistencia mínima a la compresión de bloques según INEN

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (MPa)*		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	13,8	4,0	1,7
Por bloque	12,4	3,5	1,4
* 1 MPa = 10,2 kg/cm ²			

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.1.2. Materia prima

El hormigón a utilizarse en la elaboración del boque estará regido con los siguientes materiales, según la norma INEN 638.

*Cemento portland, que cumpla la norma INEN 152, “Cemento portland. Requisitos” y la norma INEN 1548, “Cemento portland especial. Requisitos”.



Figura 1: Cemento Portland
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

*Áridos finos(arena), que cumpla con la norma INEN 872, “Áridos para hormigón. Requisitos”.



Figura 2: Arena
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

*Agua dulce limpia, que cumpla con la norma INEN 2169, “Calidad de agua. Muestreo, manejo y conservación de muestras”.

*Residuos reciclados de cerámica y mampostería.



Figura 3: Material reciclado de cerámica
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)



Figura 4: Material reciclado de mampostería. Elaborado por:
Chóez Miranda, R (2018)

Debido que al no existir en nuestro país una normativa sobre este tipo de bloque con materiales de residuos reciclables de cerámica y mampostería, es necesario crear un modelo con el que se realizará los procesos de comparación para alcanzar estándares de calidad, es decir, crear un bloque con los materiales citados, ya que se debe utilizar los materiales existente en la zona, por lo tanto, a este material se analizará para obtener buenos resultados, con el que se va a elaborar un mortero con diferentes dosificaciones. La dimensión real de un bloque para este proyecto serán 9x19x39 cm.

4.2. Proceso general

Los bloques de manera artesanal tienen un proceso de elaboración poco regularizado, es decir, cumplen con muy poco control riguroso de calidad y su producción es menor que la industrial. Existen varios lugares donde se elaboran bloques de hormigón de manera artesanal, con la finalidad de satisfacer en menor escala la demanda del sector constructivo, actualmente en nuestro medio no existen empresas dedicadas a la fabricación artesanal de los bloques con residuos reciclados de cerámica y mampostería.

Materiales para elaboración de bloques BRCM.

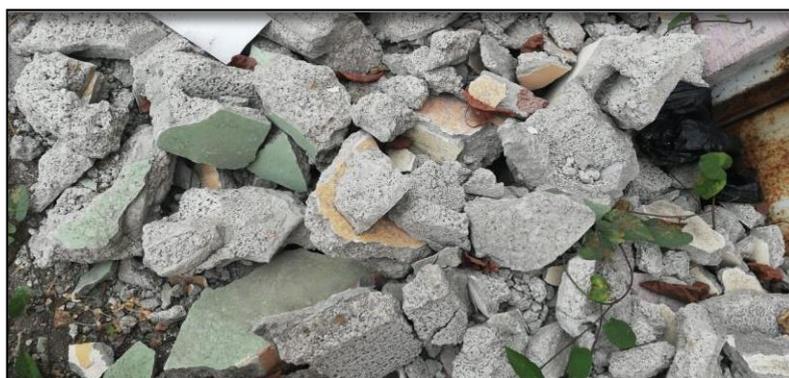


Figura 5: Material reciclado de mampostería. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)



Figura 6: Material reciclado de cerámica. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)



Figura 7: Material reciclado triturado y ensacado de cerámica. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.1. Proceso de selección y traslado de los materiales

Gracias a la colaboración del Muy Ilustre Municipio de Guayaquil y al consorcio “Puerto Limpio” se concretó el ingreso al depósito de escombros municipales ubicado en el botadero municipal “Las Iguana” al norte de la ciudad, la cual esta soportada por los respectivos documentos entregados a esas instituciones.

Con la información y los materiales proporcionados por las instituciones citadas anteriormente se procedió a seleccionar y transportar los materiales reciclados de cerámica y mampostería tal como se aprecia en las fotografías siguientes:



Figura 8: Material reciclado y ensacado de mampostería. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)



Figura 9: Material reciclado y ensacado de cerámica. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.2. Proceso de triturado del material

Luego de trasladar el material reciclado seleccionado de cerámica y mampostería, así como los demás materiales como son agua, arena y cemento a lugar de fabricación de los bloques, se procedió al triturado de los materiales reciclados.



Figura 10: Triturado de material reciclado. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Como se puede apreciar en las fotos anteriores, inicialmente ante de ingresar los materiales reciclados de cerámica y mampostería en la máquina de triturado, esto se lo puede realizar utilizando herramientas menores como combos o martillos, esta actividad previa al ingreso del material en la maquina triturada, esto ayudará que el producto resultante obtenga una mejor calidad y que la maquina no sufra un posible daño a causa del tamaño de los materiales ingresados.

Luego obtener los materiales de residuos reciclados de cerámica y mampostería se procedido a mezclarlos tal como se aprecia en la siguiente fotografía:



Figura 11: Materiales de residuos reciclados de cerámica y mampostería triturados. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Ya mezclado los materiales reciclados se procederá a realizar los ensayos granulométricos correspondiente.

Unos de los materiales mas importante en la elaboración de bloques es la arena, la cual debe cumplir con los requisitos de la norma INEN 872 y además deben pasar por un tamiz de abertura nominal de 10mm y debe cumplir los siguientes requisitos:

Tamaño nominal: 4,75 - 0.075 mm

- Densidad: 2570 - 2610 Kg/m³

- Absorción 2.6 % - 3.0 %

- Módulo de finura: 3.4 - 3.8

esto, hay que tratar de utilizar el agua extra mínima que cumpla las condiciones de trabajabilidad de la mezcla.

La relación agua cemento apropiada se detalla en el siguiente gráfico:

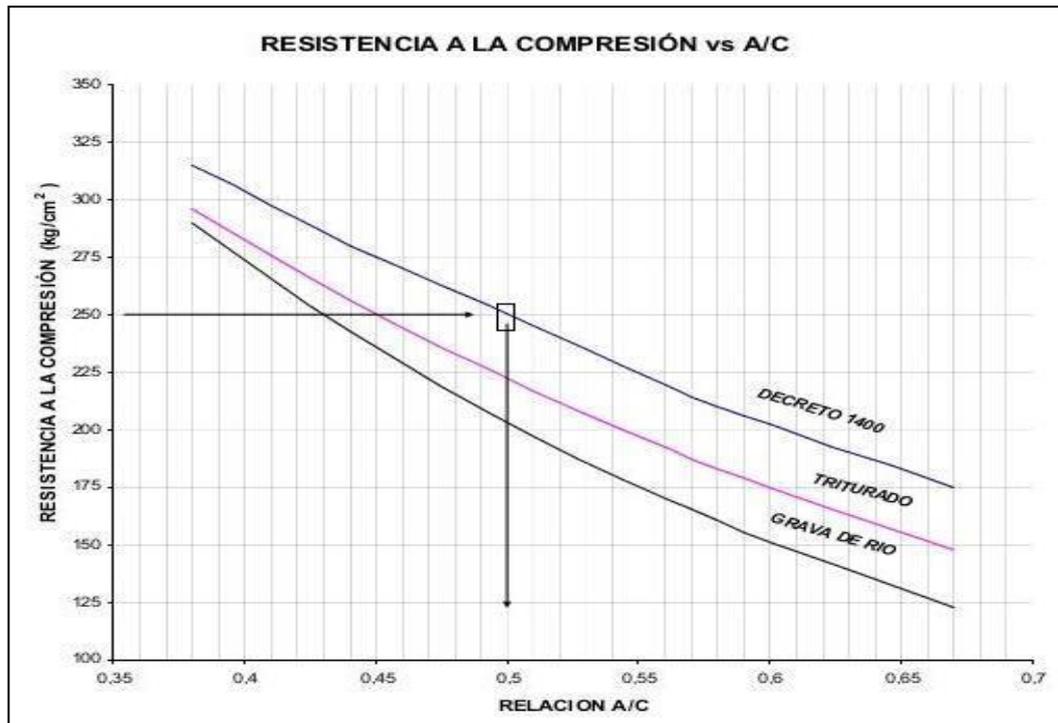


Figura 13: Resistencia a la Compresión Vs. A/C
Fuente: CONCRETO SIMPLE Pág. 178 Ing. Gerardo A. Rivera CAP.8 Dosificación de Mezclas de Concreto

4.2.3. Proceso de producción

Para asegurar la calidad de los bloques con residuos reciclados de cerámica y mampostería se deberá controlar durante la fabricación, la dosificación de los materiales en la mezcla definida, los cuales se recomienda sean al peso o en volumen, Además el bloque debe mantener su uniformidad; sus dimensiones: ancho, largo y alto; calidad, textura superficial y acabado final. En todo proceso, se realizan una serie de actividades las cuales guardan estrecha relación entre sí; por tanto, la calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos se realicen cumpliendo con los requisitos básicos.

Diseño de las mezclas

La elaboración del bloque de concreto es básicamente la mezcla de dos componentes: agregados y la pasta. Ésta compuesta de cemento portland y agua, la cual une a los agregados (arena y BRCM) para formar una masa moldeable que se endurece debido a la reacción química que sufre el cemento y el agua.

Los ensayos realizados para conocer las principales características de los agregados utilizados, tenemos.

- Análisis granulométrico: NTE INEN-ISO 696 Aridos, analisis granulometrico en los aridos finos y grueso.

- Peso específico y absorción Agregada Fino NTE INEN 856 Áridos.determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad y peso específico) y absorción del árido fino.

- Peso específico y absorción Agregada Grueso NTE INEN 857 Áridos. determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad y peso específico) y absorción del árido grueso.

4.2.4. Análisis granulométrico.

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas del agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico. En la práctica no existe ningún método que permita llegar a una granulometría ideal, aplicable en todos los casos a todos los agregados. Sin embargo, se han desarrollado especificaciones de granulometría las cuales, en promedio permitirán obtener

concretos de propiedades satisfactorias a partir de materiales disponibles en un área determinada.

Curva granulométrica.

La curva granulométrica es una excelente ayuda para mostrar la granulometría de los agregados individuales y combinados. El cálculo logarítmico es conveniente dado que, en una serie de tamices con aberturas en una relación constante, los puntos que representan los resultados del análisis al ser unidos forman la curva granulométrica del agregado.

Resultado del ensayo granulométrico.

El resultado del tamizado esta expresado en porcentaje retenido en cada tamiz. El resultado mostrado en el siguiente cuadro.

Tabla 8. Cuadro de uso granulométrico de BRCM.

Tamiz ASTM	Malla (mm)	Retenido	Porcentaje de retenido	Porentaje acumulado	Porcentaje acumulado que pasa
N°4	4.763	18.45	3.70%	3.70%	96.30%
N° 8	2.381	61.87	12.40%	16.09%	83.91%
N °16	1.191	101.60	20.36%	36.45%	63.55%
N° 30	0.595	119.48	23.94%	60.39%	39.61%
N° 50	0.296	95.68	19.17%	79.56%	20.44%
N° 100	0.149	57.73	11.57%	91.13%	8.87%
N° 200	0.074	27.04	5.42%	96.54%	3.46%
FONDO		17.26	3.46%	100.00%	

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

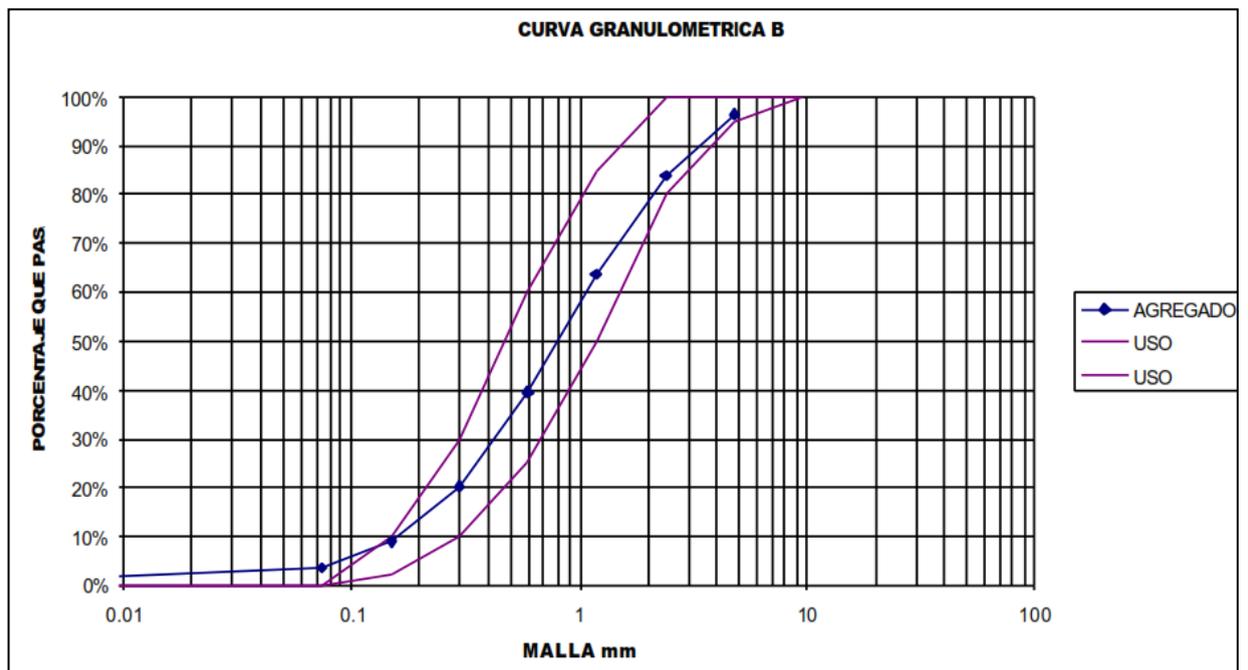


Figura 14 Curva Granulométrica B Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Este proyecto no considera conveniente hacer estudios más detallados para determinar la óptima combinación de los materiales de cerámica y mampostería, la cual se logra mediante la determinación y la combinación de materiales que produzca la máxima densidad compatible con una buena trabajabilidad del concreto y utilizando un mínimo contenido de cemento.

Peso unitario compactado(puc) de agregados.

- Peso del balde. 1102.75
- Peso del balde + BRCM. 4674.50
- Peso del BRCM. 3571.75

4.2.5. Peso específico.

El peso específico del material de residuos reciclados de cerámica y mampostería (BRCM), adquiere importancia en la elaboración de elementos constructivos cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de la calidad, en cuanto los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que un peso bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar otras pruebas adicionales.

Aplicado a agregados, el concepto de peso específico se refiere a la densidad de las partículas individuales y no a la masa del agregado como un todo.

Resultado del ensayo de peso específico.

Peso específico

Peso De La Muestra Seca Al Horno	= 497.07 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca	= 500.01 gr
Peso De La Muestra Saturada Con Superficie Seca + Agua	= 795.90 gr
Peso Del Agua	= 295.89 gr
Volumen De La Probeta	= 500.00 cm ³

Peso específico de masa.

$$\frac{497.07}{500 - 295.89} = 2.435 \text{ gr/cm}^3$$

Peso específico de masa superficialmente seco.

$$\frac{500.01}{500 - 295.89} = 2.449 \text{ gr/cm}^3$$

Peso específico aparente.

$$\frac{497.07}{204.11 - 2.93} = 2.470 \text{ gr/cm}^3$$

4.2.6. Peso unitario.

Se denomina peso volumétrico o peso unitario del agregado, ya sea suelto o compactado, el peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico (kg/m³) de material. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y en el caso de dosificarse el concreto por volumen.

Resultado del ensayo de peso unitario de (BRCM).

Peso del agua. = 1985.05 gr

Densidad medida. = 1 gr/cm³

Volumen. = 0.002008 m³

Peso unitario suelto

Peso del balde. = 1102.75 gr.

Peso del balde + BRCM. = 4322 gr.

Peso de BRCM. = 3219.25 gr.

Peso unitario suelto = 1603.49 kg/m³

Peso unitario compactado

Peso del balde. = 1102.75 gr.

Peso del balde + BRCM. = 4818.7 gr.

Peso del agregado. = 3715.95 gr.

Peso unitario suelto. = 1850.89 kg/m³.

Absorción.

Los agregados presentan poros internos, los cuales se conocen como abiertos cuando son accesibles al agua o humedad exterior sin requisito de presión, diferenciándose de la porosidad cerrada, en el interior del agregado, sin canales de comunicación con la superficie a la que alcanza mediante flujos de baja presión.

Se entiende por absorción al contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secada superficialmente. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

4.2.7. Resultado del ensayo

La determinación del contenido de absorción es importante en la medida que permiten conocer el volumen de agua que absorberá el agregado en una mezcla de concreto. Los resultados son el promedio de tres ensayos.

Absorción de (BRCM).

Peso de la muestra seca al horno. = 497.07 gr.

Peso de la muestra saturada con superficie seca. = 500.01 gr.

Peso de la muestra saturada con superficie seca + agua. = 795.90 gr.

Peso del agua. = 295.89 gr.

Volumen de la probeta. = 500.00 cm³.

Porcentaje de absorción

$$100 \times \frac{500.01 - 497.07}{497.07} = 0.59 \%$$

4.2.8. Evaluación física y mecánica de la unidad

Los materiales necesarios para la elaboración de los bloques con residuos reciclados de cerámica y mampostería deben de estar respaldados sobre las siguientes normas:

-El agua, la cual cumple con la norma NTE INEN 1108-5 agua.

-La arena, que cumple con la norma NTE INEN 873-2 arena.

-El cemento, que cumple con las normas NTE INEN 152-5 cemento portland y NTE INEN 198-1 cemento para mortero.

La arenas finas consumen más pasta y consecuentemente más cemento, por el contrario las arenas gruesas consumen menos pasta y consecuentemente menos cemento.

La dosificación comercial factible es la de 1:5:2 (Cemento, Arena, agregado), más agua en proporción de un 10%. (el 10% se obtiene del peso seco de los materiales, este valor proviene de trabajos en laboratorio de materiales bajo las normas ASTM.

Según la norma NTE INEN 3066, dice que para cumplir el requerimiento visual establecido se deben fabricar un lote completo de bloques, en base a esto se fabricaran 40 bloques con material de residuos reciclados de cerámica y mampostería.

Para los ensayos de resistencia a la compresión se tomarán 3 bloques y para el ensayo de absorción se tomará 1 del lote fabricado.

4.2.9. Dosificación.

Las diferentes dosificaciones de los materiales se harán por volumen en nuestro análisis, utilizando parihuelas de madera, carretillas y baldes.

De manera general, las mezclas empleadas para la elaboración de los bloques de concreto con materiales de residuos reciclados de cerámica y mampostería contienen el mismo porcentaje de cemento y agua, pero la cantidad de material de residuos reciclados de cerámica y mampostería y arena son los que varían según el tipo de bloque. Esta metodología da como resultado un producto relativamente seco, de mezclas homogéneas que mantienen su forma cuando es removido del molde.

Es necesario dosificar muy cuidadosamente el contenido de agua en la mezcla, para que ésta no resulte ni muy seca ni demasiado húmeda. En el primer caso se corre el

peligro del desmoronamiento del bloque recién fabricado; en el segundo, que el material se asiente deformando la geometría de los bloques.

Para determinar la dosificación adecuada que garantice las resistencias especificadas, es necesario hacer un estudio del comportamiento de los bloques en diversas dosificaciones. De esta manera crearemos 3 tipos de bloques cuyos requerimientos están soportados con la norma NTE INEN 639(ACTUAL 3066) Bloques de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.

Bloque tipo 1(BRCM).

Para el diseño del primer tipo de bloque se establece esta mezcla, el cual se estipuló en la siguiente dosificación para la elaboración de los bloques.

Tabla 9. Cuadro de dosificación de bloque tipo 1, 1:4:1 (cemento, arena, agregado).

Material	M ³	%	Parihuela	Total kg para elaboración de 40 bloques
Cemento	0.05		1	50
Arena	0.20		4	200
Materiales reciclados (cerámica, mampostería)	0.05		1	50
Agua		10		
Nota: parihuelas de 0.032 m ³				

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Bloque tipo 2(BRCM).

Para el diseño del segundo tipo de bloque se establece esta mezcla, el cual se estipuló en la siguiente dosificación para la elaboración de los bloques.

Tabla 10. Cuadro de dosificación de bloque tipo 2, 1:5:5 (cemento, arena, agregado).

Material	M ³	%	Parihuela	Total kg para elaboración de 40 bloques
Cemento	0.05		1	50
Arena	0.25		5	250
Materiales reciclados (cerámica, mampostería)	0.25		5	250
Agua		10		
Nota: parihuelas de 0.032 m ³				

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Bloque tipo 3(BRCM).

Para el diseño del segundo tipo de bloque se establece esta mezcla, el cual se estipuló en la siguiente dosificación para la elaboración de los bloques.

Tabla 11. Cuadro de dosificación de bloque tipo 3, 1:5:2 (cemento, arena, agregado).

Material	M ³	%	Parihuela	Total kg para elaboración de 40 bloques
Cemento	0.05		1	50
Arena	0.25		5	250
Materiales reciclados (cerámica, mampostería)	0.10		2	100
Agua		10		
Nota: parihuelas de 0.032 m ³				

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.10. Mezclado.

Una vez especificada la dosificación de la mezcla, se colocan los materiales en el área de mezclado; arena, cemento y se agrega lo que es el material reciclado de cerámica y mampostería triturado, después se mezcla y se realiza un hoyo en el centro donde se agrega el agua, luego se cubre el agua con el material seco de los costados y se mezcla nuevamente hasta que esté completamente uniforme.

Posterior al mezclado de los materiales se procedio a colocar la pasta en la maquina modeadora, la cual aplica vibración y movimientos, esto para que el mortero adquiera la forma del bloque tal como se aprecia en las siguientes figuras:



Figura 15. Proceso de mezclado de los materiales. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)



Figura 16 .Proceso de mezclado de los materiales. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.11. Moldeado.

Una vez mezclado los materiales, ya sea en forma manual o con mezcladora, se procede a colocar el material en la máquina vibradora o bloquera. La duración del vibrado, dependerá de la potencia del motor de la máquina vibradora son factores que influyen notablemente en la resistencia de los bloques (aprox. 30 segundos a 1 minuto de vibración).



Figura 17. Máquina artesanal de fabricar bloques
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Cuando se ha colocado el material mezclado en la bloquera, ésta se compacta y se consolida a base de presión y vibración controladas. El método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una pala se puede ir acomodando la mezcla.



Figura 18. Vertido de mortero en maquina artesanal de fabricación de bloque. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)



Figura 19. Vibrado de maquina artesanal de fabricación de bloque. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.12. Fraguado.

Una vez fabricados los bloques, por lo general deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse.

El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejaran expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del hormigón.

Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados de los tableros para su curado.



Figura 20.Retiro de los bloques de la maquina
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.13. Curado.

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto u hormigón.

Para curar los bloques se requiere que se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques por lo menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua, pero esto no ocurre en el medio.

Para no alterar las dimensiones y características de los bloques se puede curar regándolos a partir de las 6 horas y durante las 48 horas siguientes, hasta que adquiera una resistencia que permita su manipulación.

La zona de almacenamiento por lo general debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico, dichos paso están regidos por la norma INEN 3066.



Figura 21 Stop de bloque fabricados
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

4.2.14. Aceptación o rechazo de los bloques.

La calidad de los bloques puede variar mucho según su proceso de fabricación. Este proceso puede ser artesanal o industrial, con o sin la maquinaria adecuada y control de calidad apropiado. Al momento de recibir los bloques que se utilizarán en una obra debemos tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe aceptar los bloques que presenten dimensiones y acabados uniformes, sin defectos aparentes, sin fisuras, con superficies planas, aristas perfiladas.
- Deben también ser uniformes en su color y en su textura, porque esto demuestra la homogeneidad del proceso de fabricación.

Para proceder a la elaboración de los bloques, éstos deben cumplir con las especificaciones técnicas, normas, leyes y reglamentos impartidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11.

Instrumentos de recolección de datos

En respuesta a la técnica utilizada, el instrumento aplicado fue una plantilla de observación, la cual contiene datos referentes a:

1. El tipo de mezcla y dosificación para el diseño de los bloques. conteniendo los siguientes datos: tipo de material, cantidad de material y resultados obtenidos.
2. Las resistencias obtenidas para cada bloque de acuerdo al formulario de resultados entregados por los laboratorios de ensayos de materiales de la empresa donde se realizaron.

Además, se utilizó los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

*Cámara fotográfica. - La cual permitió guardar las imágenes de las actividades relevantes en el trabajo de investigación.

*Ensayos de laboratorio. - Mismos que arrojan toda la información técnica de cada uno de los bloques, necesaria para poder realizar las comparaciones y conclusiones sobre el tema de investigación.

*Computador y/o portátil.

*Cuaderno de anotaciones.

4.2.15. Resultados de elaboración de bloques.

Todos los procesos citados anteriormente se aplicaron a los 3 tipos de bloques con la variable del agregado de residuos reciclables de cerámica y mampostería.

Posteriormente se indicará los resultados obtenidos en la elaboración de los 3 tipos de bloques:

Bloque tipo 1(BRCM).

Los resultados obtenidos con la dosificación aplicada de 1:4:1 (cemento, arena, agregado) a este tipo de bloque, dio como resultado un producto de muy baja calidad, por el motivo que se aplicó una cantidad muy baja de agregados reciclados y de arena, el bloque obtuvo una mala consistencia de pasta o mortero al momento de su elaboración, además posee una mala resistencia de carga, es decir se rompe con mucha

facilidad. En resumen, económicamente es factible elaborarlo, por su baja cantidad de materiales, pero en composición y resistencia es mala.

Bloque tipo 2(BRCM).

Los resultados obtenidos con la dosificación aplicada de 1:5:5 (cemento, arena, agregado) a este tipo de bloque, dio como resultado un producto de muy buena calidad, para este tipo de bloque se aplicó una cantidad muy alta de agregados reciclados y de cemento en comparación con el elemento anterior, esto dio como resultado un alto grado de consistencia y resistencia, en resumen con esta dosificación aplicada para este tipo de bloque es muy buena, pero una desventaja es el incremento de cantidad del agregado reciclado de cerámica y mampostería, este incremento afectaría el costo de elaboración del bloque en una 30%, por este motivo elaborar este bloque no es factible económicamente.

Bloque tipo 3(BRCM).

Los resultados obtenidos con la dosificación aplicada de 1:5:2 (cemento, arena, agregado) a este tipo de bloque, demostró se la dosificación optima, ya que se obtuvo un correcto balance entre cantidad de material, resistencia y costo, por este motivo, con esta dosificación se elaboró la cantidad de bloques que exige la norma NTE INEN 3066, para realizar los ensayos.

4.2.16. Costos de elaboración de los bloques analizados

Los costos obtenidos para la elaboración de los bloques de concreto tradicional y con material de residuo reciclado de cerámica y mampostería, donde consta los rubros utilizados para la elaboración y el análisis de precios unitarios.

Bloque con material de residuos reciclados de cerámica y mampostería:

El costo obtenido para el presupuesto de fabricación de los bloques con materiales de residuos reciclables de cerámica y mampostería se resume en los siguientes análisis de precios, donde se toma en cuenta los rubros que involucran las diferentes dosificaciones tomadas para la elaboración de los diferentes tipos de bloques.

Resultados

Dentro de los análisis de costo de elaboración de los bloques (APUs), se concluye que el bloque de concreto comercial tomado para compararlo con este proyecto, es ligeramente más económico, que el bloque de material de residuos reciclables de cerámica y mampostería con la dosificación optima, teniendo una diferencia de \$0.01 centavo de dólar americano.

El procesado que se usó para la investigación en este proyecto resulto ser ligeramente más caro que el bloque convencional. El resto de materiales, mano de obra y equipo son similares.

El valor unitario de bloque tradicional con dimensiones de 9x19x39 cm, tiene un costo comercial de \$0,55 centavos de dólar americano, mientras que el de concreto de residuos reciclables de cerámica y mampostería de dosificación optima tiene un costo de \$0,56 centavos de dólar americano, por lo que la factibilidad, costos, beneficios es relativamente adecuada por lo expuesto anteriormente.

4.2.17. Ensayo y análisis de resultados

Generalidades

Los ensayos se los realizó básicamente siguiendo las Normas INEN 639 (actual 3066) y 643 mediante las cuales se obtienen las muestras para la recepción de los bloques con la resistencia requerida a la compresión de estos.

Ensayo de resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se define como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o mortero a carga axial. Esta se expresa generalmente en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) y se lo realiza comúnmente a una edad de 7,14, y 28 días.

Este ensayo se fundamenta en colocar a los bloques tradicionales como al bloque creado con materiales reciclados de cerámica y mampostería a una determinada carga de compresión que se va aumentando paulatinamente, hasta llegar a la rotura de éstos, para obtener la carga máxima que soportan y de esta manera determinar su resistencia admisible.

Equipo

Existen diferentes máquinas para este ensayo, las cuales deben estar provistas de un plato esférico y a su vez estar calibradas. Estas máquinas pertenecen al laboratorio de una empresa privada donde se realizaron los ensayos.



Figura 22. Máquina para rotura a la compresión simple. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Preparación de muestras

Para el ensayo de la resistencia a la compresión nos basaremos en la NORMA INEN 639 (actual 3066), la cual indica que los bloques deben estar completamente enteros. Los bloques seleccionados deben tener forma y dimensiones similares y ser representativos de todo el lote de bloques de hormigón del cual han sido seleccionados.

Estos bloques deben ser marcados adecuadamente para su identificación, es decir rotular cada espécimen de manera que se puedan identificar en cualquier momento. El rotulado no debe cubrir más del 5% de la superficie del bloque.

Procedimiento

Estas muestras son llevadas a laboratorio para proceder a pesarlas y medir sus aristas o caras de cada uno de los bloques.



Figura 23. Procesos de medición y peso a bloque. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Las muestras son colocadas en la máquina de ensayos procurando queden lo más centradas posible respecto a la rótula y la carga se aplique en la misma dirección que las cargas o pesos propios que actúen sobre ellos en la construcción.

El ensayo de compresión simple aplicado al bloque de los 7 días se lo realizó en el laboratorio de la universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, facultad Ingeniería, Industria y Construcción, obteniendo como resultados una resistencia de 1.99 MPa.



Figura 24. Ensayo de compresión simple a bloque. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Interpretación de resultados obtenidos

En base a las recomendaciones del tutor del proyecto, se decidió realizar los demás ensayos de compresión simple en un laboratorio calificado, esto para obtener los resultados más confiables y precisos. En el laboratorio calificado se han ensayado los demás bloques. Los resultados son proyectados por las máquinas de acuerdo a la carga aplicada para su rotura.



Figura 25. Procesos de colocación de bloque en la maquina de compresión simple. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Se aplica la carga a cualquier velocidad hasta la mitad de la carga máxima supuesta, el resto de la carga debe aplicarse gradualmente a una velocidad constante en un periodo que no sea menor de un minuto, ni mayor de dos, de acuerdo a la carga soportada.



Figura 26. Ensayo de compresión simple a bloque. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Cálculo y resultados

La resistencia a la compresión está dada por la carga máxima soportada ya sea en (kg) o Newton, dividida para la superficie bruta del bloque expresada en (cm²) o (mm²).

El cálculo de la resistencia a compresión se lo realiza por medio de la siguiente ecuación:

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

En donde:

C = Resistencia a la compresión en MPa.

P = Carga de rotura en Newtons.

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



Figura 27. Rotura de bloque en compresión simple. Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Tabla 12. Cuadro de resistencia a la compresión simple según normas INEN.

TIPO DE BLOQUES	Resistencia mínima a la compresión en Mpa a los 28 días (ver nota 1) (Norma INEN 640)
A	6 - 4
B	4 - 3.5
C	3 - 1.4

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

NOTA 1: 1 Mpa = 10 kgf/cm².

Bloques elaborados con material de residuos reciclados de cerámica y mampostería.

La Norma INEN 639 (actual 3066) establece que para realizar los ensayos se deben tomar 6 muestras y realizar un promedio, pero por recomendaciones del laboratorio, quienes nos informaron, que como son bloques nuevos que no se encuentran en el mercado, lo más recomendable era realizar dicho ensayo a la mayor cantidad de bloques posibles con las diferentes dosificaciones.

Para este caso se tomaron 3 bloques elaborados con material reciclado con edades entre 7, 14 y 28 días.

Resultados obtenidos de los ensayos a compresión de los bloques con material de residuos reciclados de cerámica y mampostería.

Tabla 13. Cuadro comparativo de las resistencias a la compresión de los bloques con material reciclado.

No.	Muestra	Edad (día)	Peso (gr/cm ³)	Resistencia (Mpa)
1	M1	7	1.65	1.99
2	M2	14	1.55	2.19
3	M3	28	1.55	2.19
Promedio			1.55	2.19

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Se muestra la resistencia que deben tener los bloques a la edad de 28 días (2 y 2.5 Mpa). Ahora bien, los ensayos se los realizó a la edad de 7, 14 y 28 días teniendo una relación de resistencia según la Norma INEN 640.

Ensayo de absorción

Las unidades a ensayar deben cumplir con:

Los ensayos deben realizarse en unidades enteras y sin defectos, para determinar el contenido de humedad

Equipos y aparatos

Balanza, con una exactitud de ± 1 g de la masa de la muestra más pequeña ensayada.

Alambre de acero galvanizado de al menos 1 mm de diámetro.

Malla metálica, formada por varillas de al menos 9,5 mm de diámetro.

Preparación, preservación de la muestra y unidades ensayadas

La muestra para los ensayos de este anexo está compuesta por 1 unidad entera.

Efectuar los ensayos en unidades enteras. Cuando el tamaño de las unidades enteras rebase la capacidad de los equipos del laboratorio, realizar los ensayos en unidades cortadas de igual sección. Cuando la geometría o las características de las unidades a ensayar no permiten obtener unidades cortadas de igual sección, se permite recurrir a extraer y ensayar fracciones de bloque.

Los resultados obtenidos en unidad cortada de igual sección o fracciones de bloque son característicos de la unidad entera.

Procedimiento

Saturación

Sumergir en agua las unidades para ensayo a una temperatura entre 16 °C y 27 °C, durante un lapso de 24 horas a 28 horas. Determinar, entonces, la masa de las unidades completamente sumergidas, mientras están suspendida un alambre, y registrar este valor como M (masa de la muestra sumergida).

Sacarlas del agua y dejarlas que escurran durante 60 segundos sobre una malla metálica, retirar el agua visible de la superficie con un paño húmedo, determinar su masa y registrar este valor. Repetir este procedimiento cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %.

Secado

Luego de determinar la masa saturada de las unidades para ensayo, secarlas en un horno ventilado, entre 100 °C y 115 °C. Pesar las unidades cada 24 horas hasta que la diferencia de la masa entre las dos pesadas consecutivas sea inferior al 0,2 %, todo esto en base a la norma INEN 3066.

	
Contratista	: SR. RAÚL JAVIER CHOEZ MIRANDA
Solicitado por	: SR. RAÚL JAVIER CHOEZ MIRANDA
Obra	: ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE RESALDOS DE CÁMERA Y ARMADURA DE ACERO REFORZADO EN SU INTERIOR SOCIAL
Localización	:
Fiscaliza	:
Fuente del material	: TESIS
Descrip. del material	: TRES HUECOS
Fecha	: 7 de enero de 2019
Datos:	
A = Masa de la muestra saturada	= $\frac{6,532.00}{}$ gr
D = Masa de la muestra secada en horno	= $\frac{5,354.00}{}$ gr
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (INEN 3066)	
Porcentaje de absorción	= $\frac{A - D}{D} \times 100 = \frac{6532 - 5354}{5,354.00}$
Porcentaje de absorción	= $\frac{1,178.00}{5,354.00} \times 100$
Porcentaje de absorción	= 22.00%
  CONSTRULADESA SUELOS Y HORMIGONES S.A. Ing. Christian Rodrigo Coronado JEFE DE LABORATORIO	

Figura 28. CONSTRULADESA
Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se llegar a obtener luego de la presente investigación y bajo las normas INEN para bloques vigentes son las siguientes:

-De los resultados de los ensayos de compresión simple se obtiene que los bloques tradicionales cumplen con los parámetros que establece la Norma INEN como lo es: Resistencia a compresión 2.0 Mpa a los 28 días, así mismo los bloques con residuos reciclables de cerámica y mampostería cumplieron la resistencia deseada de 2.19 Mpa por lo que se logró cumplir uno de los objetivos propuestos en esta investigación.

-Los residuos reciclables de cerámica y mampostería, pueden reemplazar totalmente el agregado grueso, y parcialmente el agregado fino, debido a que son áridos que no tienen impurezas, no reaccionan con el cemento y además tiene buena adherencia con el mismo.

-Desde el punto de vista de mercado, la producción de bloque con residuos reciclables de cerámica y mampostería es factible, por cuanto este material es desperdiciado y considerado como producto de desecho por parte de los dueños de las edificaciones demolidas, esto a nivel de producción tendría un costo insignificante, no obstante a esto toca sumarle el costo de selección, transporte y triturado del material, el cual posee un costo relativamente bajo, tal como se lo aprecio en el análisis de precio, que da como resultado un costo similar al bloque comercial.

-Los efectos que provocará la producción en masa de bloques con residuos reciclables de cerámica y mampostería no son representativos y no afectan la salud humana ni el entorno ecológico de la zona en donde se los fabrique, por lo que el proyecto de investigación es factible también desde el punto de vista del impacto ambiental.

- Actualmente con los datos proporcionados por la empresa “Puerto Limpio”, existe una cantidad relativamente considerable para elaborar los bloques de residuos reciclables de cerámica y mampostería, esto a nivel artesanal, en el caso de querer producir el bloque a nivel industrial, no resultaría factible ya que no existiría un cantidad constante y fluyente de la materia prima, la cual es los materiales reciclados.

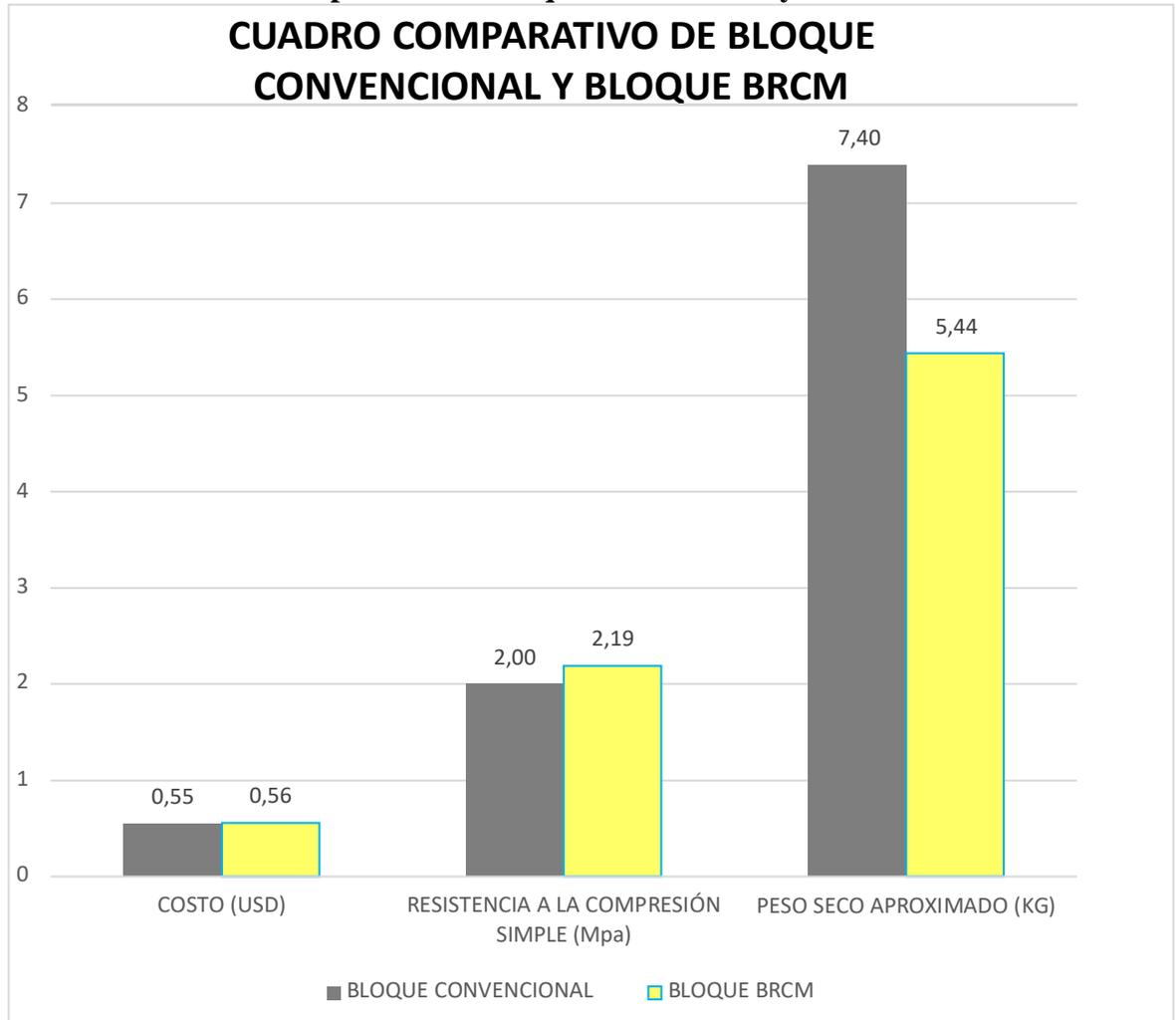
A continuación, se presenta un cuadro comparativo de un bloque convencional y el bloque de residuos reciclados de cerámica y mampostería, con el tipo de dosificación aceptada.

Tabla 14. Cuadro Comparativo Bloque convencional y Bloque BRCM.

CUADRO COMPARATIVO DE BLOQUE CONVENCIONAL Y BLOQUE BRCM			
BRCM			
DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (Mpa)	PESO SECO APROXIMADO (KG)
BLOQUE CONVENCIONAL	0.55	2.00	7.40
BLOQUE BRCM	0.56	2.19	5.44

Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

Tabla 15. Cuadro Comparativo de bloque convencional y BRCM.



Elaborado por: Chóez Miranda, R (2018)

RECOMENDACIONES

- Los bloques de residuos reciclados de cerámica y mampostería con dosificación óptima serán recomendables únicamente para Paredes divisorias exteriores e interiores, con y sin revestimiento y losas alivianadas de hormigón armado todo esto según la norma INEN 3066, debido a su peso y a su resistencia de 2.20 a la compresión considerada como óptima para nuestro análisis ya que no existe aún ninguna Norma INEN para bloques con residuos reciclables de cerámica y mampostería.

-Al realizar las dosificaciones respectivas se determina que el incremento de los materiales de residuos reciclables de cerámica y mampostería en volumen aumenta el peso del bloque por lo que se recomienda realizar una granulometría más minuciosa de estos materiales para al ser mezclados con los demás materiales llegar alcanzar una resistencia a la compresión superior a la alcanzada, de este modo la clase del bloque subiría a clase A o B.

-Implementar controles adecuados de la dosificación de los materiales, porque suele pasar que al momento de ser estos colocados en carretillas, baldes o parihuelas, estas pueden ser llenadas de más y otras veces se llenan menos, provocando una variación en cada parada lo que hace variar su peso y resistencia a la compresión.

-Se debe tener en cuenta una exacta dosificación de agua, ya que un exceso de esta puede ocasionar una mezcla no cohesiva y segregación del material en la superficie por lo que se recomienda tener una mezcla homogénea.

-Se deberá controlar la duración del vibrado de la máquina, por cuanto una de las causas de rotura de los bloques es que no está bien consolidado, es decir la vibración

no se la hizo con el tiempo adecuado. Así el vibrado se deberá realizar por capas y por lo menos 30 segundos a 1 minuto.

-Para mejorar su resistencia de tipo C, la cual es la resistencia que está dando este bloque, a pasar a dar una resistencia de tipo B y A, se debe realizar una modificación a la granulometría del agregado, para ajustarse a las recomendaciones de la norma, además es necesario que estén constantemente humedecidos por lo menos durante 7 días, el riego debe hacerse 2 veces al día en la mañana y en la tarde.

-Realizar en lo posible, que el sitio de curado de los bloques debe estar protegido de la intemperie por una estructura metálica muy simple y cubierta de plástico, así se los protegerá de las lluvias, vientos y luz solar, evitando gran pérdida de estos y procurar colocar un sistema de aspersores para evitar el desperdicio de agua.

BIBLIOGRAFIA.

- (Alejandro Vásquez Hernández, 2015) Arango Ingeniería y ciencia.
- (López). Revista Universidad EAFIT; Medellín Tomo 52, N.º 170, (2017)
- Barradas, M. (2014). Seguimiento de Egresados: Una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad. Bloomington: Palibrio.
- Bohigues, I. (2014). Ámbito sociolingüístico . Madrid: Paraninfo.
- Christensen, C. (2014). Guía del Innovador para crecer: Cómo aplicar la innovación disruptiva. Madrid: Grupo Planeta Spain.
- El Telégrafo. (26 de Mayo de 2012). \$180 millones venden al año los artesanos de muebles. El Telégrafo, pág. 9.
- Macias y Boza, J. P. (2016). Gestión de reciclaje de residuos solidos desde un enfoque racional.
- Google Maps. (8 de Abril de 2015). Google. Obtenido de Google:
<https://maps.google.com.ec>
- Guerrero, R. (2014). Técnicas elementales de servicio . Madrid: Paraninfo.
- INEC. (28 de Julio de 2015). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf
- OCDE. (2014). Colombia: La implementación del buen gobierno. Paris: OECD Publishing.

Rodríguez, R. (2014). Técnicas de tapizado de mobiliario: TCPF0209. Operaciones auxiliares de tapizado de mobiliario y mural . Madrid: IC Editorial .

Ruano, C., & Sánchez, M. (2014). UF0083: Diseño de Productos y servicios turísticos locales. Málaga: IC Editorial.

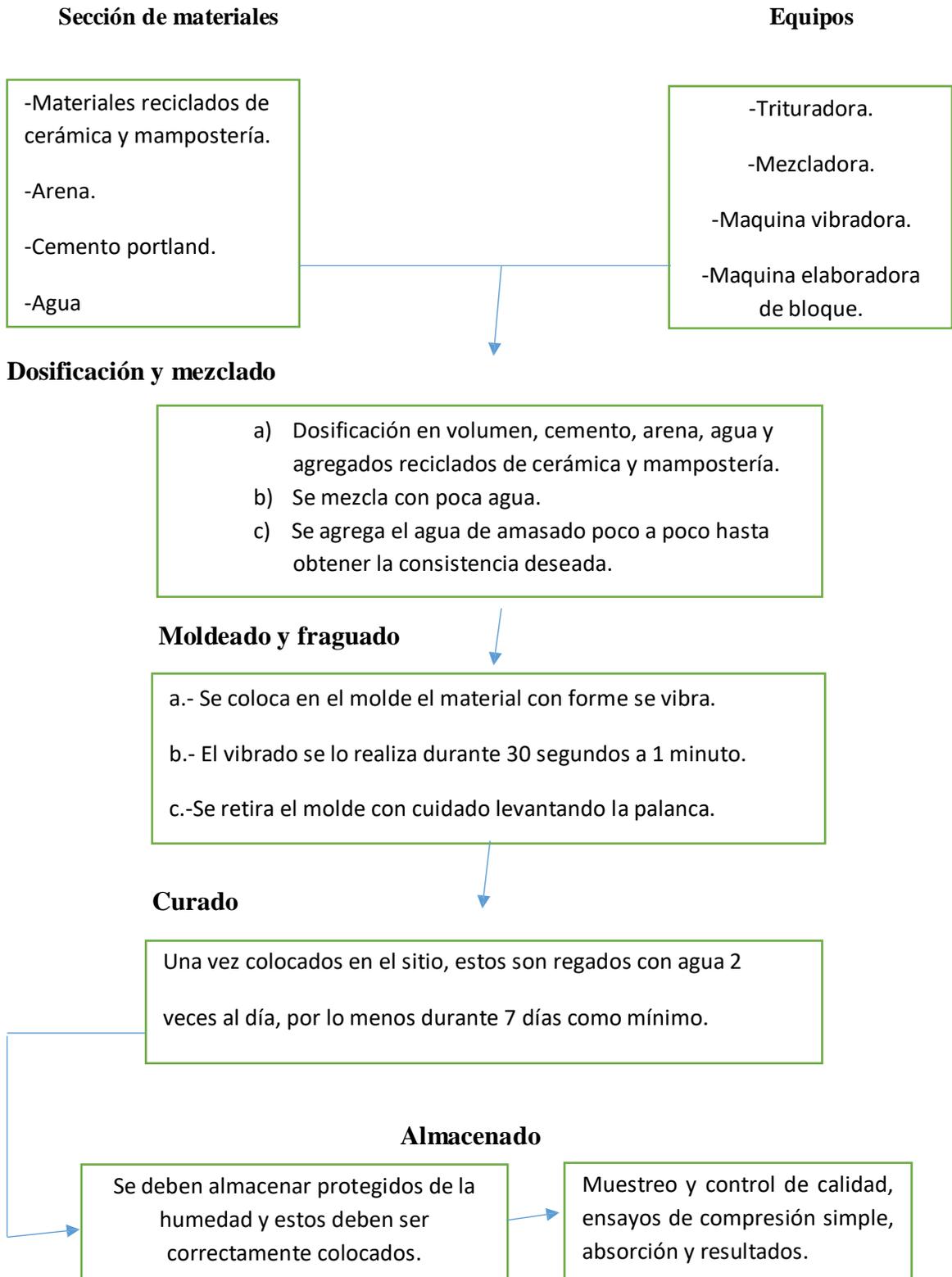
Arce, J. (8 de 08 de 2003). *asocem.org.pe*. Recuperado el 05 de 02 de 2013, de *asocem.org.pe*: <http://www.asocem.org.pe/web/mercadocemento.aspx>

Quiñónez, D. G. (21 de 08 de 2011). Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería. *Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería*. Guayaquil, Guayas , Ecuador : ESPOL.

régil, e. g. (9 de 04 de 2005). optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm², caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2. Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm², caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2. guatemala , guatemala : uscg.

ANEXOS

Anexo 1: Flujograma de proyecto



Anexo 2: Soportes legales



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

DEC-FIIC- 609-2018
Guayaquil, Septiembre 18 del 2018

Sr. Ing.
Gustavo Zuñiga Gebert
Director de Aseo Cantonal
M.I. Municipio de Guayaquil
Ciudad.-

De mis consideraciones.-

Reciba un atento saludo de parte de quienes formamos la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil y a su vez por medio de la presente, solicitamos muy respetuosamente ayudar a nuestros estudiantes de la Unidad de Titulación:

- Liliana Narcisca Chóez Miranda, con cédula de identidad 0929226868 y con el tema de tesis: "Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de bloques y baldosas para vivienda de interés social"
- Raúl Javier Chóez Miranda, con cédula de identidad 0927196287, con el tema de tesis: "Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para vivienda de interés social"

Para lo cual se requiere información de ciertos materiales que son considerados como materias primas en sus proyectos, los cuales se pueden encontrar en el botadero Municipal "Las Iguanas"; por tanto, se solicita permitir el acceso a los estudiantes a las instalaciones mencionadas.

Me suscribo de usted, no sin antes expresarle mi más altos deseo de estima y consideración.

Atentamente,

Plm 2160521-522/Luz
Buenos días
Vallero
Sus orden
Sus firma


Mg. Ing. Alex Salvatierra Espinoza
Decano



20/9/2018
14-48
e

Solicitado:	ABSE	Elaborado:	CBR	Revisado:	ABSE	Aprobado:	ABSE
-------------	------	------------	-----	-----------	------	-----------	------



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

DEC-FIIC- 609-2018
Guayaquil, Septiembre 18 del 2018

Sr. Ing.
Gustavo Zuñiga Gebert
Director de Aseo Cantonal
M.I. Municipio de Guayaquil
Ciudad.-

De mis consideraciones.-

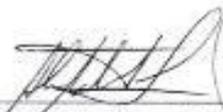
Reciba un atento saludo de parte de quienes formamos la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil y a su vez por medio de la presente, solicitamos muy respetuosamente ayudar a nuestros estudiantes de la Unidad de Titulación:

- *Liliana Narcisca Chóez Miranda, con cédula de identidad 0929226868 y con el tema de tesis: "Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de bloques y baldosas para vivienda de interés social"*
- *Raúl Javier Chóez Miranda, con cédula de identidad 0927196287, con el tema de tesis: "Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de cerámica y mampostería para vivienda de interés social"*

Para lo cual se requiere información de ciertos materiales que son consideradas como materias primas en sus proyectos, los cuales se pueden encontrar en el botadero Municipal "Las Iguanas"; por tanto, se solicita permitir el acceso a los estudiantes a las instalaciones mencionadas.

Me suscribo de usted, no sin antes expresarle mi más altos deseo de estima y consideración.

Atentamente,


Mg. Ing. Alex Salvatierra Espinoza
Decano


INGENIERIA INDUSTRIAL Y CONSTRUCCION
DECANATO



Solicitado:	ABSE	Elaborado:	CBR	Revisado:	ABSE	Aprobado:	ABSE
-------------	------	------------	-----	-----------	------	-----------	------



Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil

ARQ-DIR-135-2018

Guayaquil, 14 de agosto del 2018

Señor Ingeniero
Jorge Játiva
Superintendente de Gestión Humana
CONSORCIO PUERTO LIMPIO
Ciudad.

De nuestras consideraciones:

Reciban un atento saludo. Por medio del presente informamos que los estudiantes de la Unidad de Titulación Liliana Narcisca Chóez Miranda con cédula de identidad 0929226868 y con el tema de tesis: "Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuos de bloques y baldosas para vivienda de interés social" y el señor Raúl Javier Chóez Miranda con cédula de identidad 0927196287, con el tema de tesis: "Elaboración de un bloque de construcción con reciclaje de residuo de cerámica y mampostería para vivienda de interés social", ambos pertenecientes a la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica "VICENTE ROCAFUERTE" de Guayaquil, se encuentran desarrollando sus trabajos de titulación apegados a las líneas de investigación de la universidad, para lo que necesitan información de los materiales que son considerados como materia prima en sus proyectos y este requerimiento lo tienen en el botadero municipal "Las Iguanas", por tanto, se solicita de manera muy amable y respetuosa posible el acceso a las instalaciones mencionadas.

Por la atención brindada a la presente quedamos agradecidos.

Atentamente,

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil

Dra. María Eugenia Rodríguez, Mg.
DIRECTORA
CARRERA DE ARQUITECTURA

Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE
de Guayaquil

Ing. Ota Salazar Espinosa, Mg.
DIRECTOR
CARRERA DE INGENIERIA CML



[ulvr.edu](https://www.facebook.com/ulvr.edu)



[@ulvr_edu](https://twitter.com/ulvr_edu)



[@ulvr](https://www.instagram.com/ulvr)



www.ulvr.edu.ec

Dirección: Av. de las Américas #70 frente al Cuartel Modelo - Teléfono: (04) 2596500

Anexo 3: Soportes de análisis de precios

		ANALISIS DE PRECIO UNITARIO				 INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	
ITEM:		BLOQUE TRADICIONAL 9X19X39 CM				UNIDAD	U
						RENDIMIENTO	0,08
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (HORA)	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR		
Herramientas menores	1,00	1,00	\$ 0,22	0,05	\$ 0,01		
Maquina bloquera	1,00	50,00	\$ 50,00	\$ 0,001	\$ 0,05		
						\$0,06	
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DESPERDICIO	VALOR		
agua	m ³	0,002	\$ 2,50	1%	\$ 0,01		
cemento 50 kg	kg	0,011	\$ 8,00	1%	\$ 0,09		
arena	m ³	0,010	\$ 16,80	1%	\$ 0,17		
						\$0,26	
TRANSPORTE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	RENDIMIENTO	VALOR		
						\$0,00	
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL HORARIO	COSTO HORA	RENDIMIENTO	VALOR		
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$ 3,82	\$ 0,38	0,08	\$ 0,03		
Peón	0,7	\$ 3,41	\$ 2,39	0,08	\$ 0,19		
						\$0,22	
			MATERIALES Y OBRA CIVIL				\$0,55
			COSTES INDIRECTOS		19%		\$0,10
			SUBTOTAL				\$ 0,65
			VALOR OFERTADO				\$ 0,65



ANALISIS DE PRECIO UNITARIO



ITEM: BLOQUE CON MATERIAL DE RESIDUOS REICLADOS DE CERAMICA
Y MAMPOSTERÍA DE 9X19X39 CM (TIPO 1)

UNIDAD U
RENDIMIENTO 0,08

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (HORA)	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Herramientas menores	1,00	1,00	\$ 0,12	0,05	\$ 0,01
Maquina bloquera	1,00	50,00	\$ 50,00	\$ 0,001	\$ 0,05
					\$ 0,06

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DE SPERDICIO	VALOR
agua	m ³	0,002	\$ 2,50	1%	\$ 0,01
cemento 50 kg	kg	0,005	\$ 8,00	1%	\$ 0,04
arena	m ³	0,010	\$ 16,80	1%	\$ 0,17
Material reciclado triturado de cerámica y mampostería	m ³	0,001	\$ 59,12	1%	\$ 0,06
					\$ 0,28

TRANSPORTE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	RENDIMIENTO	VALOR
					\$ 0,00

MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL HORARIO	COSTO HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$ 3,82	\$ 0,38	0,08	\$ 0,03
Peón	0,3	\$ 3,41	\$ 1,09	0,08	\$ 0,09
					\$ 0,12

	MATERIALES Y OBRA CIVIL		\$ 0,45
	COSTES INDIRECTOS	19%	\$ 0,09
	SUBTOTAL		\$ 0,54
	VALOR OFERTADO		\$ 0,54



ANALISIS DE PRECIO UNITARIO



FIIC
ULVR
INGENIERIA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCION

ITEM: BLOQUE CON MATERIAL DE RESIDUOS RECLADOS DE CERAMICA
Y MAMPOSTERÍA DE 9X19X39 CM (TIPO 2)

UNIDAD U
RENDIMIENTO 0,08

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (HORA)	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Herramientas menores	1,00	1,00	\$ 0,12	0,05	\$ 0,01
Máquina bloquera	1,00	50,00	\$ 50,00	\$ 0,001	\$ 0,05
					\$ 0,06
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DE PERDICIO	VALOR
agua	m ³	0,002	\$ 2,50	1%	\$ 0,01
cemento 50 kg	kg	0,021	\$ 8,00	1%	\$ 0,17
arena	m ³	0,010	\$ 16,80	1%	\$ 0,17
Material reciclado triturado de cerámica y mampostería	m ³	0,004	\$ 59,12	1%	\$ 0,24
					\$ 0,58
TRANSPORTE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	RENDIMIENTO	VALOR
					\$ 0,00
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL HORARIO	COSTO HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$ 3,82	\$ 0,38	0,08	\$ 0,03
Peón	0,3	\$ 3,41	\$ 1,09	0,08	\$ 0,09
					\$ 0,12
MATERIALES Y OBRA CIVIL					\$ 0,76
COSTES INDIRECTOS					19%
SUBTOTAL					\$ 0,90
VALOR OFERTADO					\$ 0,90



ANALISIS DE PRECIO UNITARIO



INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN

ITEM: BLOQUE CON MATERIAL DE RESIDUOS REICLADOS DE CERAMICA
Y MAMPOSTERÍA DE 9X19X39 CM (TIPO 3)

UNIDAD U
RENDIMIENTO 0,08

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (HORA)	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Herramientas menores	1,00	1,00	\$ 0,12	0,05	\$ 0,01
Maquina bloquera	1,00	50,00	\$ 50,00	\$ 0,001	\$ 0,05
					\$ 0,06

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DE PERDICIO	VALOR
agua	m ³	0,002	\$ 2,50	1%	\$ 0,01
cemento 50 kg	kg	0,011	\$ 8,00	1%	\$ 0,09
arena	m ³	0,010	\$ 16,80	1%	\$ 0,17
Material reciclado triturado de cerámica y mampostería	m ³	0,002	\$ 59,12	1%	\$ 0,12
					\$ 0,38

TRANSPORTE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	RENDIMIENTO	VALOR
					\$ 0,00

MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL HORARIO	COSTO HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,1	\$ 3,82	\$ 0,38	0,08	\$ 0,03
Peón	0,3	\$ 3,41	\$ 1,09	0,08	\$ 0,09
					\$ 0,12

	MATERIALES Y OBRA CIVIL		\$ 0,56
	COSTES INDIRECTOS	19%	\$ 0,11
	SUBTOTAL		\$ 0,67
	VALOR OFERTADO		\$ 0,67



ANALISIS DE PRECIO UNITARIO



INGENIERIA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCION

ITEM: MATERIAL TRITURADO DE RESIDUOS REICLADOS DE CERAMICA Y
MAMPOSTERÍA UNIDAD M²
RENDIMIENTO 1,00

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (HORA)	TARIFA/HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Herramientas menores	1,00	1,00	\$ 7,58	0,05	\$ 0,38
Maquina trituradora	1,00	20,00	\$ 20,00	\$ 1,00	\$ 20,00
					\$ 20,38

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DESPERDICIO	VALOR
Cerámica	m ²	1,00	\$ 8,00	1%	\$ 8,08
Mampostería	m ²	1,00	\$ 8,00	1%	\$ 8,08
					\$ 16,16

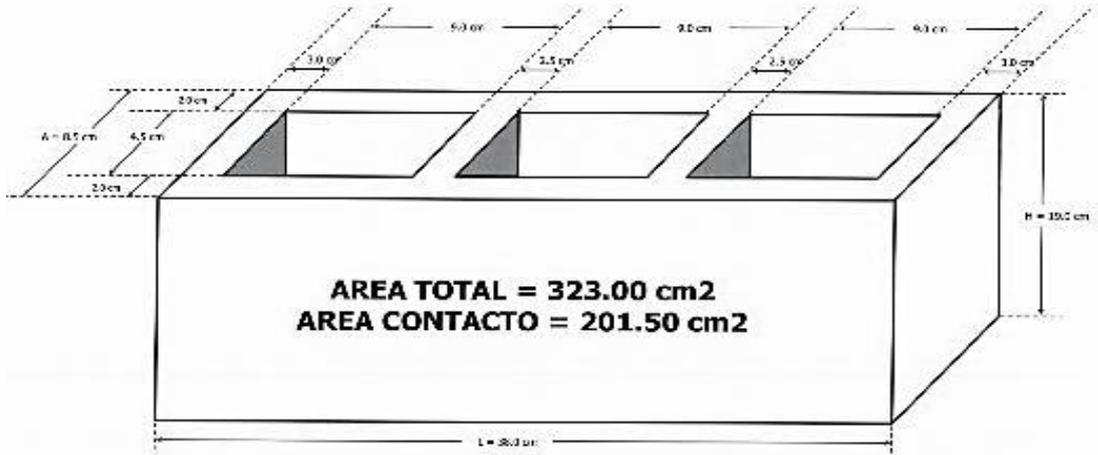
TRANSPORTE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	RENDIMIENTO	VALOR
Transporte de material reciclado	gl	1,00	\$ 15,00	\$ 1,00	\$ 15,00
					\$ 15,00

MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL HORARIO	COSTO HORA	RENDIMIENTO	VALOR
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0,2	\$ 3,82	\$ 0,76	1,00	\$ 0,76
Pedón	2	\$ 3,41	\$ 6,82	1,00	\$ 6,82
					\$ 7,58

	MATERIALES Y OBRA CIVIL		\$ 59,17
	COSTES INDIRECTOS	19%	\$ 11,23
	SUBTOTAL		\$ 70,35
	VALOR OFERTADO		\$ 70,35



CONSTRULADESA
SUELOS Y HORMIGONES S.A.



ING. CARLOS ALBERTO GARCIA FERRAZ
JEFE DE LABORATORIO

Revisión de Ferr
Fecha: 07

Anexo 5: Programación de proyecto

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Gantt Chart											
							21/05	11/06	02/07	23/07	13/08	03/09	24/09	15/10	05/11	17/12	07/01	28/01
1	📌	"ELABORACIÓN DE UN BLOQUE DE CONSTRUCCIÓN CON RECICLAJE DE RESIDUOS DE CERAMICA Y MAMPOSTERIA PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL"	182 días	jue 19/07/18	vie 29/09/19													
2	📌	ESTUDIOS PRELIMINARES	66 días	jue 19/07/18	jue 18/10/18													
3	📌	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	40 días	jue 19/07/18	mié 12/09/18													
4	📌	ANÁLISIS DE DATOS	10 días	jue 13/09/18	mié 26/09/18	3												
5	📌	PROCESO DE SELECCIÓN DEL MATERIAL RECICLADO	8 días	jue 27/09/18	lun 08/10/18	4												
6	📌	ELABORACIÓN DE INFORMES (CAPITULOS 1 Y 2)	8 días	mar 09/10/18	jue 18/10/18	5												
7	📌	DISEÑO DE MEZCLA (BRCM)	34 días	vie 19/10/18	mié 05/12/18													
8	📌	PROCESO DE TRASLADO Y TRITURACIÓN DEL MATERIAL RECICLADO	2 días	vie 19/10/18	lun 22/10/18	6												
9	📌	ENSAYOS PRELIMINARES DEL MATERIAL RECICLADO	12 días	mar 23/10/18	mié 07/11/18	8												
10	📌	ESTIMACIÓN DE DOSIFICACIÓN OPTIMA	12 días	jue 08/11/18	vie 23/11/18	9												
11	📌	ELABORACIÓN DE INFORME (CAPITULO 3)	8 días	lun 26/11/18	mié 05/12/18	10												
12	📌	ELABORACIÓN DE BLOQUE (BRCM)	46 días	jue 06/12/18	jue 07/02/19													
13	📌	FABRICACIÓN DE LOS TIPOS DE BLOQUES	8 días	jue 06/12/18	lun 17/12/18	11												
14	📌	ENSAYOS Y RESULTADOS	30 días	mar 18/12/18	lun 28/01/19	13												
15	📌	ELABORACIÓN DE INFORME (CAPITULO 4)	8 días	mar 29/01/19	jue 07/02/19	14												
16	📌	RESULTADOS	182 días	jue 19/07/18	vie 29/09/19													
17	📌	REVISIÓN FINAL DEL PROYECTO (TODOS LOS CAPITULO)	5 días	vie 08/02/19	jue 14/02/19	15												
18	📌	CORRECCIONES REVISOR CIEGO	15 días	vie 15/02/19	jue 07/03/19	17												
19	📌	TRAMITES RESTANTES	15 días	vie 08/03/19	jue 28/03/19	18												
20	📌	TUTORIAS	182 días	jue 19/07/18	vie 29/03/19	3CC												

Anexo 6: Soportes fotográficos

