



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE
DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS
DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA.”**

Autor: Edwin Danilo Gamboa Chamba

Tutor: Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

AMBATO - ECUADOR

Septiembre - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. **Edwin Danilo Gamboa Chamba**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 180451321-4, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado en cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2022



Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Edwin Danilo Gamboa Chamba**, con CI: 180451321-4, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del trabajo, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2022



.....
Edwin Danilo Gamboa Chamba

CI: 180451321-4

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, septiembre 2022



.....
Edwin Danilo Gamboa Chamba

CI: 180451321-4

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Edwin Danilo Gamboa Chamba de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, septiembre 2022

Para constancia firman:



.....
Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres
MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Mg. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

Mi amado hijo Benjamín, quien han sido mi motor para poder alcanzar todas mis metas y sueños, recargándome mi energía solo con su sonrisa y presencia después de una jornada de estudio y trabajo y por quien eh de luchar y trabajar para poder ser un buen padre, como el que se lo merece y como el cual yo tuve.

A mi querida y amada esposa Joss, a quien le debo que todo esto sea posible, ya que ella ha estado conmigo apoyándome y dándome las fuerzas necesarias cuando ya no podía más, mi compañera de vida, quien ha tenido que soportar y sacrificar tantas cosas por verme alcanzar esta meta.

A mi pequeña hija Zoe, a quien aún no la tengo entre mis brazos, pero por quien eh de dar todo por verla feliz.

A mis padres Edwin y Susi, quienes han sido mi pilar fundamental de mi educación, quienes a pesar de tantas circunstancias siempre han creído en mí, quienes sin tener mucho me han dado todo.

A mis hermanos Pablo e Isma, quienes en las buenas y en las malas, siempre han estado ahí para mí cuando más los eh necesitado, quienes a pesar de tantas peleas me han demostrado que en ellos tengo a los mejores de mis amigos.

A mi suegra, Laurita, quien a sido como una segunda madre para mí, apoyándome incondicionalmente para así poder surgir adelante.

A mi pequeña sobrina Isa, quien me a demostrado tanto dulzura y cariño.

A mis cuñados, primos, tías y demás familiares, quienes me han demostrado que la familia es el más valioso que regalo que Dios nos pudo dar, quienes siempre han estado conmigo en aquellos momentos que más los necesite.

Danilo Gamboa

Agradecimiento

Agradezco:

Primero a Dios, quien a sido tan bueno y bondadoso conmigo, quien jamás me a soltado, y quien me a brindado la fortaleza para seguir adelante.

A mi Esposa Joss, quien ha sido mi fiel compañera en esta gran aventura que se llama vida y que hace ya casi 11 años decidimos tomarla juntos, quien siempre con su apoyo incondicional fue testigo de todo este arduo proceso.

A mi hijo Benjamín, quien supo tenerme paciencia y saber posponer sus momentos de juego y diversión, con tal de verme alcanzar este anhelado logro.

A mis padres que siempre estuvieron conmigo dándome esas palabras de aliento cuando lo necesitaba y esos jalones de oreja cuando lo requería.

A mi suegra quien me brindo todo su apoyo incondicionalmente, y quien con todos sus actos y palabras de aliento fue participe fundamental de este logro.

A mis Hermanos y Cuñados que siempre estuvieron pendientes de mí y siempre me brindaron su total apoyo.

Al Ing. Diego Chérrez, quien ha sido mi guía y mentor no solo en la elaboración de este trabajo, sino de toda mi carrera universitaria, quien siempre ha demostrado a más de ser un excelente profesional, ser un amigo.

A la Universidad Técnica de Ambato que me abrió sus puertas para poder obtener tan anhelado título, a la FICM y a todas sus autoridades, docentes, secretarias, y demás personal, quienes siempre han apoyado en la formación profesional de todos nosotros.

A mis amigos y compañeros quienes estuvieron apoyándome a lo largo de todo este proceso de formación, con quienes se ha vivido grandes momentos.

Danilo Gamboa

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iiiv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.1.1 Justificación.....	12
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	14
2.1 Materiales y Equipos	16
2.1.1 Equipos.	16
2.1.2 Materiales	16
2.2 Metodología.....	16
2.2.1 Ensayos Previos	17
2.2.2 Dosificación	19
2.2.3 Elaboración de Mampuestos	22
2.2.4 Ensayos a los Mampuestos	27
2.2.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión.....	27
2.2.4.2 Ensayo de absorción	27
2.2.4.3 Ensayo de resistencia al impacto.....	30
2.2.5 Plan de Recolección de Datos	30
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
3.1 Análisis y discusión de resultados.....	32
3.1.1 Ensayos realizados al material	32

3.1.1.1 Granulometría del agregado grueso (material reciclado).....	32
3.1.1.2 Densidad real del agregado grueso (material reciclado).....	34
3.1.1.3 Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso.....	35
3.1.1.4 Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso..	36
3.1.1.5 Capacidad de absorción de los agregados.....	37
3.1.1.6 Densidad aparente compactada de la mezcla de agregados... ..	38
3.1.2 Dosificación método de densidad óptima.....	40
3.1.2.1 Dosificación para mampuestos normales y mampuestos con reemplazo de material reciclado.....	52
3.1.2.2 Elaboración de mampuestos de diferentes porcentajes.....	53
3.1.3 Ensayos a Mampuestos	56
3.1.3.1 Análisis de densidades de mampuestos elaborados con diferentes porcentajes	56
3.1.3.2 Ensayo de resistencia a la compresión	59
3.1.3.3 Ensayo de resistencia al impacto	66
3.1.3.4 Ensayo de absorción de agua en mampuestos	71
3.2 Análisis de precios unitarios	73
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
4.1 Conclusiones	82
4.2 Recomendaciones	85
MATERIAL DE REFERENCIA.....	87
ANEXOS	89
A.) Tablas y Gráficos de Ensayos previos	89
A1. Tabla 4. Análisis Granulométrico de agregado fino (Polvo Blanco).....	89
A1.1 Figura 10.- Curva Granulométrica del Agregado Fino(Polvo Blanco).....	90
A2. Tabla 5. Análisis Granulométrico de agregado grueso (Chasqui).....	91
A2.1 Figura 11.- Curva Granulométrica del Agregado Grueso(Chasqui).....	92
A3. Tabla 7. Densidad Real del agregado fino (Polvo Blanco).....	93
A4 Tabla 8. Densidad Real del agregado grueso (Chasqui)	94
A5. Tabla 12. Capacidad de Absorción del Agregado Fino (Polvo Blanco).....	95
A6. Tabla 14. Capacidad de Absorción del Agregado Grueso (Chasqui)	96
A7. Tabla 15. Densidad Aparente Compactada Polvo Blanco+Chasqui.....	97
A7.1 Figura 13.- Densidad óptima de mezcla: Polvo Blanco + Chasqui	98

A8. Tabla 17.Densidad Real de Cemento Selva Alegre	99
B.) Ensayos de los materiales.....	100
C.) Resultados de ensayos-Informes de Laboratorio.....	105
D.) Ensayo a la Compresión e Impacto.....	107

Índice de figuras

Figura 1. Escombros y Residuos	4
Figura 2. Clasificación de Residuos	5
Figura 3. Clasificación RCD.....	6
Figura 4. Partes de un Mampuesto.....	8
Figura 5.- Proceso detallado para el análisis de información	16
Figura 6.- Escombreras de Ambato	24
Figura 7.- Realización de la mezcla.....	25
Figura 8.- Proceso de Moldeo.....	26
Figura 9.- Proceso de Curado	26
Figura 12.- Curva Granulométrica del Agregado Grueso(Material Reciclado)	34
Figura 14.- Densidad óptima de mezcla: Polvo Blanco + Material Reciclado.....	39
Figura 15. Extrapolación Relación Agua/Cemento	41
Figura 16. Dimensiones de Mampuestos	48
Figura 17. Densidad Vs Porcentaje de Material Reciclado.....	58
Figura 18. Resistencia a compresión Vs porcentajes de reemplazo	61
Figura 19.- Curva de resistencia a compresión en mampuestos ensayados Vs edad (tiempo) a los 14 y 28 días.....	62
Figura 20.- Curva de resistencia a compresión en mampuestos ensayados Vs edad (tiempo) a los 14 y 28 días.....	63
Figura 21.- Comparación de mampuestos con el porcentaje máximo de sustitución de chasqui por material reciclado (100%) vs mampuestos normales	64
Figura 22.- Curva de Resistencia a Compresión vs Densidades.....	65

Índice de tablas

Tabla 1. Mampuestos de Hormigón de acuerdo a su uso	8
Tabla 2. Mampuestos de Hormigón de acuerdo a su densidad.....	9
Tabla 3. Número total de muestras para ensayar	23
Tabla 6. Análisis Granulométrico de agregado grueso (Material Reciclado).....	32
Tabla 9. Densidad Real del agregado grueso (Material Reciclado).....	34
Tabla 10. Densidad Aparente Suelta de los Agregados Fino y Grueso	35
Tabla 11. Densidad Aparente Compactada de los Agregados Fino y Grueso	36
Tabla 13. Capacidad de Absorción del Agregado Grueso (Material Reciclado).....	37
Tabla 16. Densidad Aparente Compactada Polvo Blanco+Material Reciclado	38
Tabla 18. Resistencia neta mínima a la compresión en mampuestos de hormigón	40
Tabla 19. Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación: agua/cemento.....	40
Tabla 20. Datos obtenidos en los ensayos requeridos para la dosificación.....	43
Tabla 21. Dosificación método de densidad óptima.....	47
Tabla 22. Valores obtenidos en dosificación al peso	50
Tabla 23. Dosificación para 20 mampuestos normales y por cada porcentaje de reemplazo.....	52
Tabla 24. Elaboración de mampuestos de diferentes porcentajes.....	53
Tabla 25. Densidad de mampuestos a los 14 días de edad	56
Tabla 26. Densidad de mampuestos a los 28 días de edad	57
Tabla 27. Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes	59
Tabla 28. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes	60
Tabla 29. Resultados de ensayo de resistencia al impacto a los 28 días de edad.....	66
Tabla 30. Absorción de agua en mampuestos normales y mampuestos con reemplazo de chasqui con material reciclado.....	71
Tabla 31. Salarios mínimos por ley	74
Tabla 32. Análisis de precio unitario mampuesto normal o tradicional	75
Tabla 33. Análisis de precio unitario mampuesto 25% material reciclado.....	76
Tabla 34. Análisis de precio unitario mampuesto 50% material reciclado.....	77

Tabla 35. Análisis de precio unitario mampuesto 75% material reciclado.....	78
Tabla 36. Análisis de precio unitario mampuesto 100% material reciclado.....	79
Tabla 37. Resumen ensayo de absorción de agua y análisis de precios unitarios de mampuestos comerciales y mampuestos con reemplazo del chasqui con material reciclado.....	81

RESUMEN

Debido al problema presentado en la actualidad por la excesiva contaminación de desechos producto de las demoliciones de la construcción y para tratar de abaratar costos para el material de la fabricación de los mampuestos.

El presente trabajo experimental inició visitando algunos botaderos que acumulan desechos producto de demoliciones para su recolección, el polvo blanco se obtuvo de la mina San José ubicada en la Vía a Pujilí, luego se trituró el material reciclado en la Mina Arias, ubicada en la Vía a Aguaján, una vez teniendo el material se efectuaron varios ensayos granulométricos, de absorción y densidades de todos los materiales bajo las normas INEN en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Posteriormente se procedió a la dosificación de los mampuestos por el método de densidad óptima. Los ensayos de resistencia a compresión se realizaron a los 14 y 28 días de edad, mientras que los de resistencia al impacto a los 28 días.

La resistencia a la compresión fue de 3,78Mpa en mampuestos comunes, y en los mampuestos con un reemplazo total se obtuvo 8,11Mpa, determinando así un aumento del 53,39 por ciento. También se observó que en el ensayo al impacto los mampuestos mientras mayor porcentaje de sustitución tenían, menos daños presentaban. Finalmente, se dedujo que mientras mayor era el porcentaje de sustitución, mayor era el peso de los mampuesto y menor su capacidad de absorción de agua.

Palabras Clave: Mampuestos, Material Reciclado, Compresión, Triturado, Ensayo al Impacto, Absorción de agua, Densidad Óptima, Granulometría.

ABSTRACT

Due to the problem currently presented by the excessive contamination of waste product of the demolition of the construction and to try to reduce costs for the material of the manufacture of the masonry.

The present experimental work began by visiting some dumps that accumulate waste from demolitions for collection, the white powder was obtained from the San José mine located on the Vía a Pujilí, then the recycled material was crushed in the Arias Mine, located on the Vía to Aguaján, once the material was obtained, several granulometric, absorption and density tests were carried out on all the materials under the INEN standards in the Laboratory of Soil Mechanics and Materials Testing of the Faculty of Civil and Mechanical Engineering of the Technical University of Ambato.

Subsequently, the masonry was dosed using the optimal density method. The compressive strength tests were carried out at 14 and 28 days of age, while the impact resistance tests at 28 days.

The compressive strength was 3.78Mpa in common masonry, and in the masonry with total replacement, 8.11Mpa was obtained, thus determining an increase of 53.39 percent. It was also observed that in the impact test, the higher percentage of substitution the masonry had, the less damage it presented. Finally, it was deduced that the higher the substitution percentage, the greater the weight of the masonry and the lower its water absorption capacity.

Keywords: Masonry, Recycled Material, Compression, Crushing, Impact Test, Water Absorption, Optimum Density, Particle Size.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Así como Ecuador los países latinoamericanos padecen un problema que se ha ido agravando a lo largo de los años, y que afecta su desarrollo socioeconómico; Este problema se conoce como: "déficit habitacional", que seguramente surgirá por las siguientes razones:

- La falta de atención al problema por parte de los gobiernos de cada uno de estos países, y la falta de una política común en materia de vivienda.
- Varias instituciones financieras ponen dinero en el mercado a tasas de interés más altas que los ingresos familiares, por lo que es casi imposible obtener los préstamos necesarios para construir una casa.
- Altos costos de materiales de construcción que hacen imposible que muchas familias piensen en construir una casa.

En cuanto a Ecuador, según diversas cifras publicadas por diversos órganos como: INEC y Cámara de la Construcción; el déficit habitacional es de alrededor de un millón 300 mil 60 unidades, con un incremento anual de 20 mil departamentos (debido al crecimiento poblacional, que está entre dos y tres por ciento), es decir, si la población total del país dividimos por 4 (valor indicativo del número de habitantes por apartamento) tendríamos un total de aprox. 3 millones 200 mil viviendas. [1]

Ante esta grave situación, las autoridades públicas y privadas han realizado numerosas investigaciones en los distintos países donde existe este problema, con el objetivo de trabajar juntos para reducir el déficit habitacional; Proporcionar tecnología "apropiada y apropiada", que permita la autogestión, la edificación, y la creación de nuevas fuentes de trabajo, ya que una de las oportunidades más prometedoras en la construcción es la innovación en materiales y procesos de construcción. [2]

De ahí que el término "desarrollo sostenible" provenga de aquí, que en los últimos años se ha convertido en algo más que una meta hermosa y deseable.

Cada vez más gobiernos, empresas y ciudadanos se están dando cuenta de la importancia del crecimiento verde, creyendo que los recursos del planeta no son infinitos.

En la sociedad actual, los factores ambientales y la cooperación de todos los actores sociales (empresas, administraciones públicas y ciudadanos) forman los pilares para que este afán por un adecuado desarrollo sostenible se convierta en una realidad. El reciclaje es uno de los pilares de esta sostenibilidad. Reutilizar materiales es clave para reducir la contaminación y reutilizarla [3].

Como ejemplo tenemos:

En la República de Argentina, el Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE) quiere contribuir a la solución masiva del déficit habitacional del país mediante el desarrollo de elementos constructivos (mampostería y paneles para cerramientos laterales) para departamentos de bajos ingresos hechos con materiales reciclados. Los materiales reciclados utilizados en este proyecto son de origen agroindustrial tales como:

- Virutas de madera, de sierras de carpintero.
- Cáscaras de maní, elaborado a partir de residuos de la industria alimentaria.
- Polietileno de baja densidad, obtenido a partir de la trituración de envases usados de alimentos y bebidas.
- Poliestireno expandido, procedente del reciclaje de residuos de elaboración de paneles para aislamiento térmico en edificaciones.
- Tereftalato de polietileno (PET), procedente del triturado de botellas de refresco unidireccionales. - Plásticos diversos, procedentes de la trituración de láminas impresas que se utilizan como envases de caramelos.

Se trata de una tecnología especialmente indicada para la autoconstrucción, ya que los propios usuarios pueden participar en la recogida y separación de los residuos a reciclar, así como en la elaboración de los elementos y el montaje de la vivienda [4].

En Brasil, era necesario un proyecto innovador para buscar alternativas que permitieran superar los límites de la construcción convencional. Por tal motivo, en octubre de 1997 se presentó al municipio un proyecto denominado "Bom-Plac", el cual consistió en un sistema ecológico de casas construidas en el marco de una cooperativa, a través del cual las personas tienen la oportunidad de acceder a una vivienda alternativa y adecuada [6].

El producto fue la fabricación de viviendas, consistente en la mezcla de materiales disponibles y caucho reciclado, a partir de llantas viejas, en la fabricación de paneles de construcción. Todos ellos contribuyen a reducir la contaminación, mejorar la salud pública y utilizar los recursos naturales [4].

Con el fin de ahorrar mano de obra, se utilizó la mano de obra de los internos condenados por delitos menores en la confección de los prefabricados para lograr su rehabilitación y posterior reintegración a la comunidad; y el montaje de estos fue realizado por los dueños de las casas.

También se han realizado en el viejo continente diversos estudios sobre el ahorro de la sociedad constructora y la protección del medio ambiente, tales como:

Inglaterra, el primer país de la Unión Europea en aceptar oficialmente la construcción de casas ecológicas a partir de materiales de desecho (basura) conocidos como Earthships (en inglés: "land ship", "land ship" o simplemente: eco casas), fabricados íntegramente con material reciclado, los cuales incluyen: botellas, latas de aluminio y fundas para coches. El concepto de este tipo de apartamento se basa en un espíritu de reciclaje en relación con el uso de energías renovables, con lo que no solo debe ser muy económico, sino que también debe contribuir a la descontaminación y reducción de la contaminación ambiental y permitir su baja integración de emisiones [4].

Otro material ampliamente utilizado en Inglaterra es "cob", un término del inglés antiguo que significa "masa de tierra redondeada". Esta es una técnica que se había practicado durante miles de años en climas lluviosos y ventosos como Gran Bretaña hasta que aparecieron los ladrillos horneados en el siglo XIX.

Básicamente, es la mezcla de tierra, arena, paja y agua que, cuando se conecta y se pisa, se le da una masa cohesiva que se aplica directamente con las manos y forma la pared. Se vuelve dura como una roca a medida que se seca. La mazorca perdura siglos y tiene la ventaja de ser un material muy saludable que respira, no tóxico, reciclable, invita a construirlo tú mismo y promueve la creatividad porque no solo es barato, sino que también está al alcance de todos [5].

En nuestro país se han desarrollado estudios e investigaciones para paliar el problema de la escasez de vivienda, pero no se han publicado ni puesto en práctica. Por ello, presento un estudio sobre el procesamiento de mampostería con residuos de construcción con el fin de evitar el uso

de agregados comunes en el procesamiento de los mampuestos [5].

Hasta el momento son escasos los estudios que sugieran la fabricación de mampuestos con áridos reciclados, por lo que han sido la guía para su elaboración de los escasos estudios que he encontrado, apoyado en las distintas normas INEN y ASTM.

Estos son los estudios más importantes:

"Seminario sobre la sistematización de procesos constructivos y el uso de materiales alternativos en la construcción de viviendas de interés social", Cámara de Construcción de Quito, noviembre de 1992 [8].

- Uso de escombros como agregado de reciclaje. Fabricación de mampuestos de hormigón, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Brasilia en Brasil.
- El potencial del uso de áridos reciclados en la fabricación de mampostería de hormigón, De Pauw y Mollet en España.
- La prefectura parroquial de Santo André ha desarrollado un proyecto en Brasil para reciclar 30 m³ de residuos y producir elementos de construcción (4 mil mampuestos / día) al mismo tiempo.

Residuo

El residuo es un material irrecuperable que no alcanza ningún valor económico en su contexto original, pero es una valiosa fuente de material útil que, por la falta de manejo y mercados para su comercialización y disposición inadecuada, se convierte en un real atentado al medio ambiente y un derroche innecesario de recursos. [6]



Figura 1. Escombros y Residuos
Fuente: Danilo Gamboa Ch.

Clasificación de residuos

Los residuos cuentan con un apartado especial para su clasificación según el tipo de sector o actividad del que proceden. Muchos de ellos dependen de sus características, entre las que se encuentran las siguientes (Garrido, 1998):

- Físicos: residuos sólidos, residuos líquidos y residuos gaseosos.
- Químico: residuos inertes, residuos tóxicos, residuos radiactivos y residuos infecciosos.
- Actividades sectoriales: servicios y residuos domésticos, agricultura, silvicultura, ganadería, industria, minería, construcción, demoliciones y saneamiento.

Residuos de construcción y demolición

Los residuos de construcción y demolición, denominados RCD, proceden directamente de la industria de la construcción. Si bien los residuos generados por esta actividad no tienen el mismo efecto que los residuos orgánicos, a menudo se eliminan en vertederos ilegales e informales sin manejo ni tratamiento. Incluso pueden estar expuestos en lugares naturales. Han permitido impactos ambientales negativos y el surgimiento de una cultura de vertimiento insostenible con consecuencias reales por su negligencia. [6]



Figura 2. Clasificación de Residuos
Fuente: Danilo Gamboa Ch.

Clasificación RCD

Los DCR se pueden dividir en dos grupos según su origen y tipo (Andrade y Coba, 2013), como

se describe a continuación:



Figura 3. Clasificación RCD

Fuente: A. Molina, «Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción,» Bogota, 2018. [6]

Según su origen:

- Residuos de demolición o demolición: incluye todas las sustancias u objetos de estructuras que han terminado su vida útil, procedentes de liberaciones, demoliciones y desmantelamientos que supongan un determinado riesgo. [7]
- Escombros de construcción: todos los materiales u objetos que surgen durante un proceso de construcción, ya sea obra nueva, rehabilitación o reparación.
- Residuos de excavación: Se tienen en cuenta todos los materiales u objetos que surgen durante todos los trabajos de excavación antes del inicio de la obra. [7]

Según su naturaleza:

- Residuo inerte: cualquier sustancia u objeto que generalmente se considera no peligroso y que no está sujeto a ninguna transformación física, química o biológica.
- Residuos no peligrosos: todas las sustancias u objetos que pueden almacenarse después del tratamiento sin cuidados especiales.
- Residuos peligrosos: todas las sustancias u objetos de todo aquello que se fabrican en la industria y requieren un tratamiento y cuidados especiales por sus propiedades de alto riesgo [7].

Mampuesto

El mampuesto de hormigón es uno de los elementos más utilizados en la construcción. Es un elemento prefabricado vibro compactado que se utiliza generalmente en el levantamiento de mampostería (portante, no portante) y en el aligeramiento de losas (Quisphe y Guevara, 2012). El hormigón simple consiste en una mezcla de cemento, agua, áridos finos y gruesos. Es un cuboide con un espacio interior que puede tener o no vacíos (INEN 3066, 2016). Según la norma INEN 3066 (2016), “sus características de resistencia a la compresión están entre 17 kg / cm² y 40 kg / cm²” [8].

Las principales ventajas del mampuesto en la mampostería son:

- **Resiliencia y estabilidad:** su capacidad de carga, que se suma a la colocación del marco en la mampostería, asegura una mayor resistencia y estabilidad. [1]
- **Aislamiento térmico:** su estructura permite la introducción de materiales aislantes (vermiculita y polietileno expandido), al tiempo que reduce la transmitancia térmica.
- **Insonorización:** su densidad y textura forman una barrera acústica. El aumento del aislamiento acústico depende en gran medida de la unión adecuada. [1]
- **Resistencia al fuego:** posee una resistencia térmica con una duración no superior a cuatro horas, lo que ofrece un alto nivel de seguridad frente al fuego.
- **Velocidad y Economía:** La simplificación al colocar menos unidades en fábrica contribuye a un mayor rendimiento. Además, su textura crea un mejor acabado superficial, más homogéneo, que al final no requiere ningún tratamiento superficial complejo. [6]

Partes de un Mampuesto

De un mampuesto típico se pueden identificar las siguientes partes en la imagen:

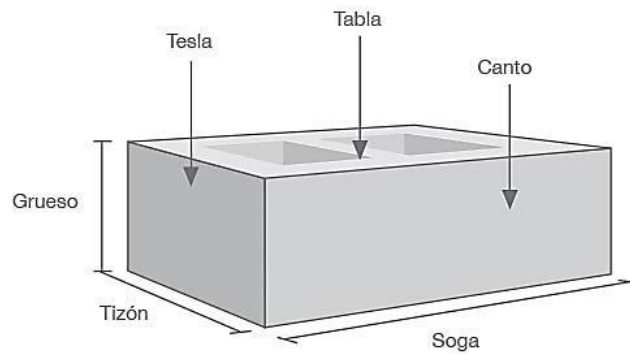


Figura 4. Esquema partes de un mampuesto

Fuente: Mundo Constructor “Bloque de hormigón” [12].

Clasificación

Según la norma ecuatoriana (INEN 3066, 2016), el mampuesto se clasifica según su uso y densidad como se describe a continuación:

De acuerdo con su uso:

Tabla 1. Mampuestos de Hormigón de acuerdo con su uso

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

Elaborado por: NTE_INEN 3066. Mampuestos de Hormigón. Requisitos y Métodos de Ensayo

Fuente: [9]

Uso de Hormigón

De acuerdo con su densidad:

Tabla 2.Mampuestos de Hormigón de acuerdo con su densidad

Tipo	Densidad de Hormigón (kg/m³)
Liviano	<1680
Mediano	1680 a 2000
Normal	>2000

Elaborado por: NTE_INEN 3066. Bloques de Hormigón. Requisitos y Métodos de Ensayo
Fuente: [9]

Propiedades

Los mampuestos son elementos estructurales con propiedades propias que deben analizarse en función de su resistencia y porcentaje de absorción, como se describe a continuación:

Resistencia a la compresión: es la relación de la carga máxima que puede soportar un elemento en relación con el área de la sección transversal antes de que ocurra una falla o rotura (INEN 3066, 2016). Dependiendo del tipo y uso de cada elemento, debe corresponder a las resistencias Clase Uso A Mampostería portante B Mampostería no portante C Aligeramiento en losas Tipo densidad de hormigón (kg / m³) Ligero <1680 Medio 1680 a 2000 Normal > 2000 14 Mínimo según se detalla en la siguiente tabla determinada por la norma ecuatoriana INEN 3066 (Mampuestos de hormigón. Requisitos y métodos de ensayo) [9].

Porcentaje de absorción: es la cantidad de agua que retendrá cada parte al sumergirse (INEN 3066, 2016). Dependiendo del tipo y uso de cada elemento, este debe cumplir con los porcentajes máximos de absorción que se enumeran en la siguiente tabla, los cuales están determinados por la norma ecuatoriana INEN 3066 (mampuestos de concreto. Requisitos y métodos de ensayo) [9].

De acuerdo con la norma ecuatoriana (INEN 3066, 2016), los materiales de los mampuestos deben ser de:

- **Cemento hidráulico:** Elaborado según la normativa vigente NTE INEN 490 (Puzolanas. Definición y clasificación), NTE INEN 2380 (Cementos hidráulicos. Requisitos de desempeño para cementos hidráulicos) o NTE INEN 152 (Cemento Portland. Requisitos).

- Áridos: áridos finos o gruesos con propiedades que corresponden a la norma NTE INEN 872 (áridos para hormigón. Requisitos). Actualmente, la norma ecuatoriana no obliga al uso de estos materiales reciclados para formar nuevos elementos.
- Agua: Debe ser agua potable pura y libre de cantidades significativas de contaminantes, álcalis, sales y sustancias orgánicas [9].

Cemento

El cemento Portland es un aglutinante hidráulico grisáceo muy fino que se compone principalmente de silicatos de calcio y aluminio, que se fabrican a partir de la combinación de piedra caliza, arcilla y yeso, que al mezclarse con materiales pétreos y agua forman una mezcla homogénea, manejable y un plástico que es una de las resistencias logradas en mortero u hormigón moldeado [10].

Agregados

“Son materiales granulares sólidos inertes que pueden ser naturales, artificiales o reciclados. Se pueden utilizar en la fabricación de productos mezclándolos con ligantes de activación hidráulica (cemento, cal, etc.) o con ligantes asfálticos”.

Los áridos, ya sean de origen natural, productos industriales o escombros de construcción, se clasifican según su origen en:

- Áridos naturales: Proviene de una fuente natural formada en un lecho rocoso, a partir del cual se producen agregados con propiedades para su uso en sistemas constructivos mediante un proceso de trituración mediante trituración mecánica.
- Agregados artificiales: provienen de un proceso industrial y generalmente tienen una densidad mayor o menor que los agregados naturales.
- Áridos reciclados: Proviene directamente del proceso constructivo, del tratamiento de residuos inorgánicos de la construcción y en ocasiones surgen de la demolición y desmantelamiento de edificaciones [10].

Agua

La norma INEN 1108 afirma que el agua “es un recurso natural cuyas características físicas,

químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano”.

Reutilización de residuos de mampostería

Según estudios técnicos de diversos autores, el tipo de reutilización más común es el uso de áridos reciclados de residuos de albañilería como sustituto de áridos naturales en la fabricación de hormigones y morteros. Sin embargo, cualquier porcentaje de sustitución significa un deterioro general de las propiedades físicas y mecánicas de los productos finales. Estos RCD se pueden utilizar en la fabricación de ladrillos, mampuestos y adoquines ya que estos elementos requieren mezclas menos exigentes en cuanto a manejabilidad y resistencia (tráfico peatonal de 7 MPa y mampostería tradicional). La absorción de agua, que no debe exceder el 6%, es la principal limitación cuando se utilizan restos de mampostería para su uso en construcciones prefabricadas. Por otro lado, los restos de mampostería con actividad puzolánica se pueden utilizar como estabilizadores de suelos o como materias primas para la producción de roca expandida [4].

Reutilización de roturas cerámicas

Aunque la cantidad de residuos de cerámica cocida es significativamente menor en comparación con otros residuos, desde el punto de vista de la reutilización, debido a su actividad puzolánica, tienen un gran potencial de reutilización. Los residuos asociados con la cerámica rota se pueden convertir mediante dos líneas de proceso: procesos de trituración o de alta temperatura. Dado que la alta temperatura reduce energéticamente las posibilidades de utilizar residuos cerámicos como materia prima, las aplicaciones asociadas a este proceso son tecnológicamente más importantes. Las cerámicas restantes se reactivan térmicamente para la producción de eco mampuestos y cerámicas porosas con especificaciones equivalentes para productos fabricados a partir de nuevas materias primas. Por otro lado, los residuos con baja actividad puzolánica se utilizan como áridos finos en la fabricación de adoquines, morteros de albañilería y tanto asfalto como hormigón convencional. Se ha demostrado que cuando los residuos cerámicos son sustituidos por áridos naturales, la densidad y trabajabilidad de las mezclas generalmente se reducen debido al mayor consumo de agua. [6]

Reutilización de residuos de excavación

En varios lugares del mundo se ha comprobado que estos residuos tienen un gran potencial como árido sustituto de los que se producen habitualmente en las grandes canteras. También se ha demostrado que los residuos excavados pueden utilizarse como materia prima para la producción de ladrillos o mampuestos, que, con materiales diversos como cemento, cemento y paja, cemento y escoria de alto horno y cumplen plenamente con la normativa que los regula y además, una reducción de la energía de fabricación de hasta un 35% y una mejora en las propiedades de conductividad térmica. Como materia prima, también se pueden utilizar como agregados para la fabricación de hormigón en combinación con fibras, haciéndolos más económicos y cumpliendo con las resistencias y estándares requeridos. Otros autores han encontrado que el uso de residuos excavados junto con cenizas volantes y otros aditivos como la cal puede dar como resultado mezclas sin aglutinantes cementosos destinadas a la fabricación de diversos elementos en la construcción o el desarrollo urbano. A pesar de estos esfuerzos, existe una falta de información sobre la reutilización de los desechos excavados, lo que sugiere una disminución en las tasas de eliminación de estos desechos [6].

Según características fisicoquímicas

Como se mencionó en el apartado anterior, pocos investigadores han descrito la caracterización de un residuo como criterio fundamental para decidir si un residuo tiene una aplicación potencial. Cabe señalar que la reutilización de escombros de construcción y escombros de construcción depende naturalmente de sus propiedades y de su influencia en el estado final de un producto. Numerosos autores presentan criterios relacionados con el tamaño que debe cumplir una norma según el país y el tipo de aplicación (en Colombia, la distribución granulométrica de agregados para concreto y mortero debe corresponder a NTC 174 y para pavimentos viales según INV E-213 e INV E-214 y Con respecto a la caracterización mineralógica, del resumen bibliográfico se extrajeron algunos datos sobre la química de los minerales, que los hacen susceptibles de uso%) y para su reutilización como reemplazo de cemento o puzolanas, alto CaO ($> 18\%$) y contenido de alúmina [1].

1.1.1 Justificación

En los últimos años las actividades que el ser humano realiza son perjudiciales para el medio

ambiente debido a la falta de control que existe, sobre todo, al mal manejo de los desechos producto de dichas actividades, uno de los tantos problemas ambientales difícil de solucionar es reducir el impacto que genera la construcción al momento de desechar tanto material no degradable que afecta directamente al equilibrio ecológico dando forma a los botaderos autorizados y no autorizados que afectan a nuestra ciudad, así como la adquisición de materia prima y materiales para realizar las diferentes obras civiles. Es por lo que el presente trabajo tiene el objetivo principal de tratar de disminuir la problemática mencionada anteriormente mostrando una nueva alternativa de mitigación al impacto ambiental que producen los desechos producto de la construcción encontrados en distintos botaderos y los cuales afectan grandemente a la calidad de vida de los ciudadanos del cantón Ambato. Se propone, por lo tanto, el buen manejo y la reutilización de dicho material para la realización de mampuestos, los cuales pueden ser utilizados para obras futuras, y así reducir grandemente la contaminación que este provocan y tratar de eliminar los botaderos de material y escombros que contaminan tanto visual como físicamente a nuestra ciudad y que son de gran inconformidad para la ciudadanía.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Estudiar mampuestos a base de desechos de la construcción para su implementación en diferentes obras de ingeniería en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar los materiales a utilizarse para la construcción de mampuestos.
- Analizar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales reciclados.
- Elaborar diferentes muestras con diferentes graduaciones de materiales.
- Comparar los resultados de resistencia a la compresión con mampuestos de uso comercial.
- Establecer una diferencia de precios de costo de elaboración de mampuestos elaborados con material reciclado y mampuestos de uso comercial.

Capítulo II: Metodología

A continuación, se detallan cada uno de los aspectos considerados para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

2.1 Equipos y Materiales

2.1.1 Equipos

Los equipos utilizados para los ensayos necesarios para este presente trabajo serán los del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Universidad Técnica de Ambato.

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

- Herramientas menores
- Balanzas
- Tamizadora eléctrica
- Tamices para agregado grueso
- Cámara de curado.
- Horno.
- Máquina de compresión SHIMADZU CONCRETO 2000x.

Los equipos utilizados para la fabricación de los mampuestos son prestados por la Bloquera “La Fabrica del Bloque” ubicada en el sector de la Joya.

Fábrica de mampuestos

- Herramienta menor.
- Bloquera eléctrica.
- Mezcladora de material.
- Moldes para mampuestos.
- Tableros de madera.

Los equipos necesarios para el proceso de Triturado del material reciclado fueron prestados por la mina “Arias” ubicado en la vía a Aguaján, así como los vehículos y maquinaria para el traslado y recolecta del material fueron prestados por la empresa EDSO.

Cantera de triturado Hermanos Arias.

- Herramientas menores.
- Trituradora con motor a diésel.
- Zarandas.
- Volquetas.
- Cargadoras.

2.1.2 Materiales

Los materiales que se utilizaron para la fabricación de los mampuestos necesarios para realizar el presente trabajo fueron los tradicionales como:

- Agregado grueso o chasqui.
- Agregado fino o polvo blanco.
- Cemento.
- Agua.

Pero también se utilizó el sustituto del agregado grueso que fue material reciclado de desechos producto de demoliciones que se encuentran en varios botaderos de Ambato.

Material Reciclado producto de las demoliciones de construcciones.

El principal material en estudio en este trabajo es el material reciclado, el cual fue recolectado de los diferentes botaderos de la ciudad de Ambato, dichos lugares se encuentran en gran peligro puesto que por lo general son quebradas naturales de desfogue de agua y que son contaminados y sobre todo obstruidos por desechos, principalmente escombros y desechos producto de derrocamiento o demoliciones de estructuras ya existentes.

Este material también se lo puede encontrar directo de alguna edificación en proceso de derrocamiento, al conseguir este material de dicha forma nos ahorraría lo que es la recolección, carga y transporte del mismo, puesto que los transportistas de dicho material por lo general buscan lugares donde poder depositar dicho material.

2.2 Metodología

Análisis de la información

Este al ser un trabajo de índole netamente experimental es necesario detallar que el análisis de datos se basó un proceso lógico totalmente definido. Con el propósito de emplear y de discernir las propiedades adquiridas por parte de los mampuestos de mampostería a base de material reciclado. El proceso que se llevado a cabo se enlista a continuación:

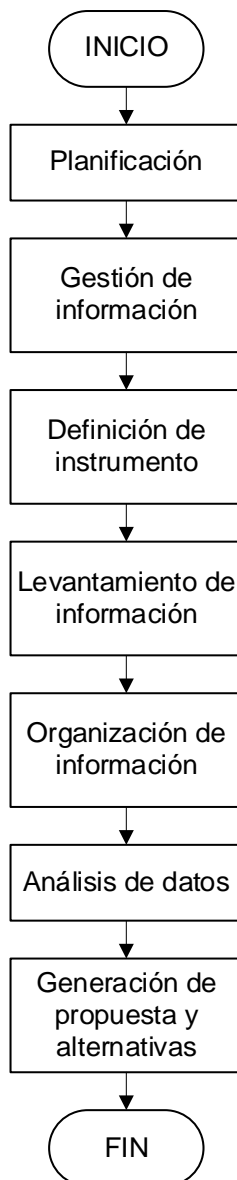


Figura 5.- Proceso detallado para el análisis de información

Fuente: Danilo Gamboa

Una vez detallada totalmente la metodología empleada en el presente trabajo de investigación, es acertado continuar con el diseño experimental. Dicho esto, a continuación, se presenta el

proceso mediante el cual se realizó la mezcla, moldeo, curado y ensayado de los mampuestos de mampostería. Es importante señalar que el proceso de ensayado fue con base en la nota técnica de prevención NTP 639:2012 que responde a un análisis de resistencia a la compresión y absorción. El nombre de esta es el siguiente; Mampuestos de hormigón, muestreo y ensayos.

2.2.1 Ensayos Previos

Como se mencionó con antelación la idea de ensayado converge en tres particularidades; ensayo de resistencia a la compresión, absorción y al impacto; los cuales fueron realizados en su mayoría en el Laboratorio de Ensayos de Materiales y Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Los procesos previos a la realización de los ensayos antes mencionados fueron:

a) Granulometría agregado fino (polvo), grueso (chasqui) y grueso (residuos triturados)

NORMA: NTE INEN 0696: Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. [9]
El análisis granulométrico por tamices fue esencial para poder determinar que el tamaño de los agregados fuere el apropiado.

b) Densidad real agregado fino (polvo), grueso (chasqui) y grueso (residuos triturados)

NORMA: NTE INEN 0856: Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino. [9]

La densidad real del agregado fino se determina cuando la muestra se encuentre en estado saturado superficie seca (S.S.S), utilizando el método del picnómetro.[16]

La densidad real del agregado grueso se determina cuando la muestra se encuentren estado saturado superficie seca (sss), luego de haber sumergido en agua por 24horas, utilizar el método de la canastilla.[16]

c) Densidad aparente suelta del agregado fino (polvo), grueso (chasqui) y grueso (residuos triturados)

NORMA: NTE INEN 0858: Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos. [9]

Para determinar la densidad suelta llenar el recipiente con las muestras, enrazar al nivel del borde y pesar las muestras. La densidad es igual a la masa del agregado suelto dividida para el volumen del recipiente.[16]

d) Densidad aparente compactada del agregado fino (polvo), grueso (chasqui) y grueso (residuos triturados)

NORMA: NTE INEN 0858: Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos. [9]

Para determinar la densidad compactada llenar el recipiente hasta 1/3 de su altura en tres capas, compactar con 25 golpes con la varilla, dar 3 golpes con el martillo de goma, enrazar y pesar las muestras. La densidad del mismo modo es igual a la masa de los agregados compactados dividido para el volumen del recipiente. [17]

e) Densidad aparente compactada de la mezcla de agregados (polvo y chasqui)

NORMA: NTE INEN 0858: Áridos. Determinación de la masa unitaria (peso volumétrico) y el porcentaje de vacíos. [9]

f) Capacidad de absorción del agregado fino (polvo), grueso (chasqui) y grueso (residuos triturados)

NORMA NTE INEN 0856: Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino. [9]

NORMA NTE INEN 0857: Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso. [9]

La capacidad de absorción de los agregados se determina cuando la muestra se encuentre en estado saturado superficie seca (sss), se coloca las muestras en el horno por 24 horas, la capacidad de absorción se calcula con el peso de la muestra en estado (s.s.s) restando la masa del agregado seco, esta diferencia dividida para masa del agregado seco. [18]

g) Densidad real del cemento.

NORMA NTE INEN 0156: Cemento hidráulico. Determinación de la densidad, la densidad real del cemento se determina mediante la aplicación del método del picnómetro. [9]

h) Dosificación

Para la dosificación de la elaboración de mampuestos de mampostería se basó en el método de densidad óptima de la Universidad Central del Ecuador, la cual determina la cantidad de cada agregado para poder realizar la muestra.

2.2.2 Dosificación

Uno de los procesos fundamentales para la elaboración de los mampuestos a ensayar es encontrar la dosificación necesaria y óptima, la cual se la realizará mediante el método de densidad óptima que tendrá como base la realización de mampuestos tipo B, los cuales se tratan de mampuestos de tipo no estructural, cuya resistencia mínima a la compresión por mampuesto es de 3,5 Mpa y la resistencia a la compresión para un promedio de 3 mampuestos es de 4,0 Mpa, a los 28 días de edad [9].

Los Ensayos y resultados necesarios para obtener la dosificación óptima son los siguientes:

- Relación Agua/cemento.
- Densidad real del cemento.
- Densidad Real del agregado fino.
- Densidad Real del agregado grueso.
- Porcentaje óptimo del agregado fino.
- Porcentaje óptimo del agregado grueso.
- Densidad óptima de los agregados fino y grueso.
- Densidad aparente suelta del agregado fino.
- Densidad aparente suelta del agregado grueso.

Una vez obtenidos dichos datos se proceden al cálculo de datos necesario para obtener la dosificación óptima de la mezcla para la elaboración de los mampuestos tipo B con una resistencia mínima de 4 Mpa, como promedio para tres muestras, los cálculos necesarios son:

1. Densidad real de la de los agregados DR_{Ag}.

$$DR_{Ag} = (DRP * POP) + (DRCh * PoCh)$$

Donde:

DR_{Ag}- Densidad Real del Agregado

DRP- Densidad real del agregado fino.

POP.- Porcentaje óptimo del agregado fino.

DRCh.- Densidad real del agregado grueso(chasqui).

PoCh.- Porcentaje óptimo del agregado grueso(chasqui).

2. Porcentaje óptimo de vacíos POV.

$$POV\% = \frac{DRAg - DoAg}{DRAg} * 100$$

Donde:

POV%.- Porcentaje óptimo de vacíos.

DRAg.- Densidad real del agregado

DoAg.- Densidad óptima del agregado.

3. Cantidad de pasta CP.

$$CP = POV + 2\% + 3\% POV$$

Donde:

CP.- Cantidad de pasta

POV.- Porcentaje óptimo de vacíos.

4. Cantidad de cemento.

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}}$$

Donde:

C.- Cantidad de cemento.

CP.- Cantidad de pasta.

W/C.- Relación agua/cemento.

DRC.- Densidad real del cemento.

5. Cantidad de agua

$$W = \frac{W}{C} * C$$

Donde:

W.- Cantidad de agua.

W/C.- Relación agua/cemento.

C.- Cantidad de cemento.

6. Cantidad de polvo

$$P = (1000 - CP - AIRE) * DRP * POP$$

Donde:

P.- Cantidad de Polvo

CP.- Cantidad de pasta.

AIRE.- Cantidad de aire.

DRP.- Densidad real del agregado fino o polvo

POP.- Porcentaje óptimo del agregado fino o polvo.

7. Cantidad de chasqui

$$Ch = (1000 - CP - AIRE) * DRCh * PoCh$$

Donde:

Ch.- Cantidad de chasqui.

CP.- Cantidad de pasta.

AIRE.- Cantidad de Aire.

DRCh.- Densidad real del agregado grueso o chasqui.

PoCh.- Porcentaje óptimo del agregado grueso o chasqui.

Los cálculos anteriores son para 1m³ de mezcla, por lo cual podemos los esos datos realizar la dosificación al peso:

$$\text{Dosificación de un material} = \frac{\text{Cantidad de Material}}{\text{Cantidad de Cemento}}$$

2.2.3 Elaboración de Mampuestos

Muestra



Este aspecto en particular fue delimitado por los mampuestos de mampostería, mismos que poseen una figura prismática, con dimensiones normalizadas. Las dimensiones más habituales de este tipo de mampuesto son de 10 x 20 x 40; 20 x 20 x 40; 22,5 x 20 x 50 y 5x5x5. Con un peso que oscila entre los 10 a 12, 7 kg por unidad.

Para este trabajo experimental es necesario seleccionar un grupo representativo de elementos, con el fin de manifestar las características de un mampuesto elaborado con las sustitución parcial y total del agregado grueso con residuos triturados producto de desechos de la construcción, frente a las características de un mampuesto común.

Se fabricarán 90 mampuestos de hormigón, de los cuales 18 serán mampuestos de hormigón elaborados de forma tradicional y 72 serán mampuestos elaborados a base de residuos triturados producto de desechos de la construcción con reemplazo parcial y total del agregado grueso en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%, para las diferentes edades de 14 y 28 días para los diferentes ensayos a realizar.

Los porcentajes asumidos de sustitución parcial y total del agregado grueso serán analizados con los datos, la metodología y los resultados obtenidos de la resistencia a compresión de los estudios del uso de residuos triturados producto de desechos de la construcción como sustitución de agregado grueso en mampuestos de hormigón [13].

Tabla 3. Número total de muestras para los ensayos de resistencia a compresión, resistencia al impacto y absorción.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.			
NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, IMPACTO Y ABSORCIÓN			
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba		
Fecha:	27/12/2021		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
	MAMPUESTOS	14 DÍAS	28 DÍAS
Sustitución residuos triturados producto de desechos de la construcción.	25%	3	3
	50%	3	3
	75%	3	3
	100%	3	3
Mampuesto normal	-	3	3
Total, por edad	-	15	15
Lote total	30		
ENSAYO AL IMPACTO			
	MAMPUESTOS	14 DÍAS	28 DÍAS
Sustitución residuos triturados producto de desechos de la construcción.	25%	3	3
	50%	3	3
	75%	3	3
	100%	3	3
Mampuesto normal	-	3	3
Total, por edad	-	15	15
Lote total	30		
ENSAYO A LA ABSORCIÓN			
	MAMPUESTOS	14 DÍAS	28 DÍAS
Sustitución residuos triturados producto	25%	3	3
	50%	3	3

de desechos de la construcción.	75%	3	3
	100%	3	3
Mampuesto normal	-	3	3
Total, por edad	-	15	15
Lote total	30		

Fuente: Danilo Gamboa Ch.

Obtención del Material Reciclado.

Los Residuos de desechos de la construcción a triturar y ensayar se obtuvieron de los siguientes botaderos de la ciudad:

- Los Pinos. - Ubicado en el Parque Industrial de Santa Rosa, frente a Molinos Miraflores.
- La Península. - Ubicado en la ex mina de La Península.
- Paso Lateral. – Ubicado en la Quebrada del Paso Lateral Sur.

Tomando en cuenta que, de estos tres botaderos, solo uno (La Península) es un botadero oficial y los otros dos, así como muchos más que existen en Ambato, son quebradas de desfogue natural de aguas lluvias.



Figura 6.- Escombreras

Fuente: Danilo Gamboa

La mina de los Hnos. Arias, ubicado en el km 5 ½ de la antigua vía a Aguaján, dio apertura a sus instalaciones para el triturado del material reciclado obtenido de los diferentes botaderos, proporcionando su trituradora y zarandas para la clasificación del material.

La bloquera “La Fabrica del Mampuesto”, ubicada en el sector La Joya, colaboró con sus instalaciones, así como, con la maquinaria y equipos necesarios para la realización de los mampuestos. Esta bloquera oferta los mampuestos de 40 cm de largo por 20 cm de alto y con una variación en su ancho teniendo

así de 10cm y 12 cm, medidas usualmente comerciales, así como de diferentes formas, entre ellas macizos, caramelos y perforados o huecos.

Mezcla

El proceso de mezclado se detalla a continuación:

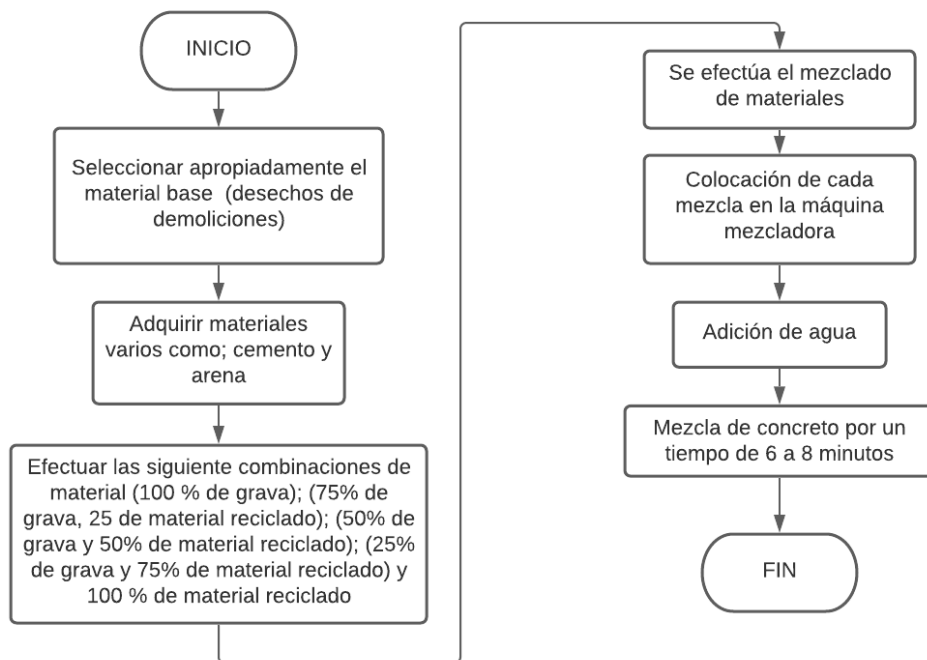


Figura 7.- Realización de la mezcla

Fuente: Danilo Gamboa

Moldeo

De igual manera el proceso de moldeo se muestra a continuación:

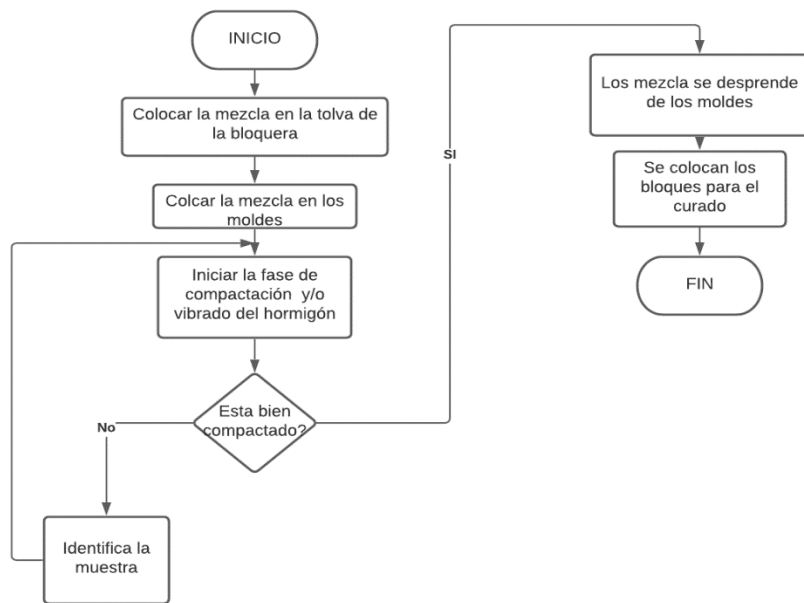


Figura 8.- Proceso de Moldeo

Fuente: Danilo Gamboa

Secado y Curado

El proceso de curado consta de las siguientes actividades:

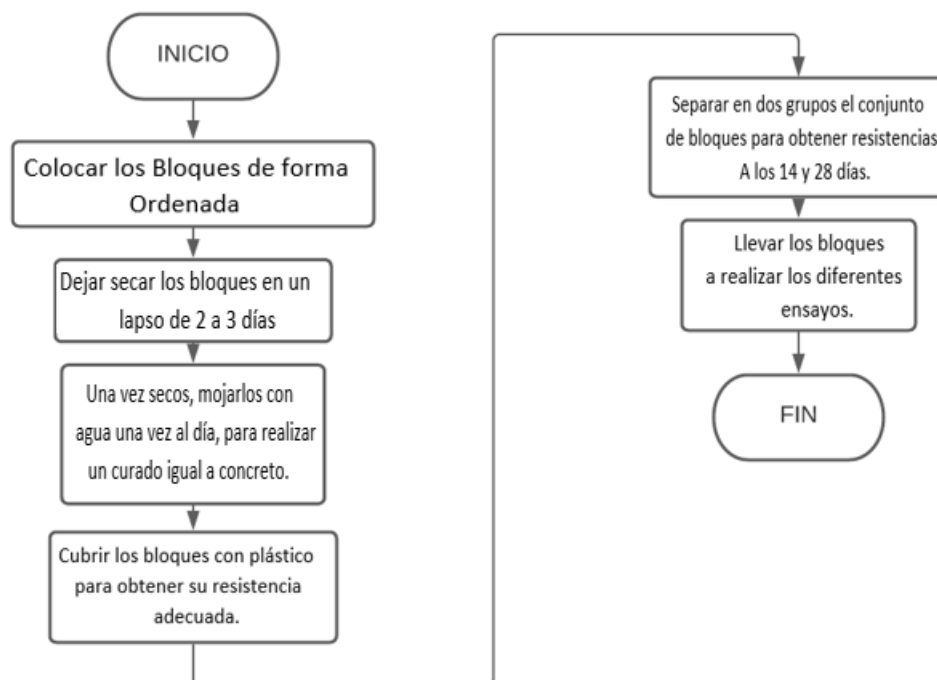


Figura 9.- Proceso de Curado

Fuente: Danilo Gamboa

2.2.4 Ensayos a los Mampuestos

2.2.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión

NORMA NTE INEN 639: Mampuestos huecos de hormigón, muestreo, inspección y recepción.[20]

NORMA NTE INEN 3066: Mampuestos de hormigón. requisitos y métodos de ensayo.[21]

Los ensayos a compresión se realizaron a los 14 y 28 días de edad

Cálculos Posteriores

$$\text{Resistencia a la compresión del area neta (Mpa)} = \frac{P_{max}}{A_n}$$

Donde:

P_{max} = carga máxima de compresión, (N)

A_n = área neta del espécimen, (mm²)

$$\text{Resistencia a la compresión del area bruta (Mpa)} = \frac{P_{max}}{A_g}$$

Donde:

P_{max} = carga máxima de compresión, (N)

A_g = área bruta del espécimen, (mm²)

2.2.4.2 Ensayo de absorción

El ensayo de absorción se permitió adoptar las siguientes particularidades

Equipos de ensayo

Una balanza con una exactitud dentro del 0,5% de la masa del espécimen más pequeño ensayado aplicado a tres especímenes

Procedimiento de ensayado

Saturación

- Es necesario sumergir las muestras de prueba en agua a una temperatura de 16°C a 27°C

durante 24-28 horas.

- Determinar la masa de las muestras suspendidas de un alambre de metal y completamente sumergidas en agua
- Es necesario registrar la masa como MI.
- Después es indispensable sacarlos del agua y déjelos escurrir durante $60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$
- Determine y registre un valor; Ms (masa de muestra saturada).

Secado

Después de la saturación, fue necesario secar todas las muestras en un horno ventilado a 100°C a 115°C durante al menos 24 h, hasta que dos determinaciones de masa sucesivas estén separadas por 2 h, lo que indica que la masa de la muestra es mayor que la de la anterior; es decir ha disminuido en no más del 0,2% en comparación. Este valor se registra como la masa de las muestras secas o MD (masa de la muestra secada al horno).

Cálculos posteriores

Absorción

Se puede calcular la absorción de la siguiente manera:

$$\text{Absorción (kg/m}^3\text{)} = \frac{M_s - M_d}{M_s - M_i} \times 1000$$

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{M_s - M_d}{M_d} \times 1000$$

Donde

Ms = masa del espécimen saturado, (kg)

Mi = masa del espécimen sumergido, (kg)

Md = masa del espécimen seco al horno, (kg)

Contenido de humedad

$$\text{Contenido de Humedad (\% del total de absorción)} = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} \times 100$$

Donde:

Mr = masa del espécimen tal como se recibe, (kg)

Md = masa del espécimen seco al horno, (kg)

Ms = masa del espécimen saturado, (kg)

Densidad

Calcular la densidad del espécimen seco al horno de la siguiente manera:

$$\text{Densidad (kg/m}^3\text{)} = \frac{M_d}{M_s - M_i} \times 100$$

Md = masa del espécimen seco al horno, (kg)

Ms = masa del espécimen saturado, (kg)

Mi = masa del espécimen sumergido, (kg)

Área neta promedio

$$\text{Volumen Neto } N_v \text{ (mm}^3\text{)} = \frac{M_d}{D} = (M_s - M_i) \times 10^6$$

$$\text{Área Neta promedio } A_n \text{ (mm}^2\text{)} = \frac{V_n}{H}$$

Donde:

Vn = volumen neto del espécimen, (mm³)

Md = masa del espécimen seco al horno, (kg)

D = densidad del espécimen seco al horno, (kg/m³) Ms = masa del espécimen saturado, (kg)

Mi = masa del espécimen sumergido, (kg)

An = área neta promedio del espécimen, (mm²)

H = altura promedio del espécimen, (mm).

Área neta

$$\text{Área Neta promedio } A_n \text{ (mm}^2\text{)} = L \times W$$

Donde:

An = área neta de la fracción o del espécimen entero, (mm²)

L = longitud promedio de la fracción o del espécimen entero, (mm)

W = ancho promedio de la fracción o del espécimen entero, (mm)

Área Bruta

$$\text{Área Neta promedio } A_g \text{ (mm}^2\text{)} = L \times W$$

Donde

Ag = área bruta del espécimen entero, (mm²)

L = longitud promedio del espécimen entero, (mm)

W = ancho promedio del espécimen entero, (mm)

2.2.4.3 Ensayo de resistencia al impacto

- **REFERENCIA:** Método empírico de Resistencia al Impacto aplicado en investigación de la UCE.[22]

Los ensayos de resistencia al impacto se realizaron con mampuestos de 28 días de edad. El objetivo de este ensayo es el de simular la manipulación de los mampuestos en obra y determinar su durabilidad. La prueba de impacto consiste en soltar un mampuesto en caída libre, desde una altura de 1.80 A 2.00 metros desde el nivel del suelo con la cara hueca dirigida hacia abajo y observar los pedazos que se han separado o las fisuras sufridas. Esta prueba es realizada para 3 mampuestos de cada clase [22].

2.2.5 Plan de Recolección de Datos

Para el desarrollo de este plan de investigación se seguirá los siguientes pasos:

- Consultar bibliografía que ayude al conocimiento de los materiales a utilizar y de los ensayos necesarios para la realización de la investigación.
- Recolectar y obtener el material necesario para realizar las muestras.
- Triturar y tamizar el material para obtener una adecuada granulometría y sus curvas.
- Verificar la densidad real de los agregados finos y gruesos.
- Determinar la densidad aparente suelta de los agregados.
- Determinar la densidad aparente compactada de los agregados.
- Determinar la densidad aparente compactada de la mezcla de agregados finos y gruesos.
- Determinar la capacidad de absorción de agregados finos y gruesos.
- Verificar la densidad real del cemento.
- Dosificar los materiales para la elaboración de mampuestos tradicionales.
- Dosificar los mampuestos que tienen sustitución parcial y total de agregado grueso por residuo triturado en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%, se ha tomado estos porcentajes en función de resultados obtenidos en investigaciones previas.
- Comprobar la resistencia a compresión a edades de 14 y 28 días de ambas alternativas, para cada mampuesto dosificado.
- Realizar el ensayo de resistencia al impacto entre mampuestos tradicionales y mampuestos elaborados a base de residuos triturados como reemplazo parcial y total del

agregado grueso a edades de 14 y 28 días.

- Realizar el ensayo de absorción de mampuestos a edades de 14 y 28 días.
- Analizar los resultados y correlacionar los resultados obtenidos.



Capítulo III: Análisis y Discusión de Resultados

3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1.1 ENSAYOS REALIZADOS AL MATERIAL

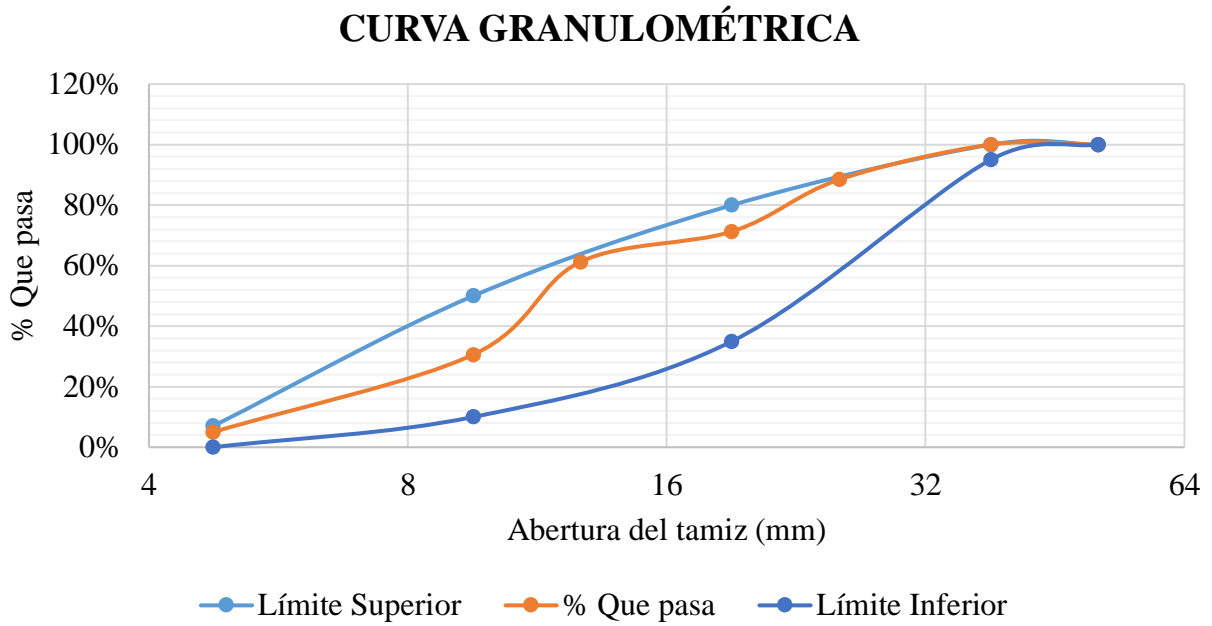
3.1.1.1 Granulometría del agregado grueso (material reciclado)

Tabla 6. Análisis granulométrico agregado grueso (material reciclado)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.						
ORIGEN:		Mina Arias (Trituradora) - vía Aguajan- Ambato				
FECHA:		12 - Abril - 2022				
NORMA:		INEN 696 - ASTM C 136				
ENSAYADO POR:		Danilo Gamboa				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL RECICLADO						
Peso muestra (gr):		4600		Pérdida de muestra (%):		1,96
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites NTE INEN 872 % que pasa
2"	50,80	0	0	0,00%	100,00%	100
1 ½"	38,10	0	0	0,00%	100,00%	95 - 100
1"	25,40	520	520	11,53%	88,47%	-
¾"	19,05	775	1295	28,71%	71,29%	35 - 70
½"	12,70	453	1748	38,76%	61,24%	-
⅜"	9,53	1382	3130	69,40%	30,60%	10 - 30
#4	4,75	1155	4285	95,01%	4,99%	0 - 5
BANDEJA		225	4510	100,00%	0,00%	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO:				1/2"		

Fuente: Danilo Gamboa.

Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso (material reciclado)





Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación: La curva granulométrica o curva del porcentaje que pasa se encuentra dentro de los límites tanto inferior como superior, dando como resultado un tamaño nominal máximo de 1/2" (12,70 mm), por lo cual el agregado grueso (material reciclado) es considerado idóneo para el presente trabajo de investigación.

3.1.1.2 Densidad real del agregado grueso (material reciclado)

Tabla 9. Densidad real del agregado grueso (material reciclado)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.			
ORIGEN:	Mina Arias(Trituradora) - vía Aguajan- Ambato		
FECHA:	18 - Abril - 2022		
NORMA:	INEN 857 - ASTM C 127		
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa		
DENSIDAD REAL DEL MATERIAL RECICLADO			
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1467,44
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1143,00
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	4564,44
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	2492,00
DA	Densidad real del agua	gr/cm ³	1,00
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	3097,00
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	1349,00
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	1748,00
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm ³	1,772

Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:


En la tabla de densidad real del agregado fino o polvo blanco (Tabla N°7, Anexo 3) nos da una densidad real del mismo de 1,784 gr/cm³.

En la tabla de densidad real del agregado grueso o chasqui (Tabla N°8, Anexo 4) nos da una densidad real del mismo de 1,084 gr/cm³.

En la tabla de densidad real del agregado grueso o material reciclado (N°9) nos da una densidad real del mismo de 1,772 gr/cm³.

3.1.1.3 Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso

Tabla 10. Densidad aparente suelta de los agregados fino y grueso

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Mina San José-Latacunga Pujilí/ Mina Arias-Vía Aguajan/Mina Casita de May-Latacunga			
FECHA:	20 - Abril - 2022			
NORMA:	INEN 858 - ASTM C 29			
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa			
DENSIDAD APARENTE SUELTA DE LOS AGREGADOS				
Masa del recipiente (kg):	10,155			
Volumen del recipiente (dm³):	20,64			
Agregado	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso Unitario (kg/dm³)	Peso Unitario Promedio (kg/dm³)
Polvo blanco	26,36	16,21	0,79	0,782
	26,22	16,06	0,78	
Material reciclado	37,90	27,74	1,34	1,344
	37,89	27,74	1,34	
Chasqui	21,63	11,47	0,56	0,555
	21,60	11,45	0,55	



Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

La densidad Suelta del agregado fino o polvo blanco es de 0,782 kg/dm³; la densidad suelta del agregado grueso o material reciclado es de 1,344 kg/dm³ y por último la densidad suelta del agregado grueso o chasqui es de 0,555 kg/dm³, estando así estados valores dentro del rango permitido.

3.1.1.4 Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso

Tabla 11. Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Mina San José-Latacunga Pujilí/ Mina Arias-Vía Aguajan/Mina Casita de May-Latacunga			
FECHA:	20 - Abril - 2022			
NORMA:	INEN 858 - ASTM C 29			
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa			
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LOS AGREGADOS				
Masa del recipiente (kg):	9,99			
Volumen del recipiente (dm³):	20,09			
Agregado	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso Unitario (kg/dm³)	Peso Unitario Promedio (kg/dm³)
Polvo blanco	26,56	16,57	0,82	0,820
	26,36	16,37	0,81	
Material reciclado	39,53	29,55	1,47	1,476
	39,73	29,75	1,48	
Chasqui	24,72	14,74	0,73	0,736
	24,82	14,83	0,74	

Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

La densidad aparente compactada del agregado fino o polvo blanco es de 0,820 kg/dm³; la densidad aparente compactada del agregado grueso o material reciclado es de 1,476 kg/dm³ y por último la densidad aparente compactada del agregado grueso o chasqui es de 0,736 kg/dm³, estando así estados valores dentro del rango permitido.

3.1.1.5 Capacidad de absorción de los agregados

Tabla 13. Capacidad de absorción del agregado grueso (material reciclado)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Mina Arias(Trituradora) - vía Aguajan- Ambato			
FECHA:	21 - Abril - 2022			
NORMA:	INEN 857 - ASTM C 127			
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa			
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL MATERIAL RECICLADO				
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	29,95	24,06
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	177,62	151,89
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	147,67	127,83
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	174,47	149,15
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	144,52	125,09
$CA=((M9-M11)/M11)*100$	Capacidad de absorción	%	2,18	2,19
$P2=(CA1+CA2)/2$	Capacidad de absorción promedio	%	2,19	



Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

La capacidad de absorción del agregado fino o polvo blanco (Tabla N° 12, Anexo 5) es de 11,95%, la capacidad de absorción del agregado grueso o material reciclado es de 2,19% y la capacidad de absorción del agregado grueso o chasqui (Tabla N° 14, Anexo 6) es de 45,49%.

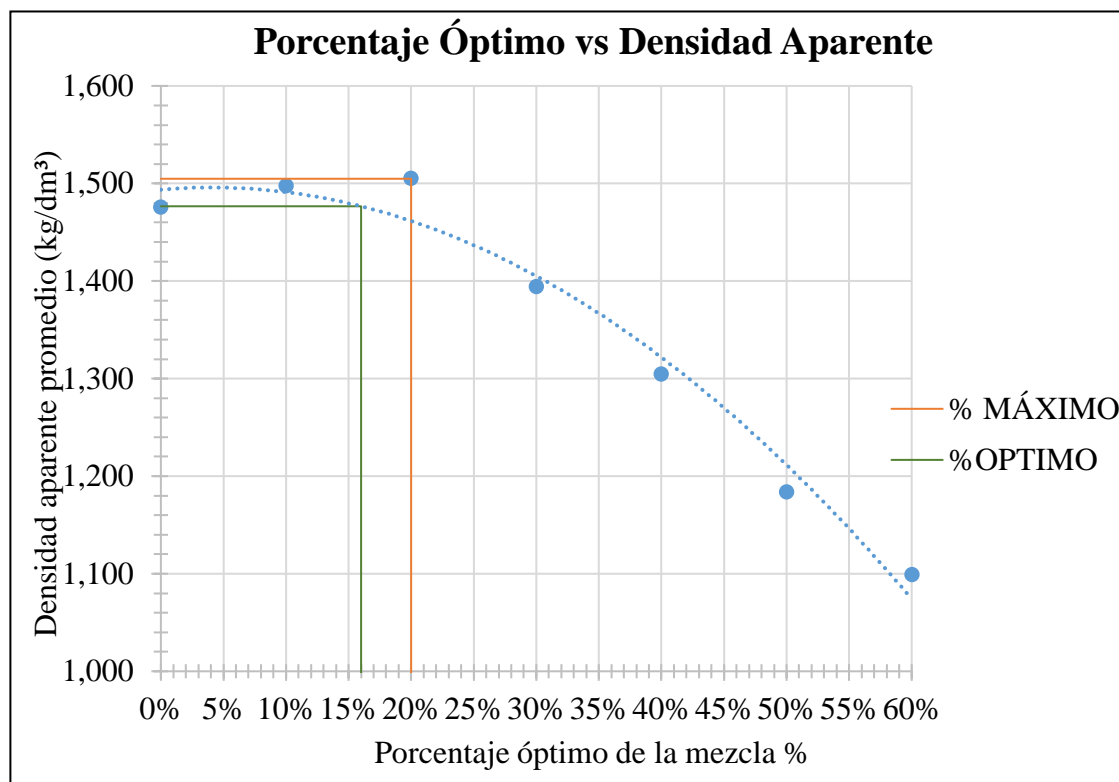
3.1.1.6 Densidad aparente compactada de la mezcla de agregados

Tabla 16. Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso (polvo y material reciclado)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.									
ORIGEN:		Mina San Jose-Latacunga Pujilí/ Mina Arias-vía Aguaján							
FECHA:		22 - Abril - 2022							
NORMA:		INEN 858 - ASTM C 29							
ENSAYADO POR:		Danilo Gamboa							
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA (POLVO BLANCO + MATERIAL RECICLADO)									
Masa del recipiente (kg):		9,985							
Volumen del recipiente (dm³):		20,09							
% Mezcla		Cantidad (kg)			Fino añadido (kg)	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso unitario mezcla (kg/dm ³)	Peso unitario promedio (kg/dm ³)
Material reciclado	Polvo blanco	Material reciclado	Polvo blanco	Polvo blanco	Polvo blanco + Material reciclado				
100,00%	0,00%	40,00	0,00	0,00	39,53	29,55	1,471	1,476	
					39,73	29,75	1,481		
90,00%	10,00%	40,00	4,44	4,44	40,19	30,21	1,503	1,497	
					39,95	29,96	1,491		
80,00%	20,00%	40,00	10,00	5,56	40,16	30,18	1,502	1,505	
					40,28	30,29	1,508		
70,00%	30,00%	40,00	17,14	7,14	37,96	27,98	1,392	1,394	
					38,03	28,05	1,396		
60,00%	40,00%	40,00	26,67	9,53	36,19	26,21	1,304	1,304	
					36,19	26,20	1,304		
50,00%	50,00%	40,00	40,00	13,33	33,78	23,79	1,184	1,184	
					33,76	23,78	1,183		
40,00%	60,00%	40,00	60,00	20,00	32,14	22,16	1,103	1,099	
					31,99	22,00	1,095		
Porcentaje máximo de agregado fino (%)							20,00%		
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)							80,00%		
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)							16,00%		
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)							84,00%		
Densidad máxima de la mezcla (gr/cm³)							1,505		
Densidad óptima de la mezcla (gr/cm³)							1,477		

Fuente: Danilo Gamboa.

Figura 14. Densidad óptima de la mezcla de agregados (Polvo Blanco+Material Reciclado)



Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

El porcentaje máximo de la mezcla de polvo blanco más material reciclado es: 20% fino - 80% grueso, dando una densidad máxima de 1,505 kg/dm³.

El porcentaje óptimo de la mezcla de polvo blanco más material reciclado es: 16% fino - 84% grueso, dando una densidad óptima de 1,477 kg/dm³.

3.1.2 DOSIFICACIÓN MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA.

Como se mencionó al principio de este trabajo se utilizará mampuesto tipo B que comprende mampostería no estructural, cuya resistencia mínima a compresión por mampuesto es de 3,5 Mpa y en promedio de 3 mampuestos 4,0 Mpa, a los 28 días de edad [9].

Tabla 18. Resistencia neta mínima a la compresión en mampuestos de hormigón

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

Elaborado por: NTE_INEN 3066. Mampuestos de Hormigón. Requisitos y Métodos de Ensayo

Fuente: [9]

Para poder realizar la dosificación por el método de densidad óptima en el presente trabajo, se basará en datos de estudios anteriores tomando en cuenta la relación agua/cemento de la siguiente tabla de datos:

Tabla 19. Resistencia a la compresión del hormigón basada en la relación:

agua/cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días en MPa	Relación agua/cemento
45	0,37
42	0,40
40	0,42
35	0,47
32	0,51
30	0,52

28	0,53
25	0,56
24	0,57
21	0,58
18	0,62
15	0,70

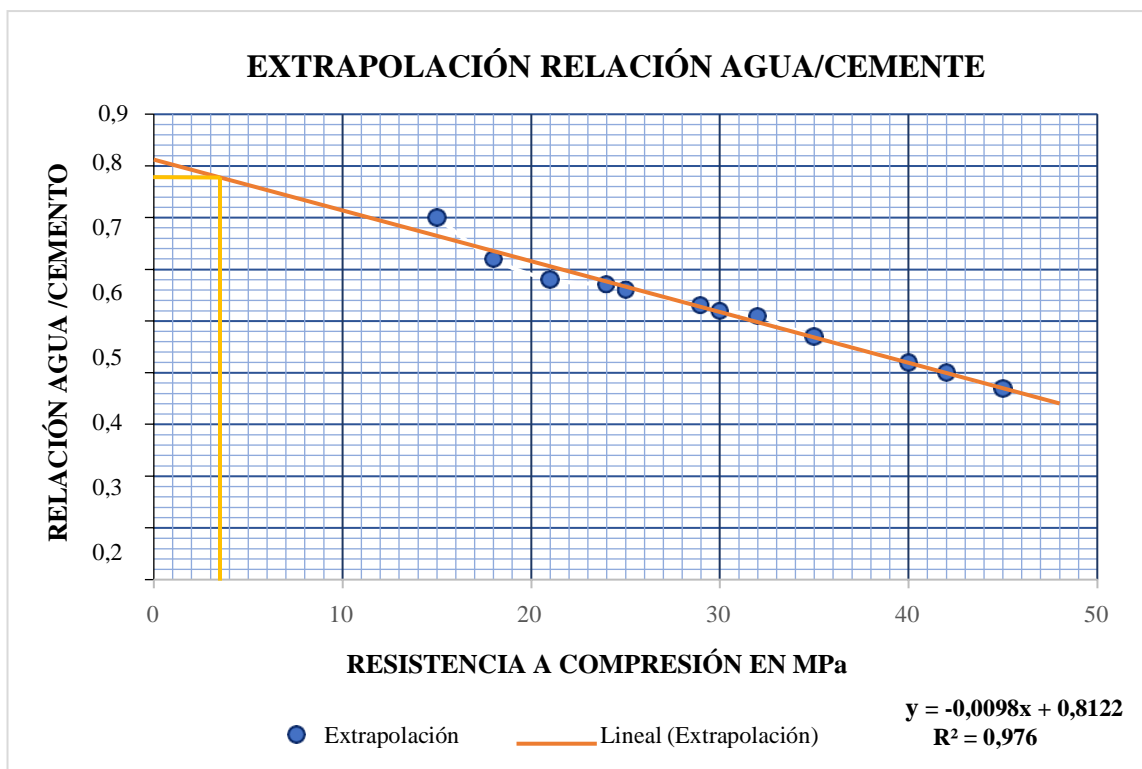
Fuente: “Seminario de Investigación sobre el módulo de elasticidad del Hormigón”

Ing. Marco Garzón C. [24].

Como se observa anteriormente en la tabla N°19, en los valores de resistencia a la compresión, tenemos 15 Mpa como el valor más bajo, tomando en cuenta que para el presente trabajo necesitamos una resistencia de 3,5 MPa para la dosificación por mampuesto, se procederá a la extrapolación por el método de valores ya conocidos para así poder encontrar el valor solicitado.

Extrapolación para determinar la relación agua/ cemento

Figura 15. Extrapolación Relación Agua/Cemento



Fuente: “Extrapolación automática en Excel” Verónica Chicaiza [23].

Método relación agua/cemento (W/C)

Para determinar la relación agua/cemento se toma la ecuación obtenida en la extrapolación y se sustituye en x, es decir la resistencia solicitada, en este caso es de 3,5 Mpa.

$$y = -0,0098x + 0,8122$$

$$y = -0,0098 (3,5) + 0,8122$$

$$y = 0,778$$

$$y \approx 0,78$$

Una vez reemplazado el valor y resuelto la ecuación, tenemos una relación agua/cemento (W/C) para el presente trabajo de= 0,78

Tabla 20. Datos obtenidos en los ensayos requeridos para la dosificación.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.			
DATOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS PARA LA DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO DE DENSIDAD ÓPTIMA			
Elaborado por:	EDWIN DANILO GAMBOA CHAMBA		
Fecha:	23 – Abril - 2022		
Descripción	Nomenclatura	Valor	Unidad
Densidad real del cemento	DRC	2,900	kg/cm ³
Densidad real del polvo	DRP	1,784	kg/cm ³
Densidad real del chasqui	DRCh	1,084	kg/cm ³
Porcentaje óptimo polvo	POP	36	%
Porcentaje óptimo chasqui	PoCh	64	%
Densidad óptima del agregado	DoAg	0,908	kg/dm ³
Densidad aparente suelta del polvo	DasP	0,782	kg/dm ³
Densidad aparente suelta del chasqui	DasCh	0,555	kg/dm ³

Fuente: Danilo Gamboa.

Cálculos:

1. Densidad real de la de los agregados DRAg.

$$DRAg = (DRP * POP) + (DRCh * PoCh)$$

$$DRAg = (1,784 * 36\%) + (1,084 * 64\%)$$

$$DRAg = 1,336 \text{ kg/cm}^3$$

2. Porcentaje óptimo de vacíos POV.

$$POV\% = \frac{DRAg - DoAg}{DRAg} * 100$$

$$POV\% = \frac{1,336 - 0,908}{1,336} * 100$$

$$POV\% = 32,04 \%$$

$$POV = \frac{POV\% * 1000 \text{ dm}^3}{100}$$

$$POV = \frac{32,04 \% * 1000 \text{ dm}^3}{100}$$

$$POV = 320,40 \text{ dm}^3$$

3. Cantidad de pasta CP.

$$CP = POV + 2\% + 3\% POV$$

$$CP = 320,40 \text{ dm}^3 + 2\% + 3\% (320,40 \text{ dm}^3)$$

$$CP = 330,03 \text{ dm}^3$$

La cantidad de pasta calculada no puede superar más del 30%; es decir 300 dm^3

Como la cantidad de pasta calculada es de $330,03 \text{ dm}^3$, se asume $CP = 300 \text{ dm}^3$.

4. Cantidad de cemento.

$$C = \frac{CP}{\frac{W}{C} + \frac{1}{DRC}}$$

$$C = \frac{300 \text{ dm}^3}{0,78 + \frac{1}{2,900 \text{ kg/dm}^3}}$$

$$C = 266,71 \text{ kg para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

5. Cantidad de agua

$$W = \frac{W}{C} * C$$

$$W = 0,78 * 266,71$$

$$W = 208,03 \text{ lts para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

6. Cantidad de polvo

$$P = (1000 - CP - AIRE) * DRP * POP$$

$$P = (1000 - 300 - 0) * 1,789 * 36\%$$

$$P = 450,83 \text{ kg para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

7. Cantidad de chasqui

$$Ch = (1000 - CP - AIRE) * DRCh * PoCh$$

$$Ch = (1000 - 300 - 0) * 1,084 * 64\%$$

$$Ch = 485,63 \text{ kg para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

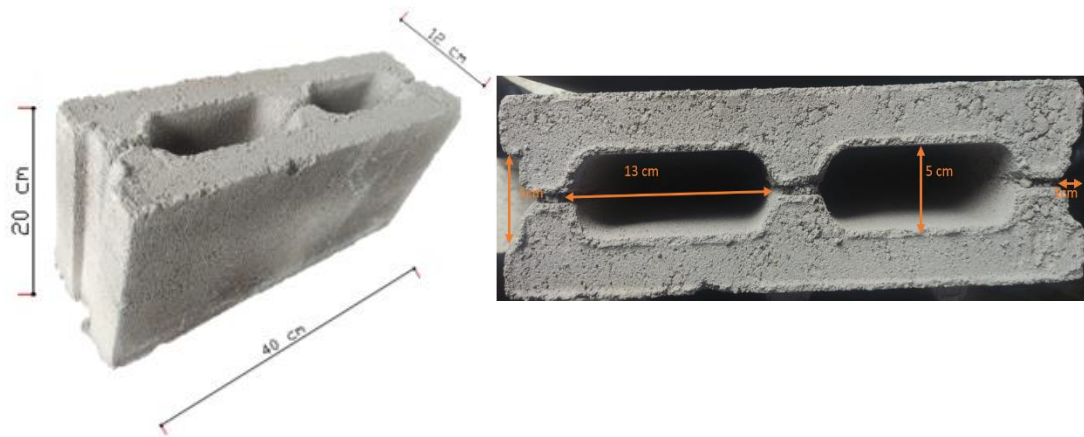
Tabla 21. Dosificación método de densidad óptima

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.			
DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA			
Elaborado por:		EDWIN DANILO GAMBOA CHAMBA	
Fecha:		23 – Abril - 2022	
REQUISITOS			
Resistencia requerida a compresión a los 28 días		3,5 MPa	
Volumen requerido de hormigón		100 dm ³	
Relación agua/cemento (w/c)		0,78	
DATOS OBTENIDOS PARA 1m³ DE HORMIGÓN			
Densidad real del agregado	DRAg	1,336	kg/cm ³
Porcentaje óptimo de vacíos	%POV	32,04	%
Cantidad de pasta	CP	320,40	cm ³
Cantidad de pasta asumida	CP asm	300,00	cm ³
Cantidad de cemento	C	266,71	kg
Cantidad de agua	W	208,03	lts
Cantidad de polvo	P	200,37	kg
Cantidad de chasqui	Ch	485,63	kg
DOSIFICACIÓN AL PESO			
Material	Cantidad en kg por m ³ Hormigón	Dosificación al peso	Cantidad en kg por saco de cemento
W	208,03	0,78	39,00
C	266,71	1,00	50,00
P	450,87	1,69	84,50
Ch	485,63	1,82	91,00

Fuente: Danilo Gamboa.

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL MAMPUESTO.

Figura 16. Dimensiones de Mampuestos.



Fuente: Danilo Gamboa.

* **Volumen bruto** = $0,40\text{m} * 0,20\text{m} * 0,12\text{m}$

Volumen bruto = $0,0096 \text{ m}^3$

* **Volumen de perforaciones**= $(0,13 \text{ m} * 0,05\text{m} * 0,16\text{m}) * 2 + (0,05 * 0,01 * 0,20) * 2$

Volumen de perforaciones = $0,0029 \text{ m}^3$

* **Volumen neto** = Volumen bruto- Volumen de perforaciones

Volumen neto = $0,0096 \text{ m}^3 - 0,0029 \text{ m}^3$

Volumen neto = $0,0067 \text{ m}^3$

Para el presente trabajo se realizarán 5 tipos de mampuestos, la máquina bloquera tiene unos moldes que dan una producción de 5 mampuestos, por lo tanto, se elaborarán 20 mampuestos normales y 20 mampuestos por cada porcentaje de reemplazo en 25%, 50%, 75% y 100% al agregado grueso o chasqui por material reciclado. Dándonos un total de 100 mampuestos distribuidos de la siguiente forma 20 mampuestos de producción comercial y 80 con los reemplazos antes mencionado.

* **Volumen total para 20 mampuestos** = $0,0067 \text{ m}^3 * 20$

mampuestos Volumen total = $0,134 \text{ m}^3$

Volumen total = $134,00 \text{ dm}^3$

Se calcula el volumen de aire y el volumen de vibro-compactación para el número de muestras determinadas.

Volumen de aire: El porcentaje estimado es del 5% dejando espacios libres entre el chasqui y el material reciclado [25].

Volumen por vibro-compactación: Es el volumen que se produce cuando se coloca la mezcla en los moldes y empieza su asentamiento por el movimiento y vibrado que posteriormente es comprimido por la prensa compactadora, su porcentaje estimado es del 30% [25].

* **Volumen de aire:**

Volumen de aire = $134,00 \text{ dm}^3 * 5\%$

Volumen de aire = $6,7 \text{ dm}^3$



* **Volumen por vibro-compactación:**

Volumen de compactación = $134,00 \text{ dm}^3 * 30\%$

Volumen de compactación = $40,20 \text{ dm}^3$

CÁLCULO DEL PESO REAL DEL CEMENTO

Tabla 22. Valores obtenidos en dosificación al peso

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.		
DOSIFICACIÓN AL PESO		
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba	
Fecha:	25 – Abril - 2022	
Material	Dosificación al peso	
W	0,78	
C	1,00	
P	1,69	
Ch	1,82	
SUMA	5,29	

Fuente: Danilo Gamboa.

**Σ Dosificación peso real +% aire = volumen total de mampuestos
+ %compactación**

$$5,29 x + 6,7 \text{ dm}^3 = 134,0 \text{ dm}^3 + 40,20 \text{ dm}^3$$

$$x = \frac{134,0 \text{ dm}^3 + 40,20 \text{ dm}^3 - 6,7 \text{ dm}^3}{5,29}$$

$$x = 34,20 \text{ kg de cemento}$$

Dosificación real para 20 mampuestos

1. Cantidad de cemento

$$C = 34,20 \text{ kg}$$

2. Cantidad de agua

$$W = C * \frac{w}{c}$$

$$W = 34,20 * 0,78$$

$$W = 26,68 \text{ lts}$$

3. Cantidad de polvo

$$P = C * \text{Dosificación al peso del polvo}$$

$$P = 34,20 * 1,69$$

$$P = 57,80 \text{ kg}$$

4. Cantidad de chasqui



$$Ch = C * \text{Dosificación al peso del chasqui}$$

$$Ch = 34,20 * 1,82$$

$$Ch = 62,24 \text{ kg}$$

3.1.2.1 Dosificación para mampuestos normales y mampuestos con reemplazo de material reciclado.


Tabla 23. Dosificación para 20 mampuestos normales y por cada porcentaje de reemplazo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA						
DOSIFICACIÓN POR CADA PARADA DE 20 MAMPUESTOS DE VENTA COMERCIAL Y POR CADA PORCENTAJE DE REEMPLAZO						
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba					
Fecha:	25 – Abril - 2022					
Material	Unidad	Normal	25%	50%	75%	100%
Agua (W)	lt	26,68	26,68	26,68	26,68	26,68
Cemento (C)	kg	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
Polvo (P)	kg	57,8	57,8	57,8	57,8	57,8
Chasqui (Ch)	kg	62,24	46,68	31,12	15,56	0
Material Reciclado (MR)	kg	0	15,56	31,12	46,68	62,24
Total		180,92	180,92	180,92	180,92	180,92

Fuente: Danilo Gamboa.

3.1.2.2 Elaboración de mampuestos de diferentes porcentajes

Tabla 24 . Elaboración de mampuestos de diferentes porcentajes

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 	
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.	
ELABORACIÓN DE MAMPUESTOS DE DIFERENTES PORCENTAJES DE SUSTITUCIÓN DEL CHASQUI POR MATERIAL RECICLADO	
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba
Fecha:	28 – Abril - 2022
Proceso	Gráfico
<p style="text-align: center;">Dosificación</p> <p>Para realizar la dosificación del material se pesó el mismo en una balanza en kilogramos, con las cantidades antes obtenidas de polvo, chasqui y del material reciclado y triturado.</p> <p>Para la dosificación de agua se lo realizó con un envase previamente dosificado en litros.</p>	

Mezclado

Para la mezcla del material se colocó previamente pesados y dosificados los materiales en la mezcladora giratoria de la máquina, por el lapso de 1 minuto y medio se mezcló primeramente el chasqui y el polvo, así después se añadió el agua y el material reciclado, una vez teniendo una mezcla homogénea se agregó el cemento.



Moldeado y Compactación

Para el moldeo primeramente se colocó un tablero de madera, el cual sirve como base para los mampuestos y como soporte para el vibrado, después se prendió la banda transportadora de la mezcla, la cual lleva la misma hasta una tolva donde se acumula la mezcla para así posteriormente llenar los moldes, conformela máquina da el vibrado se añadió más mezcla, para luego dejar caer la prensa para vibro compactar la mezcla.



Fraguado y desmoldado

Una vez terminado el trabajo de la máquina, se procedió a retirar los moldes, empujar la base con los mampuestos ya elaborados y con la ayuda de un carrito transportador llevarlos a un lugar plano para su curado y secado.



Almacenamiento y Curado

Los mampuestos recién elaborados son colocados con su propia base en un lugar plano y separados en grupos de acuerdo con su dosificación.

Al siguiente día de su elaboración se procedió al curado con agua potable y cubrirlos con un plástico para su mejor secado.





Fuente: Danilo Gamboa.

3.1.3 Ensayos a Mampuestos



3.1.3.1 Análisis de densidades de mampuestos elaborados con diferentes porcentajes

Tabla 25. Densidad de mampuestos a los 14 días de edad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
Elaborado por:		EDWIN DANILO GAMBOA CHAMBA					FECHA		12 – Mayo - 2022		
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA											
<i>DENSIDAD DE MAMPUESTOS COMERCIALES Y MAMPUESTOS CON SUSTITUCIÓN DE MATERIAL RECICLADO A LOS 14 DÍAS DE EDAD</i>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m ³	Volumen Total m ³	Densidad mampuesto kg/m ³	Densidad promedio kg/m ³
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
Mampuesto NORMAL	1	28/04/2022	12/05/2022	8,98	0,40	0,20	0,12	0,0032	0,0064	1403,125	1378,940
	2			9,19	0,40	0,20	0,12	0,00273	0,00687	1337,700	
	3			9,06	0,40	0,20	0,12	0,00311	0,00649	1395,994	
25% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	9,75	0,40	0,20	0,12	0,00298	0,00662	1472,810	1460,183
	2			9,88	0,40	0,20	0,12	0,00288	0,00672	1470,238	
	3			9,43	0,40	0,20	0,12	0,00304	0,00656	1437,500	
50% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	10,59	0,40	0,20	0,12	0,00291	0,00669	1582,960	1582,123
	2			10,76	0,40	0,20	0,12	0,00283	0,00677	1589,365	
	3			10,31	0,40	0,20	0,12	0,00305	0,00655	1574,046	
75% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	11,14	0,40	0,20	0,12	0,00316	0,00644	1729,814	1736,132
	2			11,54	0,40	0,20	0,12	0,00326	0,00634	1820,189	
	3			11,36	0,40	0,20	0,12	0,00275	0,00685	1658,394	
100% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	12,32	0,40	0,20	0,12	0,00282	0,00678	1817,109	1829,727
	2			11,98	0,40	0,20	0,12	0,00307	0,00653	1834,609	
	3			11,87	0,40	0,20	0,12	0,00314	0,00646	1837,461	

Fuente: Danilo Gamboa.

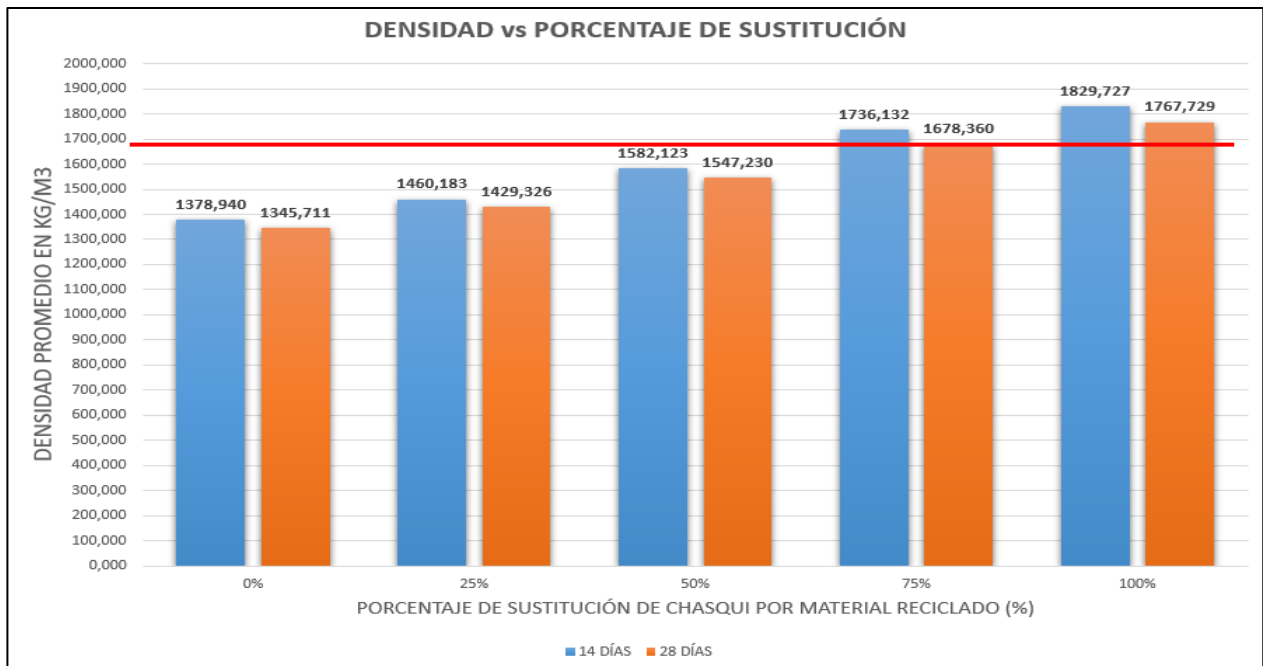
Tabla 26. Densidad de mampuestos a los 28 días de edad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
ELABORADO POR:		EDWIN DANILO GAMBOA CHAMBA					FECHA		26 – Mayo - 2022		
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA											
<i>DENSIDAD DE MAMPUESTOS COMERCIALES Y MAMPUESTOS CON SUSTITUCIÓN DE MATERIAL RECICLADO A LOS 28 DÍAS DE EDAD</i>											
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Volumen bruto			Volumen Perforaciones m ³	Volumen Total m ³	Densidad mampuestos kg/m ³	Densidad promedio kg/m ³
					Largo cm	Alto cm	Ancho cm				
Mampuesto NORMAL	1	28/04/2022	26/05/2022	8,77	0,40	0,20	0,12	0,00316	0,00644	1361,801	1345,711
	2			9,06	0,40	0,20	0,12	0,00265	0,00695	1303,597	
	3			8,93	0,40	0,20	0,12	0,00309	0,00651	1371,736	
25% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	9,62	0,40	0,20	0,12	0,00296	0,00664	1448,795	1429,326
	2			9,60	0,40	0,20	0,12	0,00281	0,00679	1413,844	
	3			9,45	0,40	0,20	0,12	0,00297	0,00663	1425,339	
50% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	10,46	0,40	0,20	0,12	0,00289	0,00671	1558,867	1547,230
	2			10,63	0,40	0,20	0,12	0,00272	0,00688	1545,058	
	3			10,18	0,40	0,20	0,12	0,00298	0,00662	1537,764	
75% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	10,81	0,40	0,20	0,12	0,00316	0,00644	1678,571	1678,360
	2			11,21	0,40	0,20	0,12	0,00324	0,00636	1762,579	
	3			11,03	0,40	0,20	0,12	0,00268	0,00692	1593,931	
100% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	11,97	0,40	0,20	0,12	0,00276	0,00684	1750,000	1767,729
	2			11,75	0,40	0,20	0,12	0,00307	0,00653	1799,387	
	3			11,54	0,40	0,20	0,12	0,00302	0,00658	1753,799	

Fuente: Danilo Gamboa.

Comparación de densidades de mampuestos normales y mampuestos con material reciclado

Figura17: Densidad Vs Porcentaje de Material Reciclado





Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

Esta figura nos muestra en resumen los valores obtenidos de las tablas N° 25 y 26 la cual nos muestra que a mayor porcentaje de sustitución del chasqui por el material reciclado mayor va siendo su densidad. También observamos que a más días de secado de los mampuestos es menor su densidad dándonos así, por ejemplo, en los boques de uso comercial una densidad de 1378,940 kg/m³ a los 14 días y de 1345,711 kg/m³ a los 28 días de secado para lo cual se define como un mampuesto tipo liviano ya que es menor a 1680 kg/, según la clasificación de mampuestos por densidad, por otro lado tenemos que para los mampuesto del 100% de sustitución del chasqui por material reciclado una densidad de 1829,727 a los 14 días y de 17767,729 a los 28 días, dándonos así un mampuesto medio.



3.1.3.2 Ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 27. Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
REALIZADO POR:		Edwin Danilo Gamboa Chamba					FECHA:		12/05/2022	
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA										
<i>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MAMPUESTOS NORMALES Y SUSTITUCIÓN DEL CHASQUI CON MATERIAL RECICLADO A LOS 14 DÍAS DE EDAD</i>										
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área neta (cm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia MPa	Resistencia promedio MPa
Mampuesto NORMAL	1	28/04/2022	12/05/2022	8,98	40	12	320,46	159,212	3,98	3,71
	2			9,19	40	12	349,38	134,010	3,35	
	3			9,06	40	12	325,63	151,612	3,79	
25% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	9,75	40	12	333,75	162,813	4,07	3,91
	2			9,88	40	12	340,87	159,612	3,99	
	3			9,43	40	12	330,44	146,811	3,67	
50% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	10,59	40	12	338,13	191,615	4,79	4,63
	2			10,76	40	12	343,13	188,415	4,71	
	3			10,31	40	12	329,38	175,614	4,39	
75% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	11,14	40	12	322,58	244,419	6,11	5,95
	2			11,54	40	12	316,25	241,219	6,03	
	3			11,36	40	12	348,13	228,418	5,71	
100% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	12,32	40	12	343,75	297,223	7,43	7,27
	2			11,98	40	12	328,13	294,023	7,35	
	3			11,87	40	12	323,75	281,222	7,03	

Fuente: Danilo Gamboa.

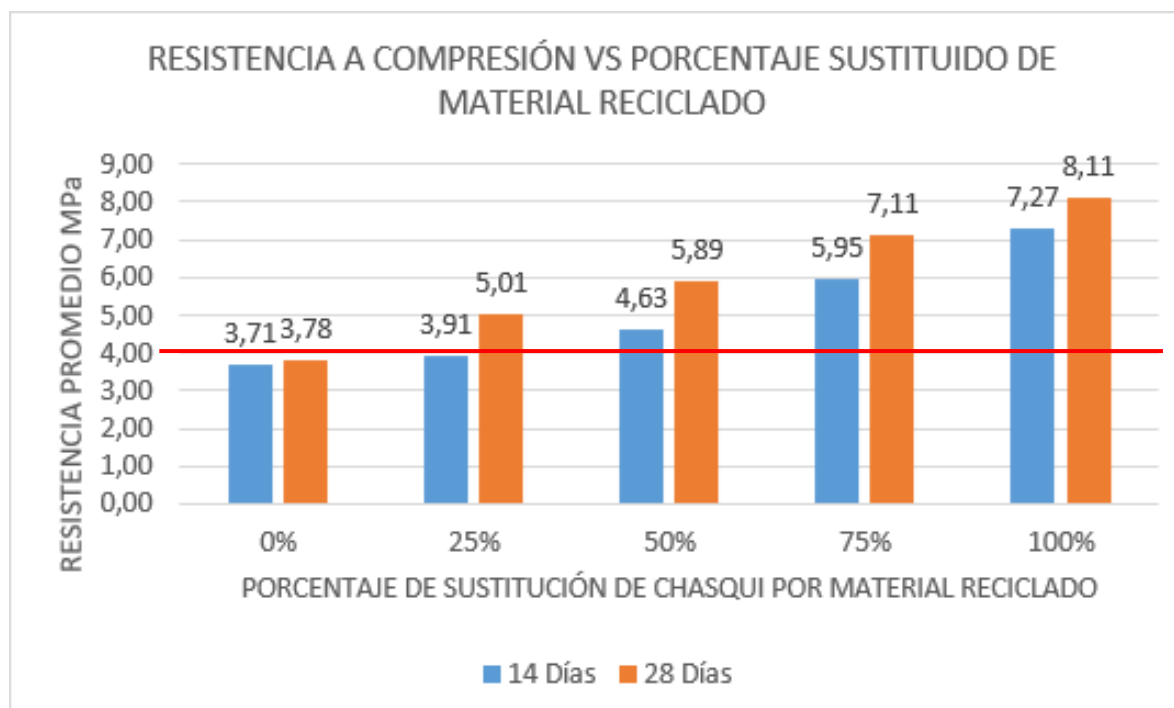
Tabla 28. Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
REALIZADO POR:		Edwin Danilo Gamboa Chamba					FECHA:		26/05/2022	
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MAMPUESTOS NORMALES Y SUSTITUCIÓN DEL CHASQUI CON MATERIAL RECICLADO A LOS 28 DÍAS DE EDAD										
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área neta (cm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia MPa	Resistencia promedio MPa
Mampuesto NORMAL	1	28/04/2022	26/05/2022	8,77	40	12	322,5	151,212	3,78	3,78
	2			9,06	40	12	354,375	146,812	3,67	
	3			8,93	40	12	326,875	155,612	3,89	
25% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	9,62	40	12	335	198,416	4,96	5,01
	2			9,60	40	12	344,375	210,176	5,25	
	3			9,45	40	12	334,375	193,015	4,83	
50% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	10,46	40	12	339,375	233,298	5,83	5,89
	2			10,63	40	12	350	241,219	6,03	
	3			10,18	40	12	333,75	232,098	5,80	
75% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	10,81	40	12	322,5	285,622	7,14	7,11
	2			11,21	40	12	317,5	288,463	7,21	
	3			11,03	40	12	352,5	279,222	6,98	
100% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	11,97	40	12	347,5	323,665	8,09	8,11
	2			11,75	40	12	328,125	331,546	8,29	
	3			11,54	40	12	331,25	318,265	7,96	

Fuente: Danilo Gamboa.

Comparación de Resistencia a Compresión vs Porcentajes de Sustitución de Material Reciclado (14 y 28 días)

Figura 18. Resistencia a compresión Vs porcentajes de reemplazo



Fuente: Danilo Gamboa

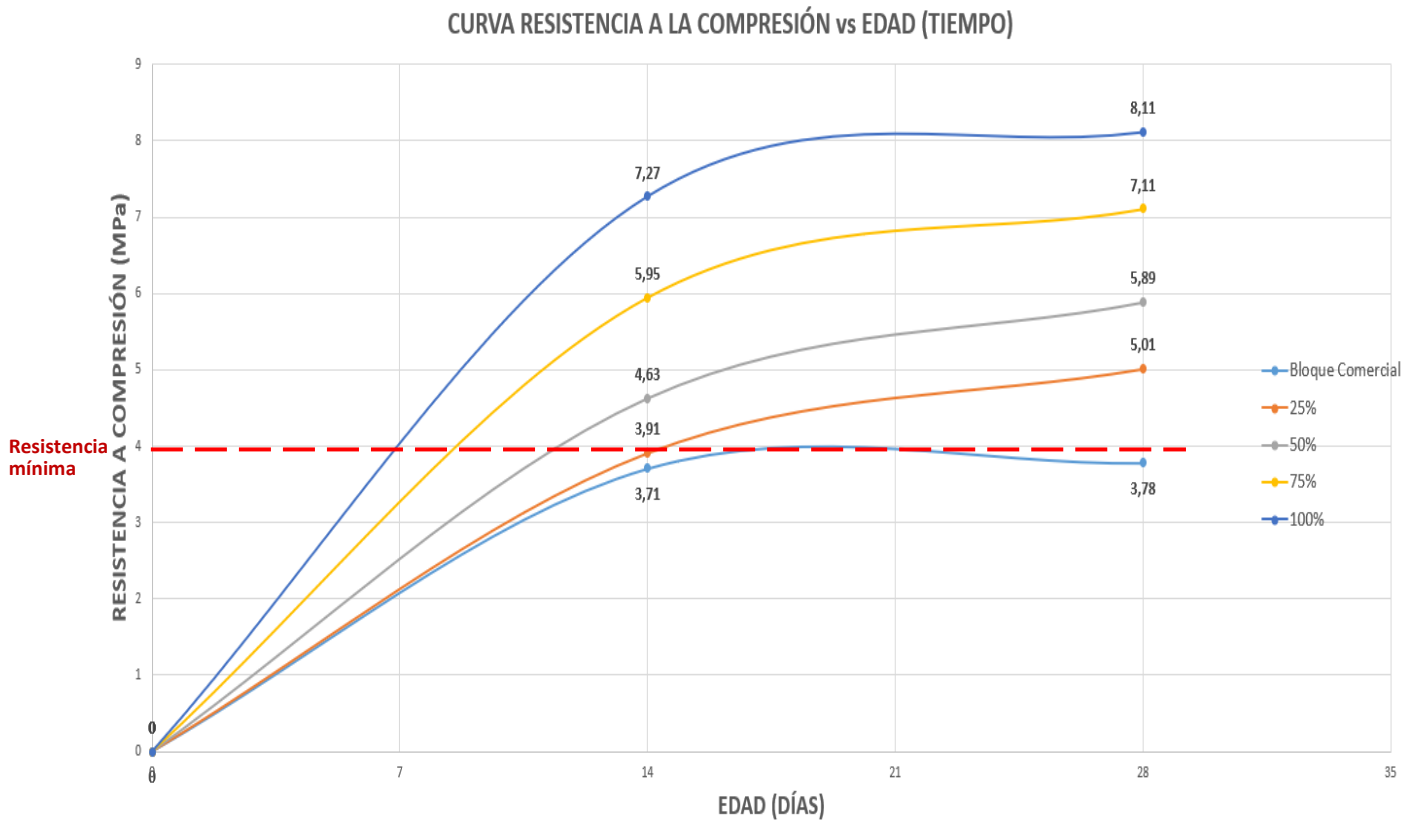
Interpretación 14 días:

Como se observa en el gráfico anterior, a medida que va aumentando el porcentaje de sustitución del chasqui por el material reciclado, mayor va siendo su resistencia a la compresión teniendo así a los 14 días las siguientes resistencias: para mampuestos comerciales 3,71 Mpa, para una sustitución de un 25% 3,91 Mpa, para una sustitución del 50 % una resistencia de 4,63, para una de 75% obtuvimos 5,95 MPa y para una sustitución de un 100% una resistencia de 7,27 MPa.

Interpretación 28 días:

Se observa que a medida que van pasando los días sus resistencias van aumentando, teniendo así sus resistencias máximas promedio de la siguiente manera: en mampuestos comerciales 3,78 Mpa, al 25% de sustitución 5,01 Mpa, al 50% tenemos 5,89 Mpa, al 75% una resistencia de 7,11 Mpa y teniendo así la resistencia mayor de 8,11 Mpa al 100% de sustitución.

Figura 19. Curva de resistencia a compresión en mampuestos ensayados Vs edad (tiempo) a los 14 y 28 días

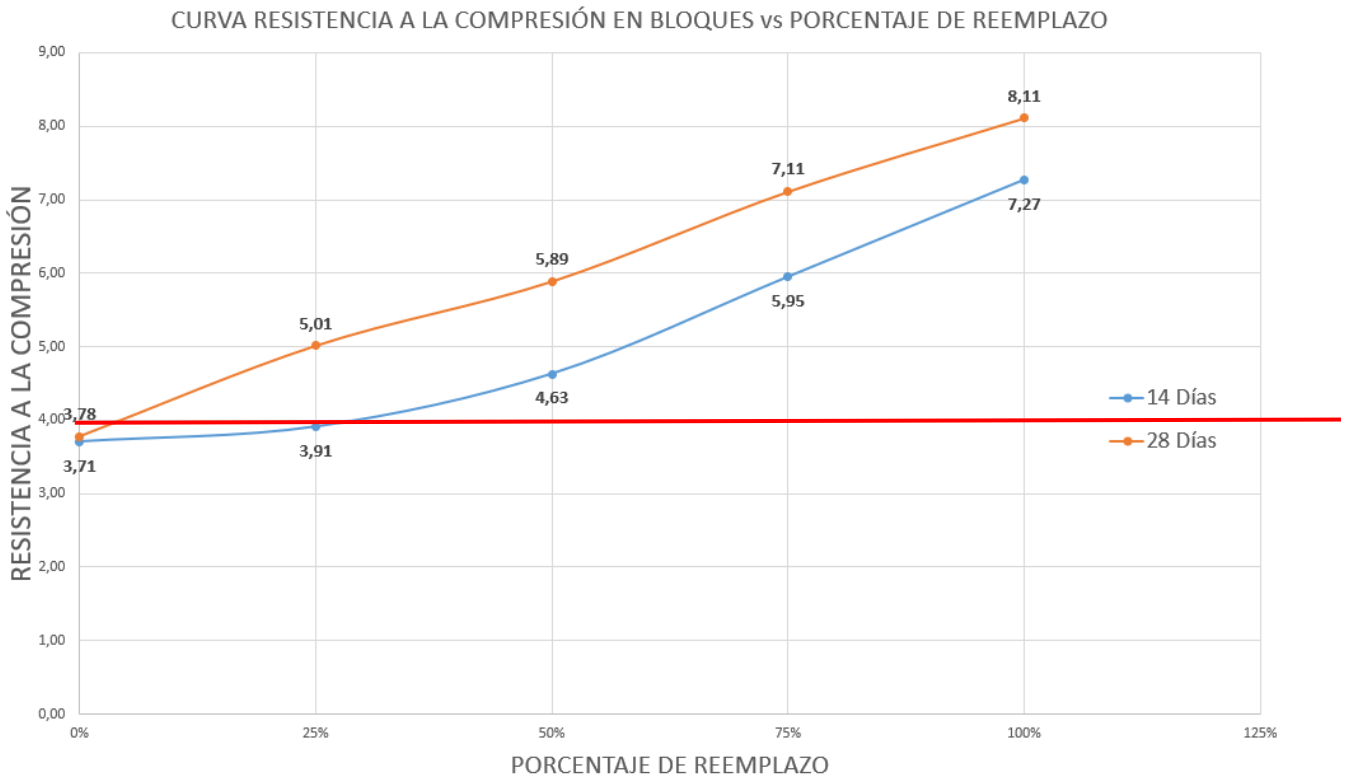


Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

Como se observa en la figura anterior el comportamiento de los mampuestos ensayados a los 14 y 28 días de edad su resistencia a la compresión va aumentando según se aumenta los días de edad y también la sustitución del chasqui por el material reciclado, siendo así los mampuestos con mayor resistencia los sustituidos al 100% el chasqui con el material reciclado dándonos una resistencia a los 28 días de 8,11, así cumpliendo con la normativa INEN 3066, que nos dice: por cada tres mampuestos ensayados debe haber una resistencia promedio mínima de 4 Mpa.

Figura 20. Curva de resistencia a compresión Vs. Porcentaje de reemplazo a los 14, 28 días



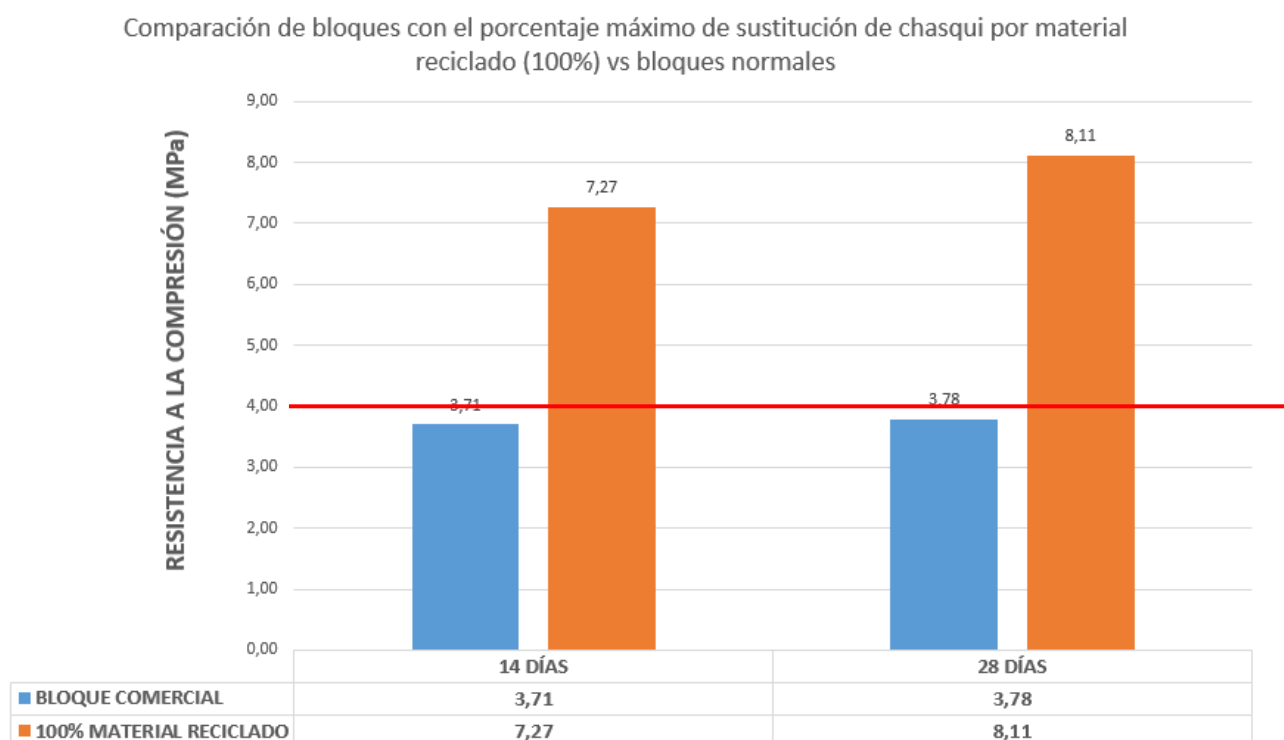
Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

Según como se ve en la figura anterior, la tendencia de la gráfica es en aumento, es decir, a mayor aumento de la sustitución de material reciclado de mayor es su resistencia a la compresión, teniendo así su mayor resistencia a los 28 días de edad con una sustitución del 100% de 8,11 Mpa, esta así por encima de los 4 Mpa que nos sugiere la norma INEN 3066, no siendo el caso del mampuesto de venta comercial que alcanza una resistencia máxima a sus 28 días de edad de 3,78 Mpa, estando por debajo del límite mínimo que nos da la Norma.

Comparación de mampuestos con el porcentaje máximo de sustitución de chasqui por material reciclado (100%) vs mampuestos normales.

Figura 21. Comparación de mampuestos con el porcentaje máximo de sustitución de chasqui por material reciclado (100%) vs mampuestos normales.



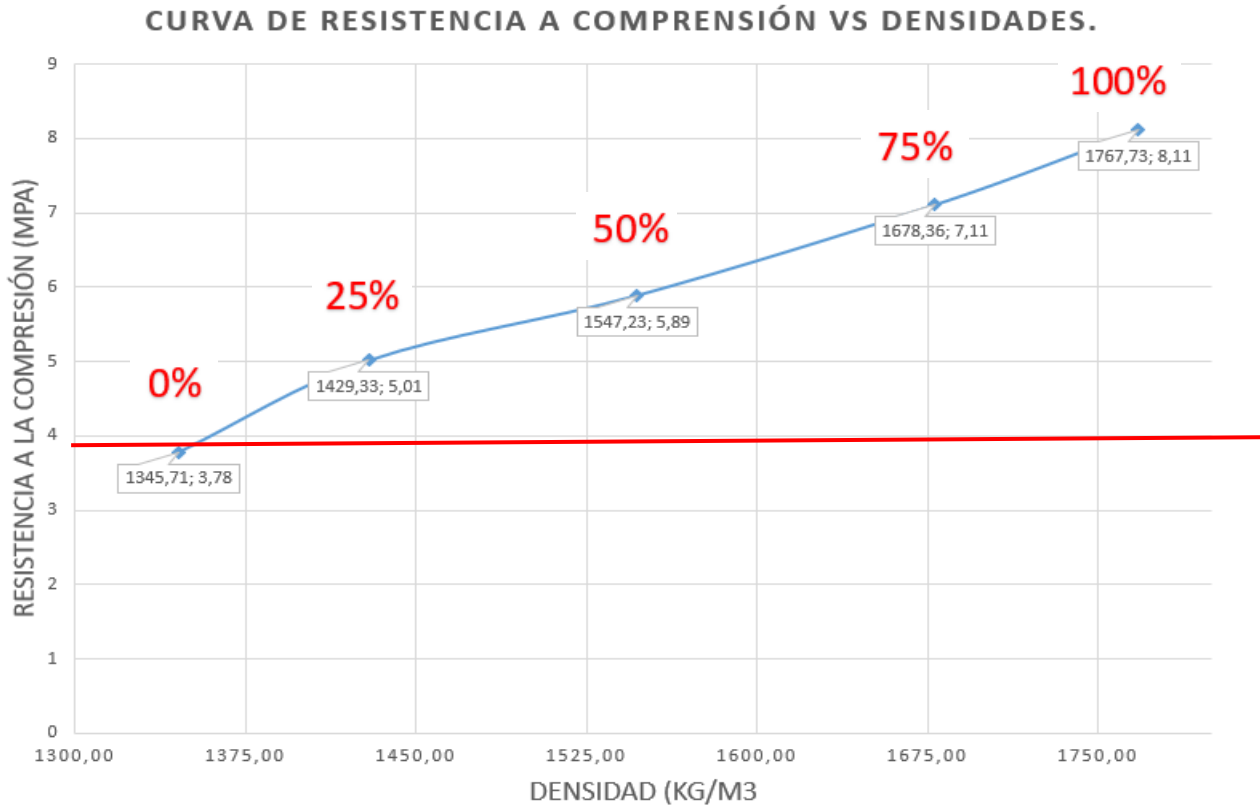
Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

La figura 21 tiene como objetivo mostrar y comparar la resistencia a los 14 y 28 días entre los mampuestos de venta comercial y los mampuestos hechos con un reemplazo del 100% del chasqui con el material reciclado, dándonos así: una resistencia a los 14 días del mampuesto comercial de 3,71Mpa y del mampuesto con el 100% de reemplazo de 7,27 Mpa, así también a los 28 días en el mampuesto comercial se obtuvo una resistencia de 3,78 Mpa y del mampuesto con 100% de reemplazo una resistencia de 8,11 Mpa. Teniendo así que el mampuesto con reemplazo del 100% cumple satisfactoriamente lo que nos indica la Norma INEN 3066, la cual no da una resistencia mínima para 3 mampuestos ensayados de 4 Mpa.

Comparación resistencia a la compresión Vs. densidades

Figura 22. Curva de Resistencia a Compresión vs Densidades.



Fuente: Danilo Gamboa.






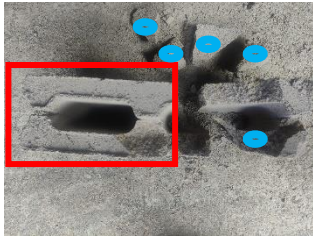
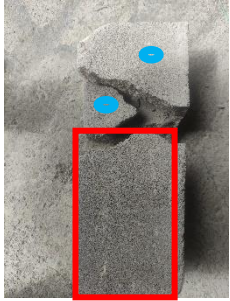
Interpretación:

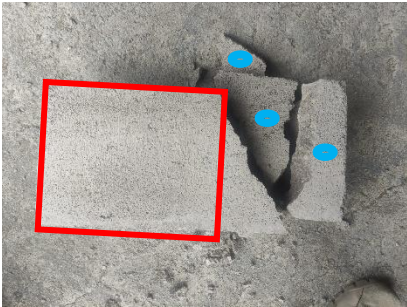
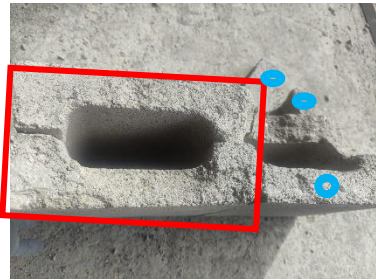


La figura 22 nos muestra la relación entre las densidades y la resistencia a la compresión de cada mampuesto a los 28 días de edad, indicándonos así que a mayor resistencia a la compresión mayor es su densidad es decir son menos ligeros a medida que resisten más a la compresión. Dándonos, así como mayor resistente y también más denso al mampuesto con el 100% de reemplazo del chasqui por material reciclado, con una resistencia de 8,11 Mpa y una densidad de 1767,73 Kg/m³. Por otro lado, tenemos al menos denso o más ligero al mampuesto de venta comercial dándonos una resistencia de 3,78 Mpa y una densidad de 1345,71 Kg/m³.

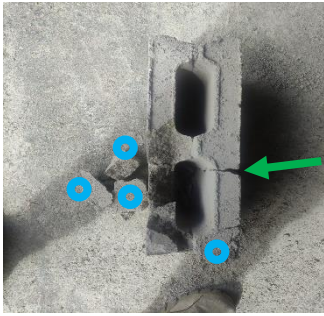
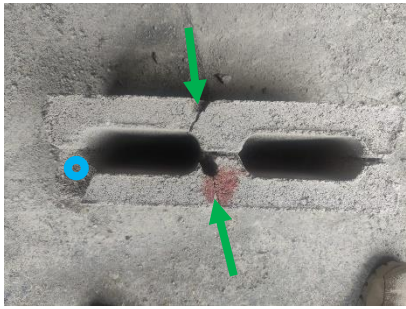

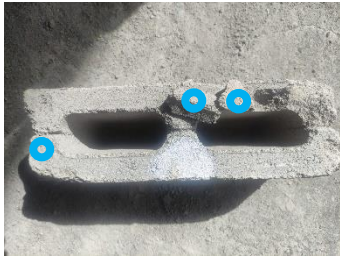
Teniendo presente lo que nos dice la Norma INEN 3066 que los mampuesto livianos son aquellos menores a una densidad de 1600 kg/m³, solo los mampuesto de venta comercial y los de sustitución del 25% y del 50% se encuentran dentro de esta clasificación.


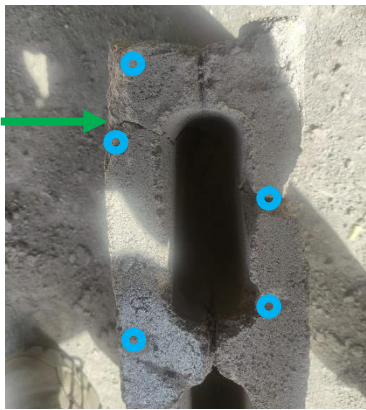
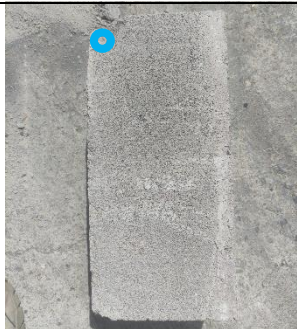
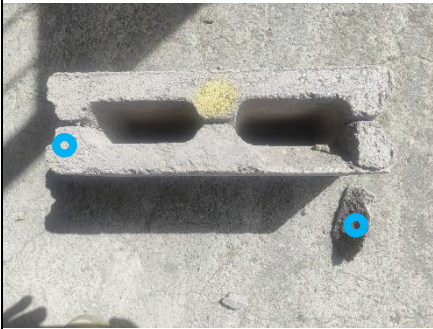
3.1.3.3 Ensayo de resistencia al impacto


Tabla 29. Resultados de ensayo de resistencia al impacto a los 28 días de edad

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
<p>ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.</p>					
<p>RESISTENCIA AL IMPACTO DE MAMPUESTOS DE VENTA COMERCIAL Y MAMPUESTOS CON MATERIAL RECICLADO 14 DÍAS DE EDAD</p>					
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba				
Fecha:	27 – 05 - 2022				
Norma:	Método Empírico aplicado en investigación en la UCE				
SIMBOLOGÍA					
SÍMBOLO	DEFINICIONES				
	F: Fisura o Abertura superficial no controlada				
	DM: Desprendimiento mayor o igual al 50% del volumen total del mampuesto				
	dm: Desprendimiento menor al 50% del volumen total del mampuesto Disgregación: Separación de pequeñas partes de un todo en granos parecidos a la arena				
RESULTADOS Y OBSERVACIONES					
Venta Comercial					
# De mampuesto	Resultados			Esquema	Observaciones
	# Fisuras	# DM	# Dm		
1	-	1	5		1 pedazo mayor al 50% y 5 pedacitos pequeños.
2	-	1	2		1 pedazo equivalente al 50% intacto y 2 pedazos menor al 50%.

3	-	1	3		1 pedazo mayor al 50% intactos, 3 pedazos menores al 50% y disgregación del material.
25% Material Reemplazado					
# De mampuesto	Resultados			Esquema	Observaciones
	#Fisuras	# DM	# Dm		
1	-	1	3		1 pedazo más del 50% intacto, 3 pedazos pequeños y disgregación del material.
2	-	1	3		1 pedazo más del 50% intacto, 3 pedazos pequeños -Disgregación del material
3	-	2	1		2 pedazo del 50% , 1 pedazo pequeño en la esquina.

50% Material Reemplazado					
# De mampuesto	Resultados			Esquema	Observaciones
	# Fisuras	# DM	# Dm		
1	1	-	4		-1 fisura, 4 pedazos pequeños y disgregación del material.
2	2	-	1		-2 fisuras en los costados, 1 pedazo pequeño y disgregación del material.
3	1	-	2		-1 fisura lateral, 1 pedazo pequeño, 1 desprendimiento menor al 50% y disgregación del material.
75% Material Reemplazado					
# De mampuesto	Resultados			Esquema	Observaciones
	# Fisuras	# DM	# Dm		
1	-	-	3		-3 desprendimientos menores en las esquinas y en un costado

2	-	-	4		- 4 Pedazo desprendidos pequeños y disgregación del material.
3	1	-	5		- 1 fisura en un costado, 5 desprendimientos pequeños y disgregación del material.
100% Material Reemplazado					
# De mampuesto	Resultados			Esquema	Observaciones
	# Fisuras	# DM	# Dm		
1	-	-	1		-1 desprendimiento pequeño en la esquina
2	-	-	2		-2 desprendimientos menores en las esquinas.

3	-	-	2		-2 desprendimient os menores en una sola esquina.
---	---	---	---	--	---

Fuente: Danilo Gamboa.



Interpretación:

La tabla 31 nos muestra el resultado del ensayo al impacto en mampuestos a los 28 días de edad, donde podemos observar que a medida que va aumentando el porcentaje de reemplazo del chasqui con material reciclado, menor va siendo el daño producido por el impacto en los mampuestos.

Es así que en los mampuestos con el 100% de reemplazo del chasqui con el material reciclado presentan desprendimientos de pequeños pedazos principalmente en las esquinas, mientras que en los mampuestos de venta comercial, se observa que existen desprendimientos mayores, es decir de pedazos que superan el 50% del mampuesto así como varios desprendimientos menores.

3.1.3.4 Ensayo de absorción de agua en mampuestos

Tabla 30. Absorción de agua en mampuestos normales y mampuestos con reemplazo de chasqui con material reciclado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.				
Absorción de agua en mampuestos normales y mampuestos con reemplazo de chasqui con material reciclado				
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba			
Fecha:	30 – Mayo - 2022			
Norma:	INEN 642			
Mampuesto Normal				
Muestra #	Masa saturada Ms	Masa sumergida Mi	Masa seca horno Md	Absorción %
1	9,83	3,96	9,11	7,90
2	10,12	3,86	9,4	7,66
3	9,99	3,91	9,27	7,77
PROMEDIO	9,98	3,91	9,26	7,78
Mampuesto al 25% Material Reciclado				
Muestra #	Masa saturada Ms	Masa sumergida Mi	Masa seca horno Md	Absorción %
1	10,63	4,17	9,96	6,73
2	10,61	4,25	9,92	6,96
3	10,46	4,32	9,79	6,84
PROMEDIO	10,57	4,24	9,89	6,84
Mampuesto al 50% Material Reciclado				
Muestra #	Masa saturada Ms	Masa sumergida Mi	Masa seca horno Md	Absorción %
1	11,34	4,89	10,84	4,61
2	11,51	4,78	10,97	4,92
3	11,06	4,93	10,52	5,13

PROMEDIO	11,30	4,87	10,78	4,89
Mampuesto al 75% Material Reciclado				
Muestra #	Masa saturada Ms	Masa sumergida Mi	Masa seca horno Md	Absorción %
1	11,57	5,03	11,15	3,77
2	11,97	5,14	11,55	3,64
3	11,79	5,09	11,37	3,69
PROMEDIO	11,78	5,08	11,36	3,70
Mampuesto al 100% Material Reciclado				
Muestra #	Masa saturada Ms	Masa sumergida Mi	Masa seca horno Md	Abso rción %
1	12,58	5,77	12,31	2,19
2	12,36	5,86	12,09	2,23
3	12,15	5,81	11,88	2,27
PROMEDIO	12,36	5,82	12,09	2,27

Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

Como se observa en la tabla 30, se observa el porcentaje de absorción de los mampuestos comerciales y los mampuestos con material reciclado, se observa que mientras más aumenta el reemplazo de material reciclado menor es el porcentaje de absorción. Así tenemos un porcentaje de absorción en mampuestos comerciales del 7,78% y en el mampuesto de reemplazo del 100% de material reciclado un porcentaje de absorción de 2,27%. Según con estos resultados todos los mampuestos ensayados cumplen con lo que nos dice l norma INEN 642 que permite un porcentaje de absorción menor al 15%.

3.2 Análisis de precios unitarios

Materiales:

- ❖ 1 quintal de chasqui (100kg) = \$ 6,50
- ❖ 1 quintal de polvo blanco (100kg) = \$ 1,50
- ❖ 1 costal de Material Reciclado triturado (50kg) = \$ 2,50
- ❖ 1 saco cemento 50kg = \$ 7,63

Mano de Obra:

- ❖ 1 peón
- Precio del chasqui

$$\frac{\$ 6,50}{x} = \frac{100 \text{ kg}}{1 \text{ kg}}$$
$$x = \frac{1 \text{ kg} * \$ 6,50}{100 \text{ kg}}$$
$$x = \$ 0,065$$

- Precio del polvo blanco

$$\frac{\$ 1,50}{x} = \frac{100 \text{ kg}}{1 \text{ kg}}$$
$$x = \frac{1 \text{ kg} * \$ 1,50}{100 \text{ kg}}$$
$$x = \$ 0,015$$

- Precio de material reciclado triturado

$$\frac{\$ 2,50}{x} = \frac{25 \text{ kg}}{1 \text{ kg}}$$
$$x = \frac{1 \text{ kg} * \$ 2,5}{25 \text{ kg}}$$
$$x = \$ 0,10$$

- Precio del cemento

$$\frac{\$ 7,63}{x} = \frac{50 \text{ kg}}{1 \text{ kg}}$$
$$x = \frac{1 \text{ kg} * \$ 7,63}{50 \text{ kg}}$$

$$x = \$ 0,15$$

- **Rendimiento**

$$R = \frac{300 \text{ bloques/día}}{8 \text{ horas}}$$

$$R = 37,50$$

$$\frac{1}{37,50} = 0,027$$

Tabla 31. Salarios mínimos por ley.

CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO
DIRECCIÓN NACIONAL DE AUDITORÍA DE TRANSPORTE, VIALIDAD, INFRAESTRUCTURA PORTUARIA Y AEROPORTUARIA
ENERO A DE 2022
(SALARIOS EN DÓLARES)

REAJUSTE DE PRECIOS
SALARIOS MÍNIMOS POR LEY

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS- PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA	425,00								
CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2									
Peón	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de albañil	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de carpintero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de electricista	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de fierro	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de plomero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83



Fuente: Anexo 1. Estructuras ocupacionales - Salarios mínimos sectoriales y tarifas comisión sectorial No. 14 “Construcción” [26].

- **Salario Mensual de peón = \$ 436,05**

$$\text{Jornal Hora} = \frac{2*8}{300}$$



$$\text{Jornal Hora} = 0,053$$

Tabla 32. Análisis de precio unitario mampuesto normal o tradicional

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA					
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba	Fecha:	07/06/2022		
Rubro: Mampuestos de 12 cm venta comercial	Unidad de medida: U	Rendimiento: U/jornal			
Cuadrilla	1 peón	300			
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO: MAMPUESTO NORMAL					
A. EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O			0,0051067
Mezcladora	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Bloquera	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Sub-Total (M)				0,008106667	
B. MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	8	3,83	0,026666667	0,1021333
Sub-Total (N)				0,102133333	
C. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	1,3	0,001	0,0013	
Cemento	kg	1,7	0,015	0,0255	
Polvo blanco	kg	2,85	0,015	0,04275	
Chasqui	kg	3,00	0,065	0,195	
Sub-Total (O)				0,26455	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)			0,37479		
COSTO INDIRECTO (5%)			0,0187395		
VALOR TOTAL UNITARIO			0,39		



Fuente: Danilo Gamboa.

Tabla 33. Análisis de precio unitario bloque 25% material reciclado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA					
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba		Fecha:	07/06/2022	
Rubro:	Mampuestos 25% material reciclado		Unidad de medida:	U	
Rendimiento:			U/jornal		
Cuadrilla	1 peón		300		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO: BLOQUE NORMAL					
A. EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O			0,0051067
Mezcladora	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Bloquera	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Sub-Total (M)				0,008106667	
B. MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	8	3,83	0,026666667	0,1021333
Sub-Total (N)				0,102133333	
C. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	1,3	0,001	0,0013	
Cemento	kg	1,7	0,015	0,0255	
Polvo blanco	kg	2,85	0,015	0,04275	
Chasqui	kg	2,25	0,065	0,14625	
Material Reciclado	kg	0,75	0,05	0,0375	
Sub-Total (O)				0,2533	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)				0,36354	
COSTO INDIRECTO (5%)				0,018177	
VALOR TOTAL UNITARIO				0,38	



Fuente: Danilo Gamboa.

Tabla 34. Análisis de precio unitario mampuesto 50% material reciclado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA					
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba		Fecha:	07/06/2022	
Rubro:	Mampuestos 50% material reciclado		Unidad de medida:	U	
Rendimiento:	U/jornal				
Cuadrilla	1 peón		300		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO: MAMPUESTO NORMAL					
A. EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O			0,0051067
Mezcladora	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Bloquera	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Sub-Total (M)				0,008106667	
B. MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	8	3,83	0,026666667	0,1021333
Sub-Total (N)				0,102133333	
C. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	1,3	0,001	0,0013	
Cemento	kg	1,7	0,015	0,0255	
Polvo blanco	kg	2,85	0,015	0,04275	
Chasqui	kg	1,50	0,065	0,0975	
Material Reciclado	kg	1,50	0,05	0,075	
Sub-Total (O)				0,24205	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)				0,35229	
COSTO INDIRECTO (5%)				0,0176145	
VALOR TOTAL UNITARIO				0,37	



Fuente: Danilo Gamboa.

Tabla 35. Análisis de precio unitario mampuesto 75% material reciclado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA					
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba	Fecha:	07/06/2022		
Rubro: Mampuestos 75% material reciclado	Unidad de medida: U	Rendimiento: U/jornal			
Cuadrilla	1 peón	300			
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO: MAMPUESTO NORMAL					
A. EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O			0,0051067
Mezcladora	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Bloquera	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Sub-Total (M)				0,008106667	
B. MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	8	3,83	0,026666667	0,1021333
Sub-Total (N)				0,102133333	
C. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	1,3	0,001	0,0013	
Cemento	kg	1,7	0,015	0,0255	
Polvo blanco	kg	2,85	0,015	0,04275	
Chasqui	kg	0,75	0,065	0,04875	
Material Reciclado	kg	2,25	0,05	0,1125	
Sub-Total (O)				0,2308	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)				0,34104	
COSTO INDIRECTO (5%)				0,017052	
VALOR TOTAL UNITARIO				0,36	

Fuente: Danilo Gamboa.

Tabla 36. Análisis de precio unitario mampuesto 100% material reciclado



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA					
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba		Fecha:	07/06/2022	
Rubro:	Mampuestos 100% material reciclado		Unidad de medida:	U	
Rendimiento:	U/jornal				
Cuadrilla	1 peón		300		
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO: MAMPUESTO NORMAL					
A. EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B		D=C*R
Herramienta menor		5% M O			0,0051067
Mezcladora	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Bloquera	1	0,0365	0,0365	0,04	0,0015
Sub-Total (M)				0,008106667	
B. MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/Hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	8	3,83	0,026666667	0,1021333
Sub-Total (N)				0,102133333	
C. MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Agua	lt	1,3	0,001	0,0013	
Cemento	kg	1,7	0,015	0,0255	
Polvo blanco	kg	2,85	0,015	0,04275	
Chasqui	kg	0,00	0,065	0	
Material Reciclado	kg	3,00	0,05	0,15	
Sub-Total (O)				0,21955	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O)				0,32979	
COSTO INDIRECTO (5%)				0,0164895	
VALOR TOTAL UNITARIO				0,35	

Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

Como se observa en la tabla N° 32 nos muestra el precio unitario de un mampuesto de venta tradicional de \$ 0,39, lo cual es el precio que se encuentra en el mercado para mampuestos de 12 cm, en la tabla N°33 tenemos el precio del mampuesto con el 25% de reemplazo a un costo de \$ 0,38, en la tabla N° 34 observamos un costo de \$0,37 para un mampuesto con reemplazo del 50%, en la tabla N° 35, tenemos el precio de \$0,36 para mampuestos con el 75% de reemplazo y por último en la tabla N° 36 tenemos el mampuesto de 100% de reemplazo del chasqui por material reciclado a un costo de \$0,35.

Tabla 37. Resumen ensayo de absorción de agua y análisis de precios unitarios de mampuestos comerciales y mampuestos con reemplazo del chasqui con material reciclado.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA		
Resumen ensayo de absorción de agua y análisis de precios unitarios de mampuestos comerciales y mampuestos con reemplazo del chasqui con material reciclado		
Elaborado por:	Edwin Danilo Gamboa Chamba	
Fecha:	10 – Junio - 2022	
Tipo de mampuesto	Absorción	Costo
Normal	7,78 %	\$ 0,39 centavos
25% Material Reciclado	6,84 %	\$ 0,38 centavos
50% Material Reciclado	4,89 %	\$ 0,37 centavos
75% Material Reciclado	3,70 %	\$ 0,36 centavos
100% Material Reciclado	2,27 %	\$ 0,35 centavos

Fuente: Danilo Gamboa

Interpretación:

Se observa que a medida que va disminuyendo el porcentaje absorción, el valor costo por mampuesto también disminuye teniendo así en un mampuesto comercial con absorción de 7,78% un costo de \$0,39, mientras que en un mampuesto con 100% de reemplazo tenemos una absorción de 2,27% a un costo de \$0,35.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que, una vez realizados los ensayos de compresión, impacto y absorción, todos los mampuestos ensayados llegan a su máxima resistencia a los 28 días de edad, llegando así a esta edad a obtener sus máximos valores.
- Se estableció que todos los mampuestos realizados con reemplazo del chasqui con material reciclado y triturado tienen una resistencia mayor a los 4 Mpa, valor mínimo que la norma NTE INEN 3066 para mampostería no estructural, siendo el reemplazo de 100% del chasqui con el material reciclado el que alcanzó el máximo valor de 8,11Mpa a una edad de 28 días, tomando en cuenta que los mampuestos de venta comercial no alcanzaron el valor mínimo teniendo un valor de 3,78 MPa.
- Se comprobó que a medida que va aumentando el porcentaje de sustitución del chasqui por el material reciclado, mayor va siendo su resistencia a la compresión teniendo así a los 14 días las siguientes resistencias: para mampuestos comerciales 3,71 Mpa, para una sustitución de un 25% 3,91 Mpa, para una sustitución del 50 % una resistencia de 4,63, para una de 75% obtuvimos 5,95 MPa y para una sustitución de un 100% una resistencia de 7,27 MPa.
- Se observó que a medida que van pasando los días sus resistencias van aumentando, teniendo así sus resistencias máximas promedio a los 28 días de edad de la siguiente manera: en mampuestos comerciales 3,78 Mpa, al 25% de sustitución 5,01 Mpa, al 50% tenemos 5,89 Mpa, al 75% una resistencia de 7,11 Mpa y teniendo así la resistencia mayor de 8,11 Mpa al 100% de sustitución.
- Los mampuestos con el 25% de reemplazo del chasqui con material reciclado obtuvieron una resistencia a la compresión a los 28 días de edad de 5,01 Mpa, aumentando su resistencia en un 24,55% con respecto a un mampuesto de venta comercial cuya resistencia a la compresión a sus 28 días de edad fue de 3,78Mpa.

- Los mampuestos con el 50% de reemplazo del chasqui con material reciclado obtuvieron una resistencia a la compresión a los 28 días de edad de 5,89 Mpa, aumentando su resistencia en un 35,82% con respecto a un mampuesto de venta comercial cuya resistencia a la compresión a sus 28 días de edad fue de 3,78Mpa.
- Los mampuestos con el 75% de reemplazo del chasqui con material reciclado obtuvieron una resistencia a la compresión a los 28 días de edad de 7,11 Mpa, aumentando su resistencia en un 46,84% con respecto a un mampuesto de venta comercial cuya resistencia a la compresión a sus 28 días de edad fue de 3,78Mpa.
- Los mampuestos con el 100% de reemplazo del chasqui con material reciclado obtuvieron una resistencia a la compresión a los 28 días de edad de 8,11 Mpa, aumentando su resistencia en un 53,39% con respecto a un mampuesto de venta comercial cuya resistencia a la compresión a sus 28 días de edad fue de 3,78Mpa.
- Se concluyó que a mayor porcentaje de sustitución del chasqui por el material reciclado mayor va siendo su densidad y a mayor va siendo su edad menor va siendo su densidad, teniendo así en los boques de uso comercial una densidad de 1378,940 kg/m³ a los 14 días y de 1345,711 kg/m³ a los 28 días de edad, para lo cual se define como un mampuesto tipo liviano ya quees menor a 1680 kg/, según la clasificación de mampuestos por densidad en la norma NTE INEN 3066, por otro lado tenemos que para los mampuesto del 100% de sustitución del chasqui por material reciclado una densidad de 1829,727 a los 14 días y de 17767,729 a los 28 días, dándonos así un mampuesto medio. , definiendo a todos los mampuestos como livianos por ser menores a 1680 kg/m³ según la NTE INEN 3066.
- Al reemplazar en un 25% el chasqui por material reciclado, la densidad alcanzada a los 28 días de edad fue de 1429,326 kg/m³, aumentando así su densidad en un 5,85% con respecto al mampuesto de venta comercial cuya densidad es de 1345,711 kg/m³ a una edad de 28 días.
- Al reemplazar en un 50% el chasqui por material reciclado, la densidad alcanzada a los 28 días de edad fue de 1547,230 kg/m³, aumentando así su densidad en un 13,02% con respecto al mampuesto de venta comercial cuya densidad es de 1345,711 kg/m³ a una edad de 28 días.
- Al reemplazar en un 75% el chasqui por material reciclado, la densidad alcanzada a los 28 días

de edad fue de 1678,360 kg/m³, aumentando así su densidad en un 19,82% con respecto al mampuesto de venta comercial cuya densidad es de 1345,711 kg/m³ a una edad de 28 días.

- Al reemplazar en un 100% el chasqui por material reciclado, la densidad alcanzada a los 28 días de edad fue de 1767,729 kg/m³, aumentando así su densidad en un 23,87% con respecto al mampuesto de venta comercial cuya densidad es de 1345,711 kg/m³ a una edad de 28 días.
- Se determinó que a medida que va aumentando su densidad (peso) mayor va siendo su resistencia a la compresión, es decir, que a más pesados mayor resisten a la compresión, dándonos, así como mayor resistente y también más denso al mampuesto con el 100% de reemplazo del chasqui por material reciclado, con una resistencia de 8,11 Mpa y una densidad de 1767,73 Kg/m³. Por otro lado, tenemos al menos denso o más ligero al mampuesto de venta comercial dándonos una resistencia de 3,78 Mpa y una densidad de 1345,71 Kg/m³; teniendo presente lo que nos dice la Norma INEN 3066 que los mampuestos livianos son aquellos menores a una densidad de 1600 kg/m³, solo los mampuestos de venta comercial y los de sustitución del 25% y del 50% se encuentran dentro de esta clasificación.
- Se determinó que a mayor va siendo el reemplazo del chasqui por material reciclado, mayor va siendo su resistencia al impacto, teniendo así que en los mampuestos con el 100% de reemplazo del chasqui con el material reciclado presentan desprendimientos de pequeños pedazos principalmente en las esquinas, mientras que, en los mampuestos de venta comercial, se observa que existen desprendimientos mayores, es decir de pedazos que superan el 50% del mampuesto, así como varios desprendimientos menores.
- Se concluyó que mientras más aumenta el reemplazo de material reciclado menor es el porcentaje de absorción. Así tenemos un porcentaje de absorción en mampuestos comerciales del 7,78% y en el mampuesto de reemplazo del 100% de material reciclado un porcentaje de absorción de 2,27%. Según con estos resultados todos los mampuestos ensayados cumplen con lo que nos dice la norma INEN 642 que permite un porcentaje de absorción menor al 15%.
- Al ser el material reciclado un contaminante directo al medio ambiente se consideró como beneficioso el usar este material para la fabricación de mampuestos, reduciendo así considerablemente el impacto ambiental que el mismo genera, también teniendo en cuenta que se puede mantener limpias las quebradas de la ciudad, las cuales son utilizadas como botaderos.

- Tomando en cuenta que los valores pueden variar de acuerdo al lugar donde se adquiera el material y la cantidad a adquirir, se analizó que el precio unitario de un mampuesto de venta tradicional es de \$ 0,39, el cual no varía con el precio que se encuentra en el mercado para mampuestos de 12 cm, tenemos que el precio del mampuesto con el 25% de reemplazo es de \$ 0,38, también tenemos que el costo de un mampuesto con reemplazo del 50% es \$0,37, el costo para un mampuesto con el 75% de reemplazo es de \$0,36 y por último que el mampuesto de 100% de reemplazo del chasqui por material reciclado tiene un costo de \$0,35; dándonos así una diferencia de 0,04 centavos entre un mampuesto comercial y uno con el 100% de reemplazo.

4. 2 RECOMENDACIONES

- Para la recolección del material reciclado es recomendable transportar el mismo en un vehículo con una capacidad de carga alta, para así evitar regresar por el mismo debido a que faltó material, puesto que al momento de triturar el material existe un gran desperdicio del mismo puesto que no cumple con las especificaciones para ser utilizado.
- Se recomienda tapar con un plástico o almacenarlos en un lugar cubierto, a aquellos mampuestos que van a ser sometidos a los distintos ensayos, debido a que el mal clima y sobre todo la lluvia puede aumentar su humedad y así alterar los resultados de estos ensayos.
- Utilizar equipo de protección como guantes, casco, mascarilla, gafas y tapón de oídos para los procesos tanto de recolección del material como así del triturado del mismo y también la fabricación de los mampuestos puesto que existe una gran cantidad de polvo y exceso de bulla, que pueden afectar a la salud.
- Para el Proceso de fabricación de los mampuestos es preferible realizar la compra del material, no por sacos, sino por volquetadas y directamente de la mina donde se extrae el mismo, para así economizar el valor del material y por ende reducir el costo final del mampuesto.
- En el proceso de triturado, es preferible buscar un lugar donde se obtenga el material directamente de la máquina al vehículo (volqueta), para así ahorrarse el coste de carga y optimizar el tiempo

de este.

- Se recomienda buscar construcciones en demolición para así poder solicitar los viajes de desechos de este y evitar así el coste de carga y traslado de este material.

Materiales de Referencia

- [1] C. Bouillon, Un espacio para el desarrollo, Bogotá, 2018.
- [2] M. Espinoza , «Estudio de impacto ambiental ex ante,» Armada del Ecuador, Guayaquil, 2019.
- [3] Acciona, «Sostenibilidad,» Madrid, 2016.
- [4] Baruta, «El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas,» Venezuela, 2015.
- [5] iE, «El adobe, el material de construcción de moda, práctico y sostenible,» Madrid, 2017.
- [6] A. Molina, «Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción,» Bogota, 2018.
- [7] J. Gonzáles, «Sustentabilidad,» 8 Octubre 2008. [En línea]. Available: <http://www.imcyc.com/ct2008/oct08/sustentabilidad.htm>. [Último acceso: 16 Enero 2019].
- [8] J. Franco, «Plataforma Arquitectura,» 27 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/889483/arquitectura-con-mampuestos-de-cemento-como-construir-con-este-material-modular-y-de-bajo-costo>. [Último acceso: 16 Enero 2019].
- [9] INEN, «INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN,» 2018, [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1573.pdf>.
- [10] E. Abalar, «Materiales Pétreos,» [En línea]. Available: https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947174/contido/61_materiales_ptreos.html].
- [11] A. Shelke, K. Ninghot, P. Kunjekar, S. Gaikwad «International Journal of Civil Engineering Research,» © Research India Publications, 2014. [En línea]. Available: https://www.ripublication.com/ijcer_spl/ijcerv5n3spl_02.pdf. [Último acceso: 16 Enero 2019].
- [12] «Mundo constructor,» [En línea]. Available: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/content/a1730002/bloque-de-hormigon/>. [Último acceso: Marzo 21 2019].



- [13] « L. Vega. y M. Burón,» 2007. [En línea]. Available:<https://www.oficemen.com/wp-content/uploads/2017/05/Seguridad-frente-al-fuego-estructuras-hormig%C3%B3n.pdf>. [Último acceso: 14 Enero 2019].
- [14] «Mundo constructor,» [En línea]. Available: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/content/a1730002/bloque-de-hormigon/>. [Último acceso: Marzo 21 2019].
- [15] «NTE INEN 3066,» de *BLOQUES DE HORMIGÓN. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO*, Quito- Ecuador, 2016, p. 29.
- [16] «NTE INEN 643,» de *Bloques huecos de hormigón. Requisitos*, Quito- Ecuador, p. 7.
- [17] T. Gordillo, «RESISTENCIA AL FUEGO DE LA MAMPOSTERIA DE BLOQUES DE H^o,» *Asociación Argentina del Bloque de Hormigón*, p. 3.
- [18] M. Bernal y N. Palacio, «dspace.uce,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14877>. [Último acceso: 10 Abril 2019].
- [19] R. Morgan, «biblioteca.usac,» Mayo 2006. [En línea]. Available: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_0803.pdf. [Último acceso: 10 Abril 2019].
- [20] W. Santacruz y E. Velasteguí, «bibdigital.epn,» Abril 2018. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19369>. [Último acceso: 20 Marzo 2019].
- [21] «NTE INEN 872,» de *Áridos para hormigón. Requisitos*, Quito- Ecuador, 1982, p. 21.
- [22] «NTE INEN 152,» de *Cemento portland. Requisitos*, Quito- Ecuador, 2012, p.19.
- [23] V. Chicaiza, «repositorio.uta,» Julio 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26499?mode=full>. [Último acceso: 20 Mayo 2019].
- [24] «NTE INEN 3066,» de *Cemento portland. Requisitos*, Quito- Ecuador, 2012, p.19.
- [25] «Botanical-online,» 22 Abril 2019. [En línea]. Available:<https://www.botanical-online.com/alimentos/aceite-palma-caracteristicas>. [Último acceso: 5 Mayo 2019].
- [26] «La palma africana y su producción,» *LA HORA*, p. 1, 10 SEPTIEMBRE 2011.

ANEXOS

A.) TABLAS Y GRÁFICOS DE ENSAYOS PREVIOS

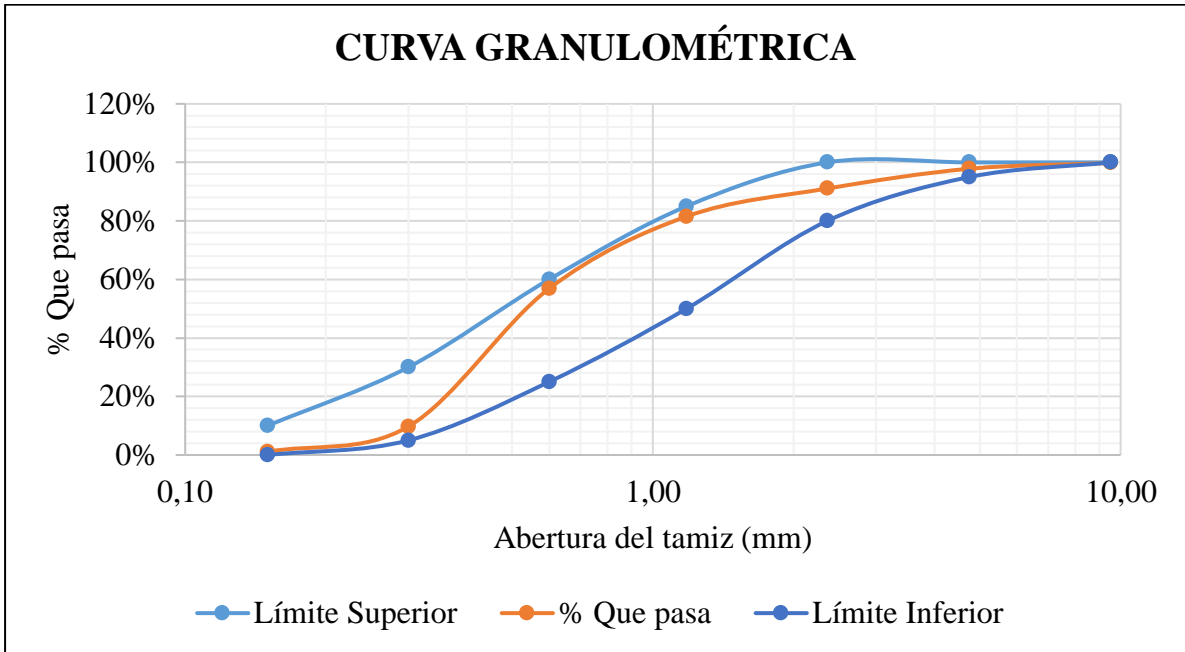
A1. Granulometría del agregado fino (polvo)

Tabla 4. Análisis granulométrico agregado fino (polvo blanco)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.						
ORIGEN:	Mina San Jose-Latacunga Pujilí					
FECHA:	12- Abril - 2022					
NORMA:	INEN 696 - ASTM C 136					
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL POLVO BLANCO						
Peso muestra (gr):	1000			Pérdida de muestra (%):	0,52	
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites NTE INEN 872 % que pasa
3/8	9,53	2,06	2,06	0,21%	99,79%	100
#4	4,75	19,55	21,61	2,17%	97,83%	95-100
#8	2,36	67,28	88,89	8,94%	91,06%	80-100
#16	1,18	95,01	183,9	18,49%	81,51%	50-85
#30	0,60	245,17	429,07	43,13%	56,87%	25-60
#50	0,30	468,96	898,03	90,27%	9,73%	5-30
#100	0,15	85,93	983,96	98,91%	1,09%	0-10
#200	0,075	6,35	990,31	99,55%	0,45%	-
FUENTE		4,48	994,79	100,00%	0,00%	-
MÓDULO DE FINURA:				2,62%		

Fuente: Danilo Gamboa.

A 1.1 Figura 10. Curva granulométrica del agregado fino (polvo blanco)





Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación: La curva granulométrica o curva del porcentaje que pasa se encuentra dentro de los límites tanto inferior como superior, dando como resultado un módulo de finura de 2,62 el cual se encuentra dentro del rango establecido por la NTE INEN 872 el cual nos dice que el módulo de finura no debe ser menor a 2,3 ni mayor a 3,1 por lo cual el polvo blanco considerado para el presente trabajo de investigación es idóneo.

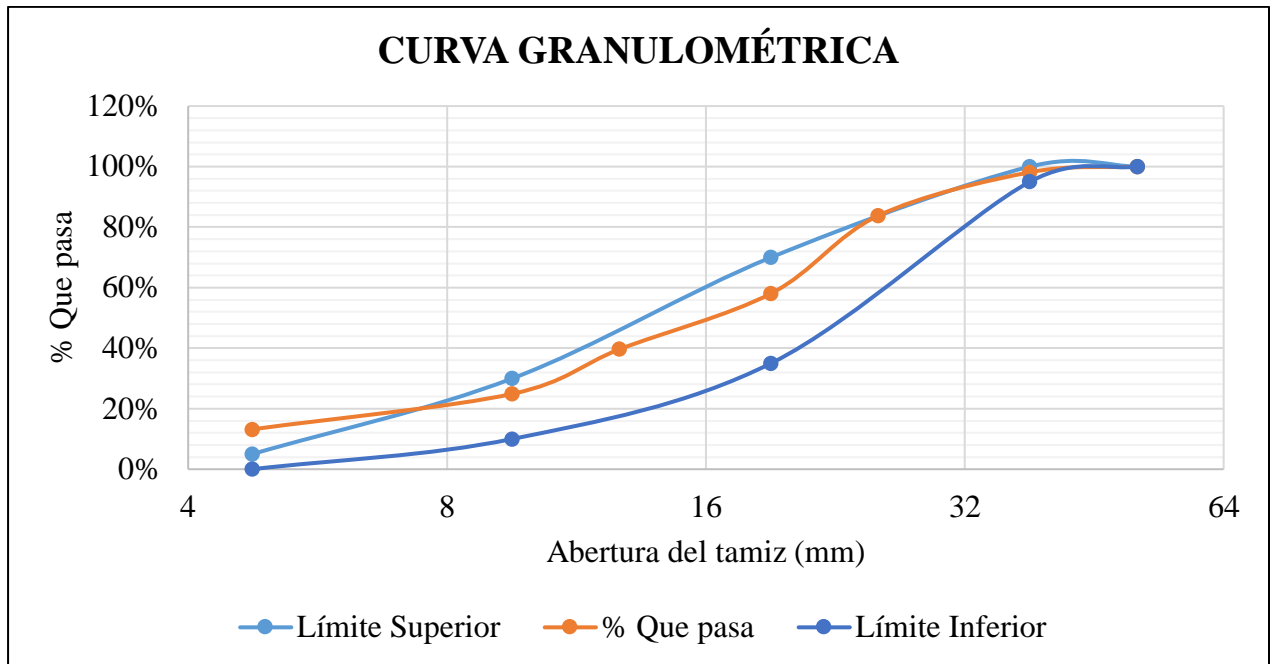
A 2. Granulometría del agregado grueso (chasqui)

Tabla 5. Análisis granulométrico agregado grueso (chasqui)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.						
ORIGEN:		Mina Casita de May - Latacunga				
FECHA:		12 - Abril - 2022				
NORMA:		INEN 696 - ASTM C 136				
ENSAYADO POR:		Danilo Gamboa				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL CHASQUI						
Peso muestra (gr):		4600		Pérdida de muestra (%):		0,15
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites NTE INEN 872 % que pasa
2"	50,80	0	0	0,00%	100,00%	100
1 ½"	38,10	86	86	1,87%	98,13%	95 - 100
1"	25,40	657	743	16,18%	83,82%	-
¾"	19,05	1183	1926	41,93%	58,07%	35 - 70
½"	12,70	846	2772	60,35%	39,65%	-
⅜"	9,53	677	3449	75,09%	24,91%	10 - 30
#4	4,75	539	3988	86,83%	13,17%	0 - 5
BANDEJA		605	4593	100,00%	0,00%	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO:				¾"		

Fuente: Danilo Gamboa

A 2.1 Figura 11. Curva granulométrica del agregado grueso (chasqui)





Fuente: Danilo Gamboa

Interpretación: La curva granulométrica o curva del porcentaje que pasa se encuentra dentro de los límites tanto inferior como superior, dando como resultado un tamaño nominal máximo de 3/4" (19,05 mm), por lo cual el agregado grueso (chasqui) es considerado idóneo para el presente trabajo de investigación.

A 3. Densidad real del agregado fino (polvo blanco)



Tabla 7. Densidad real del agregado fino (polvo blanco)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.			
ORIGEN:	Mina San Jose-Latacunga Pujilí		
FECHA:	18 - Abril - 2022		
NORMA:	INEN 856 - ASTM C 128		
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa		
DENSIDAD REAL DEL POLVO BLANCO			
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	152,02
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	202,09
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	672,86
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	470,77
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	650,78
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	498,76
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	0,998
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	27,99
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	50,07
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	28,06
DRA=Msss/Vsss	Densidad real del polvo blanco	gr/cm ³	1,784

Fuente: Danilo Gamboa.

A 4. Densidad real del agregado grueso (chasqui)


Tabla 8. Densidad real del agregado grueso (chasqui)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.			
ORIGEN:	Mina Casita de May - Latacunga		
FECHA:	18 - Abril - 2022		
NORMA:	INEN 857 - ASTM C 127		
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa		
DENSIDAD REAL DEL CHASQUI			
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1467,44
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1143,00
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	3575,44
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	1307,06
DA	Densidad real del agua	gr/cm ³	1,00
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	2108,00
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	164,06
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	1943,94
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm ³	1,084

Fuente: Danilo Gamboa.



A 5. Capacidad de absorción del agregado fino (polvo blanco)

Tabla 12. Capacidad de absorción del agregado fino (polvo blanco)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Mina San Jose-Latacunga Pujilí			
FECHA:	21 - Abril - 2022			
NORMA:	INEN 856 - ASTM C 128			
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa			
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL POLVO BLANCO				
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	30,94	25,91
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	67,26	74,01
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	36,32	48,10
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	63,44	68,80
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	32,50	42,89
$CA = ((M9 - M11) / M11) * 100$	Capacidad de absorción	%	11,75	12,15
$P2 = (CA1 + CA2) / 2$	Capacidad de absorción promedio	%	11,95	



Fuente: Danilo Gamboa.

A 6. Tabla 14. Capacidad de absorción del agregado grueso (chasqui)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.			
ORIGEN:	Mina Casita de May - Latacunga		
FECHA:	21 - Abril - 2022		
NORMA:	INEN 857 - ASTM C 127		
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa		
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL CHASQUI			
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	gr	30,60 31,53
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	90,16 97,71
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	59,56 66,18
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	70,90 77,75
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	40,30 46,22
$CA = ((M9 - M11) / M11) * 100$	Capacidad de absorción	%	47,79 43,18
$P2 = (CA1 + CA2) / 2$	Capacidad de absorción promedio	%	45,49

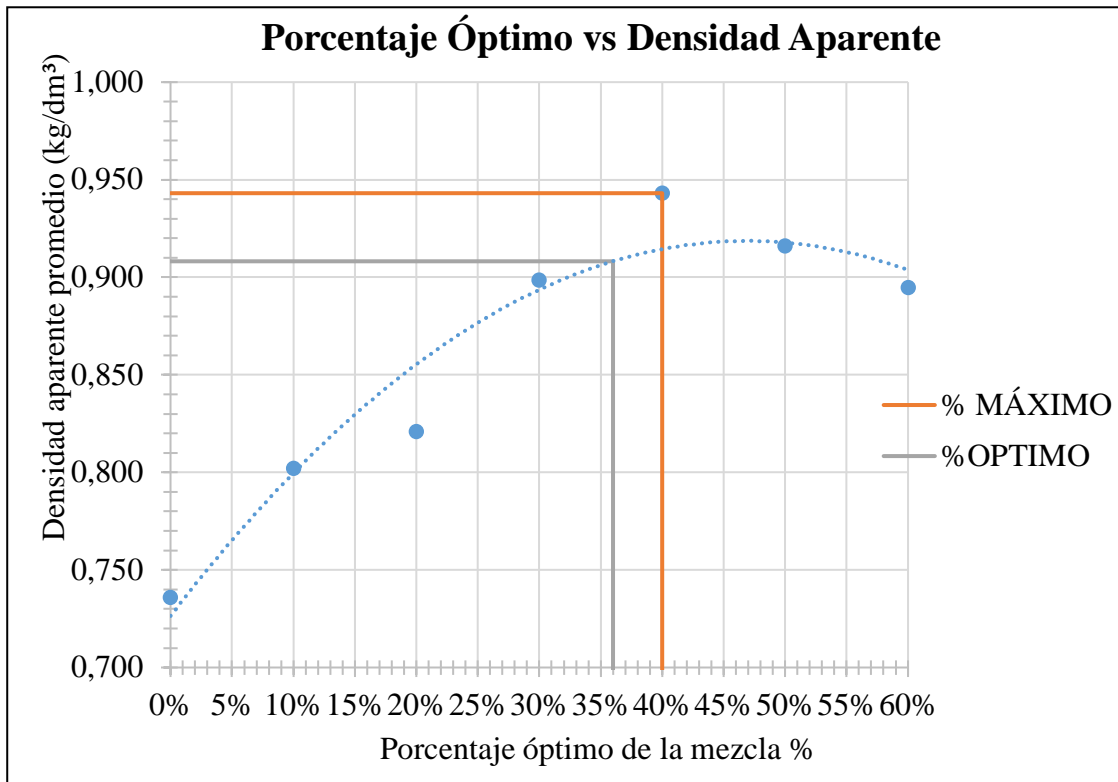
Fuente: Danilo Gamboa.

A 7. Tabla 15. Densidad aparente compactada de los agregados fino y grueso (polvo y chasqui)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.								
ORIGEN:		Mina San Jose-Latacunga Pujilí/ Mina Casita de May - Latacunga						
FECHA:		22 - Abril - 2022						
NORMA:		INEN 858 - ASTM C 29						
ENSAYADO POR:		Danilo Gamboa						
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA (POLVO BLANCO + CHASQUI)								
Masa del recipiente (kg):		9,985						
Volumen del recipiente (dm³):		20,09						
% Mezcla		Cantidad (kg)		Fino añadido (kg)	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso unitario mezcla (kg/dm ³)	Peso unitario promedio (kg/dm ³)
Chasqui	Polvo blanco	Chasqui	Polvo blanco	Polvo blanco	Polvo blanco + Chasqui			
100,00%	0,00%	31,24	0,00	0,00	24,72	14,74	0,733	0,736
					24,82	14,83	0,738	
90,00%	10,00%	31,24	3,47	3,47	26,09	16,11	0,802	0,802
					26,10	16,12	0,802	
80,00%	20,00%	31,24	7,81	4,34	26,48	16,49	0,821	0,821
					26,47	16,49	0,821	
70,00%	30,00%	31,24	13,39	5,58	28,04	18,06	0,899	0,899
					28,04	18,05	0,898	
60,00%	40,00%	31,24	20,83	7,44	28,93	18,94	0,943	0,943
					28,94	18,95	0,943	
50,00%	50,00%	31,24	31,24	10,41	28,39	18,40	0,916	0,916
					28,39	18,41	0,916	
40,00%	60,00%	31,24	46,86	15,62	27,96	17,97	0,895	0,895
					27,96	17,98	0,895	
Porcentaje máximo de agregado fino (%)							40,00%	
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)							60,00%	
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)							36,00%	
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)							64,00%	
Densidad máxima de la mezcla (kg/dm³)							0,943	
Densidad óptima de la mezcla (kg/dm³)							0,908	

Fuente: Danilo Gamboa.

A 7.1 Figura 13. Densidad óptima de la mezcla de agregados (Polvo Blanco+Chasqui)



Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:

El porcentaje máximo de la mezcla de polvo blanco más chasqui es: 40% fino - 60% grueso, dando una densidad máxima de 0,943 kg/dm³.

El porcentaje óptimo de la mezcla de polvo blanco más chasqui es: 36% fino - 64% grueso, dando una densidad óptima de 0,908 kg/dm³.

A 8. DENSIDAD REAL DEL CEMENTO

Tabla 17. Densidad real del cemento Selva Alegre

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.				
ORIGEN:	Cemento Selvalegre Tipo GU			
FECHA:	22 - Abril - 2022			
NORMA:	NTE INEN 156 - ASTM C 188			
ENSAYADO POR:	Danilo Gamboa			
DENSIDAD REAL DEL CEMENTO (MÉTODO DEL PICNÓMETRO)				
NOMENCLATURA	DENOMINACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	152,02	152,52
M2	Masa del picnómetro + muestra	gr	212,06	212,55
M3	Masa del picnómetro + muestra + gasolina	gr	563,70	563,35
M4=M3-M2	Masa gasolina añadida	gr	351,64	350,80
M5	Masa picnómetro + 500cc de gasolina	gr	518,63	518,70
M6=M5-M1	Masa de 500cc de gasolina	gr	366,61	366,18
DG=M6/500cm ³	Densidad de la gasolina	gr/cm ³	0,73	0,73
M7=M6-M4	Masa de la gasolina desalojada por la muestra	gr	14,97	15,38
M _C =M2-M1	Masa del cemento	gr	60,04	60,03
V _G =M7/DG	Volumen de la gasolina desalojada	cm ³	20,42	21,00
DRC=M _C /V _G	Densidad real del cemento	gr/cm ³	2,941	2,858
DRP=DRC/2	Densidad real promedio	gr/cm ³	2,900	



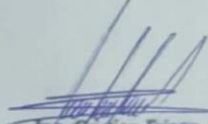

Fuente: Danilo Gamboa.

Interpretación:





La densidad real del cemento es de 2,900 gr/cm³, siendo este Selva Alegre, donde el valor obtenido cumple con los parámetros esperados para su utilización.

B.) RESULTADOS DE ENSAYOS – INFORME LABORATORIO

Granulometría del Agregados Fino.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM				
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.						
NORMA:		INEN 696 - ASTM C 136				
AUTOR:		Danilo Gamboa				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL POLVO BLANCO						
Peso muestra (gr):		1000		Pérdida de muestra (%):		0,52
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites NTE INEN 872 % que pasa
3/8	9,53	2,06	2,06	0,21%	99,79%	100
#4	4,75	19,55	21,61	2,17%	97,83%	95-100
#8	2,36	67,28	88,89	8,94%	91,06%	80-100
#16	1,18	95,01	183,9	18,49%	81,51%	50-85
#30	0,60	245,17	429,07	43,13%	56,87%	25-60
#50	0,30	468,96	898,03	90,27%	9,73%	5-30
#100	0,15	85,93	983,96	98,91%	1,09%	0-10
#200	0,075	6,35	990,31	99,55%	0,45%	-
FUENTE		4,48	994,79	100,00%	0,00%	-
MÓDULO DE FINURA:				2,62%		
 Ing. Cristian Frias AUXILIAR DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 						

Granulometría del Agregados Grueso o Material Reciclado.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
 						
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.						
NORMA:		INEN 696 - ASTM C 136				
AUTOR:		Danilo Gamboa				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL RECICLADO						
Peso muestra (gr):		4600		Pérdida de muestra (%):		1,96
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites NTE INEN 872 % que pasa
2"	50,80	0	0	0,00%	100,00%	100
1 1/2"	38,10	0	0	0,00%	100,00%	95 - 100
1"	25,40	520	520	11,53%	88,47%	-
3/4"	19,05	775	1295	28,71%	71,29%	35 - 70
1/2"	12,70	453	1748	38,76%	61,24%	-
3/8"	9,53	1382	3130	69,40%	30,60%	10 - 30
#4	4,75	1155	4285	95,01%	4,99%	0 - 5
BANDEJA		225	4510	100,00%	0,00%	-
TAMANO NOMINAL MAXIMO:				1/2"		
 Ing. Cristian Frias AUXILIAR DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 						



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACION DE DESECHOS
 PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS
 DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA.**

NORMA: INEN 696 - ASTM C 136

AUTOR: Danilo Gamboa

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL CHASQUI

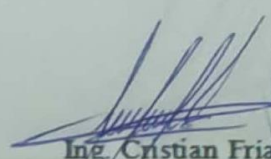
Peso muestra (gr):		4600		Pérdida de muestra (%):		0,15
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Límites NTE INEN 872 % que pasa
2"	50,80	0	0	0,00%	100,00%	100
1 ½"	38,10	86	86	1,87%	98,13%	95 - 100
1"	25,40	657	743	16,18%	83,82%	-
¾"	19,05	1183	1926	41,93%	58,07%	35 - 70
½"	12,70	846	2772	60,35%	39,65%	-
⅜"	9,53	677	3449	75,09%	24,91%	10 - 30
#4	4,75	539	3988	86,83%	13,17%	0 - 5
BANDEJA		605	4593	100,00%	0,00%	-
TAMANO NOMINAL MAXIMO:				¾"		


 Ing. Cristian Frias
 AUXILIAR DE LABORATORIO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 U.T.A.




Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes


Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
AUTOR:		Edwin Danilo Gamboa Chamba								
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA										
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMALES Y SUSTITUCIÓN DEL CHASQUI CON MATERIAL RECICLADO A LOS 28 DÍAS DE EDAD										
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área neta (cm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia MPa	Resistencia promedio MPa
Bloque NORMAL	1	28/04/2022	26/05/2022	8,77	40	12	322,5	151,212	3,78	3,78
	2			9,06	40	12	354,375	146,812	3,67	
	3			8,93	40	12	326,875	155,612	3,89	
25% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	9,62	40	12	335	198,416	4,96	5,01
	2			9,60	40	12	344,375	210,176	5,25	
	3			9,45	40	12	334,375	193,015	4,83	
50% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	10,46	40	12	339,375	233,298	5,83	5,89
	2			10,63	40	12	350	241,219	6,03	
	3			10,18	40	12	333,75	232,098	5,80	
75% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	10,81	40	12	322,5	285,622	7,14	7,11
	2			11,21	40	12	317,5	288,463	7,21	
	3			11,03	40	12	352,5	279,222	6,98	
100% Material Reciclado	1	28/04/2022	26/05/2022	11,97	40	12	347,5	323,665	8,09	8,11
	2			11,75	40	12	328,125	331,546	8,29	
	3			11,54	40	12	331,25	318,265	7,96	

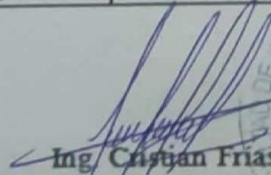


Ing. Cristian Frias
 AUXILIAR DE LABORATORIO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA




Ensayo de resistencia a compresión a los 28 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes





Ensayo de resistencia a compresión a los 14 días de edad de mampuestos con diferentes porcentajes										
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
AUTOR:		Edwin Danilo Gamboa Chamba								
ESTUDIO DE MAMPUESTOS A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE DESECHOS PRODUCTO DE DEMOLICIONES ENCONTRADOS EN LOS DIFERENTES BOTADEROS DEL CANTÓN AMBATO, PROVINCIAL DE TUNGURAHUA										
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES NORMALES Y SUSTITUCIÓN DEL CHASQUI CON MATERIAL RECICLADO A LOS 14 DÍAS DE EDAD										
% Sustitución	Muestra #	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Área neta (cm ²)	Carga máxima (kN)	Resistencia MPa	Resistencia promedio MPa
Bloque NORMAL	1	28/04/2022	12/05/2022	8,98	40	12	320,46	159,212	3,98	3,71
	2			9,19	40	12	349,38	134,010	3,35	
	3			9,06	40	12	325,63	151,612	3,79	
25% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	9,75	40	12	333,75	162,813	4,07	3,91
	2			9,88	40	12	340,87	159,612	3,99	
	3			9,43	40	12	330,44	146,811	3,67	
50% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	10,59	40	12	338,13	191,615	4,79	4,63
	2			10,76	40	12	343,13	188,415	4,71	
	3			10,31	40	12	329,38	175,614	4,39	
75% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	11,14	40	12	322,58	244,419	6,11	5,95
	2			11,54	40	12	316,25	241,219	6,03	
	3			11,36	40	12	348,13	228,418	5,71	
100% Material Reciclado	1	28/04/2022	12/05/2022	12,32	40	12	343,75	297,223	7,43	7,27
	2			11,98	40	12	328,13	294,023	7,35	
	3			11,87	40	12	323,75	281,222	7,03	




Ing. Cristian Frias
AUXILIAR DE LABORATORIO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



C.) ENSAYOS DE LOS MATERIALES

<p>Materiales secándose para ser ensayados.</p>	<p>Granulometría agregado grueso: chasqui</p>
 A photograph showing several rectangular metal trays filled with a light-colored, coarse aggregate material, likely gravel or crushed stone, arranged on a workbench. A small circular container is visible on one of the trays.	 A photograph of a digital scale with a blue display and a stainless steel base. A large metal bucket filled with coarse aggregate is placed on the scale. The scale's display shows a weight of 20.15 kg.
<p>Densidad Real del Polvo Blanco</p>	<p>Densidad real chasqui</p>
 A photograph of a density bottle (Le Chatelier flask) containing a liquid, placed on a digital scale. The scale's display shows a weight of 6.66 g.	 A photograph of a metal sieve containing coarse aggregate material, placed on a scale. The sieve is filled with dark, irregularly shaped particles.

<p>Densidad real Material Reciclado</p> 	<p>Densidad real cemento</p> 
<p>Densidad aparente suelta Material Reciclado</p>	<p>Densidad aparente compactada polvo</p>
	
<p>Densidad aparente compactada del material reciclado</p>	<p>Densidad aparente compactada chasqui</p>
	

Densidad aparente compactada de la mezcla



D.) ENSAYOS DE RESISTENCIAS A COMPRESIÓN E IMPACTO

Preparación de las muestras para los diferentes ensayos

Señalización e identificación de las diferentes muestras

Plástico para cubrir los mampuestos para evitar se mojen por la lluvia y el mal clima.



ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Medición de los mampuestos a ensayar

Mampuesto en máquina a compresión, listo para ser ensayado

	
<p>Colocación de placa para ensayo.</p>	<p>Mampuesto sometido a una fuerza para medir su compresión</p>
	
<p>Mampuesto con las fallas obtenidas luego del ensayo a compresión</p>	
<p>Mampuesto venta comercial</p>	<p>Mampuesto 25% material reciclado</p>
	
<p>Mampuesto 50% material reciclado</p>	<p>Mampuesto 75% material reciclado</p>



Mampuesto 100% material reciclado



ENSAYO DE RESISTENCIA A IMPACTO

Caída libre de mampuesto para ser ensayado al impacto.



Mampuesto luego de la caída libre.

